



Área Crecimiento y Desarrollo

Ciclo Promoción de la Salud
Carrera de **Medicina**

ÍNDICE

Introducción	Pág. 5
UP 1	Pág. 15
UP 2	Pág. 25
UP 3	Pág. 37
UP 4	Pág. 47
UP 5	Pág. 61
UP 6	Pág. 69
UP 7	Pág. 79
UP 8	Pág. 91
UP 9	Pág. 101
UP 10.....	Pág. 113
UP 11.....	Pág. 125
UP 12.....	Pág. 135
UP 1 Material de Estudio	Pág. 145
UP 2 Material de Estudio	Pág. 217
UP 3 Material de Estudio	Pág. 229
UP 4 Material de Estudio	Pág. 265
UP 8 Material de Estudio	Pág. 285
UP 9 Material de Estudio	Pág. 295
UP 10 Material de Estudio	Pág. 299
UP 11 Material de Estudio	Pág. 343
UP 12 Material de Estudio	Pág. 401



INTRODUCCIÓN

1. Organización de la Carrera de Medicina

La Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Rosario está compuesta por tres Escuelas, cada una de ellas con sus respectivas carreras de grado: Medicina, Enfermería y Fonoaudiología. A ellas se agrega la escuela de Graduados compuesta por aquellos profesionales egresados de estas carreras. Si completás la Carrera de Medicina y cumplís con todos los requisitos establecidos podrás obtener el título de Médico.

Dentro de la Escuela de Medicina de esta Facultad, la formación del Médico tiene como objeto de estudio el Proceso Salud-Enfermedad-Atención.

En este contexto, el perfil del egresado que plantea la Facultad es la de un graduado formado para intervenir científicamente en la promoción de la salud y la prevención de enfermedades, teniendo en cuenta aspectos biológicos, psicológicos y culturales, en las distintas etapas de la vida y en las diversas condiciones socio-económico-culturales, actuando desde la Atención Primaria de la Salud.

Para lograr esta formación, el plan de estudios se organiza en cuatro ciclos que se organizan alrededor del objeto de estudio, es decir el proceso Salud-Enfermedad-Atención, y por ello empieza con el Ciclo Promoción de la Salud en los dos primeros años de la Carrera, continúa con el Ciclo Prevención de la Enfermedad, luego el Ciclo Diagnóstico, Tratamiento y Recuperación, finalizando con la Práctica Final.

Ya situados en el Ciclo Promoción de la Salud, el mismo se compone de distintas Áreas que abarcan conocimientos y habilidades relacionados para el cumplimiento de objetivos comunes, buscando siempre integrar distintas miradas en un trabajo interdisciplinario. En el primer año encontramos dos de estas Áreas, Crecimiento y Desarrollo y Nutrición, cada una de ellas integradas a su vez por distintas disciplinas.

El Área Crecimiento y Desarrollo, está organizada siguiendo el Ciclo Vital, es decir distintos momentos o etapas en la vida de los seres humanos que tienen características comunes: Niñez, Adolescencia, Adulthood y Adulthood Mayor. A éstas se agrega al inicio un ciclo o módulo introductorio donde se abordarán, de forma integrada, conocimientos básicos de las distintas disciplinas que luego se retomarán en el resto de los ciclos.

En cada una de estas etapas, los contenidos serán abordados a partir de Unidades Problemas, esto es, situaciones que buscan replicar problemas relevantes del Proceso salud-Enfermedad-Atención encontrados en la práctica de la profesión.

Para lograr los objetivos de cada Unidad se utilizan distintas estrategias pedagógicas como las tutorías, los seminarios, laboratorios y las clases de consulta entre otras. Por eso luego de cada Unidad Problema encontrarás los objetivos del mismo, los contenidos a abordar y las diferentes estrategias propuestas para ello.

Dentro de las diferentes formas de abordar el proceso de enseñanza y aprendizaje, el plan de estudios prioriza el aprendizaje basado en problemas. Esta es una educación centrada en el estudiante y en el aprendizaje, donde se busca que los conocimientos estén integrados, es decir que los contenidos

de las distintas disciplinas se incorporen para brindar una interpretación unificada (pero no necesariamente única) de los problemas.

2. Fundamentación del Área

Un crecimiento y desarrollo adecuados son un objetivo fundamental de la Promoción de la Salud en los diferentes momentos de la vida. El Área propone un recorrido que, partiendo de contextualizar al ser humano desde un punto de vista evolutivo y biológico, reconoce además su complejidad e integralidad como ser bio-psico-social y cultural. A partir de allí se estructura el conocimiento de los distintos procesos subyacentes a un crecimiento y desarrollo saludables en los diferentes momentos del ciclo vital del ser humano.

El crecimiento es la expresión de la potencialidad génica en interacción con factores biológicos ambientales, sociales, culturales y psicológicos en un momento histórico determinado, pasibles de intervenciones que lo favorezcan desde la Promoción de la Salud.

El desarrollo como proceso íntimamente relacionado permitirá la adaptación plena de la persona mediante el logro de habilidades necesarias para su interacción con el ambiente, logrando así potenciar su proceso madurativo.

Estas unidades tienen como objeto de estudio el proceso Salud-Enfermedad-Atención-Cuidado, focalizado en el crecimiento y desarrollo del ser humano, su evaluación y los factores relacionados. Se privilegia en las mismas la Promoción de la Salud desde el campo teórico-práctico de la Atención Primaria de la Salud; entendiendo a la salud como un derecho inalienable. Busca además el logro de competencias en torno al eje “conocer para cuidar”.

Este recorrido busca siempre interpelar al conocimiento desde el paradigma de la complejidad, buscando la integración de distintos elementos para poder crear nuevos saberes, dotando a los estudiantes en este proceso de bases científicas sólidas. Para ello se basa en el aprendizaje significativo por parte del alumno, a partir de problemas que recreen situaciones que puede enfrentar en el futuro como profesional de la salud.

3. Objetivos

El Área cuenta con objetivos generales, los cuales, idealmente, serán alcanzados al finalizar el cursado. Si bien cada UP contará a su vez con objetivos específicos que facilitarán la adquisición progresiva de conocimientos y habilidades, son los objetivos generales los que se desarrollarán en forma longitudinal a lo largo del cursado permitiendo brindar una unidad conceptual para el Área. Entre los objetivos generales encontraremos:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad de ser bio-psico-social
- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano
- Entender a los seres vivos como organismos comple-

jos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes

- Comprender la Promoción de la Salud desde el campo de la Atención Primaria
- Conocer y evaluar el crecimiento y el desarrollo en las diferentes etapas del ciclo vital
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente y como elemento integrador dentro del mismo sujeto.

4. Organización del Área

Módulo I

Las actividades comienzan con un primer Módulo de Seminarios dictados por docentes de las diversas disciplinas. Se desarrollarán durante los meses de Febrero y Marzo.

Módulo II

Una vez finalizado el Módulo I, las actividades del área consistirán en:

- Tutorías: una vez por semana.
- Seminarios disciplinares.
- Actividades prácticas (talleres- laboratorios) de las disciplinas
- Práctica pre- profesional

Deberás consultar regularmente el Transparente Virtual para saber dónde y cuándo se desarrollarán las mismas.

En las “Tutorías” se abordarán las Unidades Problema; en ellas se despliega la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas. El docente a cargo o Tutor será siempre el mismo a lo largo del año (salvo razones de fuerza mayor). Dentro de este cuaderno, podrás encontrar guías de estudio que sirven para orientar el manejo de la bibliografía.

Las Tutorías tienen una asistencia de carácter obligatorio, esto quiere decir que tenés que estar presente en al menos el 75% de las clases dictadas; algunos Seminarios, Laboratorios y Talleres también lo son.

Además, todas las disciplinas tienen clases de consulta para evacuar tus dudas. Las mismas figuran en el Transparente Virtual y el Campus, y son optativas. Disponen también del campus virtual “comunidadesunr” (comunidades2.campusvirtualunr.edu.ar) donde pueden encontrar muchos de los contenidos y clases grabadas.

Los conocimientos y habilidades aprendidos serán evaluados de distintas formas: mediante una evaluación formativa, a cargo del tutor, en el cual el mismo te va a evaluar en forma continua y deberá informarte periódicamente cuál es tu desempeño y que tenés que hacer para mejorarlo (se adjuntan los criterios de evaluación formativa la final de esta sección). Además se evaluará con tres parciales escritos, con modalidad opción múltiple y dos recuperatorios.

Tené en cuenta que el hecho que el aprendizaje esté centrado en el estudiante implica una actitud activa de tu parte; va a depender en gran parte de las inquietudes que tengas y de tu capacidad para construir el conocimiento con el andamiaje de

tus docentes. Es importante por ello que antes de cada clase leas los objetivos de las mismas y qué se espera de vos en cada una de ellas.

5. Condiciones de regularidad

Quedar regular en un Área significa que demostraste tener los conocimientos y habilidades necesarios para poder rendir el examen final (con el que acreditarás o “aprobarás” el Área) y para poder cursar Nutrición.

Para ello necesitarás:

- 75% de asistencia a tutorías
- 75% de asistencia a actividades disciplinares: seminarios introductorios, trabajos online, laboratorios y talleres disciplinares.
- Evaluación formativa (concepto global final): satisfactoria o muy satisfactoria.
- 2 de los 3 parciales aprobados con un mínimo de 60% de respuestas correctas. El estudiante tiene opción de acceder a dos parciales recuperatorios.
- Acreditación del 100% de las prácticas pre profesionales.
- Acreditación de los laboratorios de reconocimiento de estructuras anatómicas.

Si una de estas condiciones no es acreditada acorde a lo indicado precedentemente el/la alumna/o quedará en condición de libre. Esto significa que podrás rendir el examen final pero con condiciones diferentes a las del alumno regular y hasta tanto no lo haga no podrá cursar otras Áreas de la carrera.

También podrás acceder a la condición de Coloquio, esto implica que si al rendir (bajo ciertas condiciones que figuran en el reglamento de exámenes) te va mal, la nota no queda registrada en tu legajo y podés volver a rendir como alumno regular. Los requisitos son:

- 75% de asistencia a tutorías
- 75% de asistencia a actividades disciplinares: seminarios introductorios, trabajos online, laboratorios y talleres disciplinares.
- Evaluación formativa (concepto global final): muy satisfactoria.
- 3 parciales aprobados con un mínimo de 80% de respuestas correctas.
- Acreditación del 100% de las prácticas pre profesionales.
- Acreditación de los laboratorios de reconocimiento de estructuras anatómicas.

6. Exámenes finales

Para poder rendir los exámenes finales deberás cumplir las condiciones de regularidad antedichas o bien rendir como alumno libre. Para ello deberás anotarte en las fechas que figuran en el calendario de exámenes a través del sistema Guaraní

y seguir las instrucciones que aparecerán en el Transparente Virtual en esa fecha.

7. Derechos de los estudiantes

Por ser estudiante de esta Facultad tenés, entre otros, los siguientes derechos:

- Ser respetado y escuchado por todo el personal de la Facultad.
- No ser discriminado por tu género, nacionalidad, raza, religión, enfermedad entre otros.
- No ser víctima de violencia de género en ninguna de sus formas.
- Tener igualdad en el acceso a los recursos educativos de la Facultad.
- Recibir una educación de calidad, gratuita y laica.
- Obtener asesoramiento y ayuda por tus docentes.
- Acceder a una evaluación objetiva y respetuosa basada en la comunicación.
- Tener una oferta pedagógica que permita compatibilizar estudio y trabajo de ser necesario.
- Disponer de la información que necesites sobre el funcionamiento de la Facultad.
- Poder observar los exámenes.
- Utilizar todos los espacios públicos de la facultad.
- Poder elegir libremente tus representantes.

Si considerás que tus derechos son vulnerados podrás dirigirte:

- a tu Tutor.
- A los Responsables Académicos del Área (primer piso del CUAS II).
- A la Secretaría de Políticas Estudiantiles.
- A la Secretaría de Mujer y Género.
- A tus representantes estudiantiles del Centro de Estudiantes o el Consejo Directivo de la Facultad.

Contarás también con el **Departamento de Acompañamiento Pedagógico (dap)**, un espacio cuya misión es garantizar el progreso de las y los estudiantes en sus carreras, brindando herramientas fortalecedoras del vínculo pedagógico con sus pares y docentes y acompañamiento subjetivo para afrontar situaciones académicas de las y los estudiantes.

Lunes y Viernes / de 9 a 12 h / Bloque B (CUAS II) Primer piso - Ps. Natalia Garro

8. Cómo leer este manual

En la Guía de Aprendizaje encontrarás la formulación del problema a trabajar con tu tutor y los objetivos que el mismo persigue. Figuran luego los contenidos que cada disciplina considera necesarios para su resolución y la bibliografía correspondiente. La bibliografía estará dividida en una bibliografía general, que las disciplinas recomiendan para abordar la mayor parte de sus conocimientos y que figura en la sección

siguiente y en una bibliografía específica, es decir aplicable sólo a un tema en particular y que va a figurar en la UP que corresponda a esos contenidos.

Podrás ver también las actividades (seminarios y laboratorios) propuestos por las disciplinas; pero para ello también tendrás que revisar periódicamente el transparente virtual para ver cualquier cambio que pueda haber en la programación, y también para conocer la fecha y lugar en que se desarrollará.

Al final de cada Unidad encontrarás una lista de cotejos para que puedas autoevaluar tu desempeño en la misma. Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad y, junto con tu tutor buscar las razones por las cuáles no pudiste cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y tus compañeros para mejorar tu rendimiento. Esta evaluación no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio

Vas a ver luego el material de estudio de cada Unidad Problema, no te olvides de leerlos cuando llegues a esa Unidad. En ellos encontrarás: las consignas de los laboratorios (¡tenés que leerlos antes de ir!), guías de estudio y material bibliográfico producido por la facultad.

Criterios de evaluación formativa.

- Nombre del/la estudiante:
- Nombre del/la docente evaluador/a:

Criterio	Muy satisfactorio	Satisfactorio	Insatisfactorio
Participación	Interviene espontáneamente. Pregunta y responde. Aporta información pertinente	Hace preguntas en forma ocasional. Responde sólo cuando es interrogado.	No responde ni interviene o lo hace en forma muy infrecuente o sus aportes no son pertinentes
Expresión	Utiliza adecuadamente el lenguaje disciplinar. Respeta los tiempos de expresión de sus compañeras/os. Expone en forma ordenada y lógica.	Utiliza adecuadamente el lenguaje disciplinar. Respeta los tiempos de expresión de sus compañeras/os.	No utiliza en forma adecuada el lenguaje disciplinar
Trabajo grupal	Cumple las tareas asignadas dentro del grupo. Colabora con sus compañeras/os. Permite la circulación del trabajo	Cumple las tareas asignadas dentro del grupo. Colabora en forma escasa con sus compañeras/os.	No cumple las tareas asignadas dentro del grupo. No colabora con sus compañeras/os o no permite la circulación del trabajo.
Análisis del problema	Identifica los componentes centrales del problema. Describe adecuadamente sus protagonistas y el contexto en el que se desarrolla. Plantea un plan de trabajo pertinente.	Identifica los componentes centrales del problema. Toma en cuenta el contexto en que se desarrolla.	No puede identificar los componentes centrales del problema
Búsqueda y recolección de la información	Maneja en profundidad la bibliografía recomendada. Busca información fiable en otras fuentes. Participa en seminarios y clases de consulta	Maneja la bibliografía recomendada. Busca información en forma acotada.	No maneja la bibliografía recomendada. Busca información en fuentes inadecuadas.
Discusión	Comprende los conceptos fundamentales trabajados. Los aplica en forma correcta en el abordaje del problema. Construye una explicación posible al problema planteado.	Comprende los conceptos fundamentales trabajados.	No comprende los conceptos fundamentales trabajados
Integración	Conoce, compara y diferencia las miradas de los distintos campos del conocimiento. Puede relacionarlos e integrarlos para abordar el problema.	Conoce y diferencia las miradas de los distintos campos del conocimiento.	No reconoce las miradas desde los distintos campos del conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

En esta sección encontrarás los textos recomendados por cada disciplina para el estudio general de la misma. Por fuera de esta podrás encontrar en para ciertos temas particulares que se aborden en esa unidad. Recordá que en la plataforma “comunidadesunr” tenés disponible además material audiovisual producido por las distintas disciplinas que forman parte del Área.

Anatomía Normal

Bibliografía obligatoria:

- Rouvière H; Delmas, A; Delmas, V. *Anatomía Humana, Descriptiva, Topográfica y Funcional*. Editorial Masson.
- Latarjet, H; Ruiz Liard, A. *Anatomía Humana*. Editorial Panamericana.

Bibliografía opcional:

- Moore, K; Dalley, A. *Anatomía con Orientación Clínica*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Testut, L. *Tratado de Anatomía Humana*. Salvat Editores.
- Pró, E. *Anatomía Clínica*. Editorial Panamericana
- Prometheus. *Texto y Atlas de Anatomía*. Editorial Panamericana.

Neuroanatomía:

- García Porrero, J. *Neuroanatomía Humana*. Editorial Panamericana.
- Gonzalez Garcia, C; Grandi, M. *Neuroanatomía*. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Rosario.
- Martin, J. *Neuroanatomía*. McGraw Hill
- Snell, R. *Neuroanatomía Clínica*. Editorial Panamericana.

Atlas anatómicos:

- Adams. *Atlas Interactivo de Anatomía Normal*.
- Anderson; Grant. *Anatomía. Intermédica*.
- Netter, F. *Atlas de Anatomía Humana*. Elsevier.
- Sobotta. *Atlas de Anatomía Humana*. Editorial Elsevier.
- Yocochi; Kohen. *Atlas fotográfico de Anatomía del cuerpo humano*. Elsevier.

Biología

- Curtis H, Barnes S, Schnek A, Massarini A. *Curtis. Biología*. Editorial Panamericana. 6ª edición o superior.

Fisiología Humana

Bibliografía recomendada:

- Ganong W. *Fisiología Médica*. Editorial Mc Graw Hill Edición 23ª o superior.

Otros textos sugeridos:

- Guyton & Hall. *Tratado de fisiología médica*. Editorial Mc Graw Hill. 12ª Edición o superior.
- Dvorkin-Cardinali. *Best & Taylor. Bases fisiológicas de la práctica médica*. Editorial Médica Panamericana. 13ª Edición o Superior.
- Tresguerres JAF y colaboradores. *Fisiología Humana*. Mc Graw Hill. 3ª Edición o superior.

Química Biológica

- Blanco A. *Química Biológica*. Editorial El Ateneo. 7ª edición o superior.
- Feduchi EF y colab. *Bioquímica, Conceptos Esenciales*. Editorial Médica Panamericana. 2011 en adelante.

Citología

- J. de Juan: *Biología Celular*. Editorial Médica Panamericana; 2022.
- H. Lodish y otros: *Biología Celular y Molecular*. Editorial Médica Panamericana. 7° Ed; 2016.
- Cooper: *La célula*. Ed. Marbán. 8° Edición; 2022.

Histología

- Sobotta: *Histología*. Editorial Médica Panamericana. 3ra Edición; 2014.
- Villaro: *Histología para estudiantes*. Editorial Médica Panamericana; 2022.
- Junqueira y Carneiro. *Histología básica. Texto y atlas*. Editorial Médica Panamericana. 13° Edición; 2022.
- Gartner: *Histología. Atlas en color y texto*. Ed. Wolters Kluwer. 7° Edición
- Stevens y Lowe: *Histología Humana*. Ed. Elsevier. 5° Edición; 2020.
- Brusco, Belingeri,, Loidl, Locaso, Sánchez, López Costa, Caltana : *Histología Médicopráctica*. Editorial Médica Panamericana. 2° Edición. 2025
- Eynard, Valentich y Rovasio: *Histología y Embriología Humanas. Bases celulares y moleculares con orientación clínico-patológica*. Ed. Médica Panamericana. 5° Edición; 2016.

Embriología

- Arteaga Martínez, García Peláez: *Embriología Humana y Biología del desarrollo*. Ed. Médica Panamericana. 4° Edición; 2025.
- Carlson: *Embriología Humana y Biología del desarrollo*. Ed. Elsevier. 7 ° Edición; 2025.
- Flores: *Embriología Humana*. Ed. Médica Panamericana; 2015.
- Moore, Persaud: *Embriología clínica*. Ed. Elsevier. 11° Edición; 2020.
- Rohen, Lütjen-Drecoll: *Embriología funcional*. Ed. Médica Panamericana. 3° Edición; 2008.

Física Biológica

- Material incorporado en cada UP de esta Guía

Salud Mental

- Subida al aula virtual de Crecimiento y Desarrollo

Medicina y Sociedad

- Bibliografía disponible en el campus virtual



UNIDAD PROBLEMA 1

UNIDAD 01

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Juan y Leticia han iniciado sus estudios de Medicina. En un mismo día han escuchado a un profesor afirmar que los seres humanos somos animales emparentados con todos los seres vivos, y a otro docente que también somos personas sociales y culturales.

Objetivos Generales Abordados

- Reconocer al ser humano desde su complejidad.
- Analizar los procesos simbólicos psicosociales que inciden en los procesos de "Salud Salud Mental".
- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano.
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización, pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes.
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente, así como elemento integrador dentro del mismo sujeto.

Objetivos Específicos

- Indagar sobre la compleja relación entre Salud Salud Mental
- Interrogar las consecuencias del surgimiento del lenguaje en la especie humana
- Iniciarse en la comprensión del ser humano desde su complejidad
- Iniciarse en el conocimiento de la evolución biológica como proceso de cambio productor de diversidad
- Relacionar la evolución de los homínidos con los aspectos de la singularidad anatómica del ser humano
- Jerarquizar los aspectos sociales y culturales que caracterizan la condición humana
- Comprender la organización del mundo viviente pluricelular: moléculas, células, tejidos, órganos, seres vivos.
- Conocer las bases estructurales de las proteínas, y su accionar en la biología del desarrollo
- Iniciarse en el desarrollo de habilidades descriptivas
- Aplicar conceptos de sistemas y homeostasis para comprender la adaptación de los organismos al ambiente

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Anatomía Normal

Contenidos

GENERALIDADES. Anatomía: Definición. Clasificación. Posición anatómica. Planos de sección. Términos de situación y dirección. Osteología: Esqueleto axial y apendicular. Constitución. Clasificación. Accidentes óseos. Osificación: Concepto. Clasificación. Vascularización. Artrología. Clasificación de las articulaciones. Términos de Movimientos. Ejes. Miología: Tipos. Clasificación. Tendones. Inserción de origen e inserción terminal. Aponeurosis. Vainas fibrosas. Vainas sinoviales. Bolsas Serosas. Acción mecánica. Angiología: Arterias. Venas. Capilares. Constitución del sistema linfático. Concepto de circulación mayor y menor. Neurología: División. Constitución. Nervios. Organización general del cuerpo: Órgano: Concepto. Sistema: Concepto.

Columna Vertebral. Organización y porciones. Curvaturas. Vértebra: Características comunes. Conducto raquídeo. Agujero de conjunción. Características diferenciales de los distintos tipos de vértebras. Articulaciones de la columna vertebral. Músculos del dorso: extrínsecos e intrínsecos. Funciones. Movimientos. Anatomía de superficie. Palpación.

Cráneo. Neurocráneo. Huesos: Frontal. Etmoides. Esfenoides. Occipital. Parietales. Temporales. Calota o calvaria: configuración interna y externa. Eminencias. Suturas. Fontanelas. Base: Endocráneo y exocráneo. Fosas o pisos.

Bibliografía

- Francisquelo R, Boglioli A, Cabral ME, Calgaro G y colaboradores. *Generalidades de Anatomía Normal (incorporado en este manual)*
- Francisquelo R, Boglioli A, Cabral ME, Calgaro G y colaboradores. *Columna Vertebral. (incorporado en este manual).*
- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual*

BIOLOGÍA

Contenidos

La evolución biológica y el hombre como especie. La evolución biológica como recursos. La evolución humana: divergencia de los primates. Tendencias evolutivas del género Homo: la mano, la agudeza visual, el cuidado de las crías. El origen de los homínidos. Género Australopithecus: la bipedestación. Género Homo: el desarrollo del cerebro. Homo habilis: las herramientas. Homo erectus: el uso del fuego y la salida de África. Homo sapiens: el ser humano como especie.

Jerarquización del mundo viviente: Niveles de organización. Organismos procariotas y eucariotas. Concepto de organismo, población, comunidad y ecosistema.

Bibliografía

- Martínez SM. La evolución biológica (incorporado en este manual).
- Martínez SM. El ser humano como especie: la perspectiva biológica (incorporado en este manual)
- Calderari S, Dabín C, Di Masso R, Martínez SM, Montenegro S, Tarrés MC. Jerarquía de Sistemas en Biología (incorporado en este manual).
- Curtis H. Biología. Editorial Panamericana. Madrid. 6ª edición: Capítulos 20 y 24 ó 7ª edición: capítulos 17 al 22 (disponible en Recursos educativos y en Biblioteca del Área Salud).
- Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual
- Bibliografía optativa: Cambell & Reece: Biología. 7º edición capítulo 34.

Fisiología Humana

Contenidos

Introducción al estudio de la Fisiología. Sistemas. Concepto. Sistemas estáticos y dinámicos, deterministas y no deterministas, lineales y no lineales, regulados y no regulados. Servomecanismos: regulación negativa y positiva. Concepto de estado estable y de estado de equilibrio dinámico en Fisiología. Concepto de homeostasis y de homeodinamia. Métodos de estudio de la Fisiología: enfoque funcional (teleológico) y enfoque mecanicista. Variables fisiológicas: concepto de valor medio y dispersión.

Conceptos Básicos en Fisiología. Niveles de organización en los seres vivos.

Bibliografía

- Bibliografía general de la disciplina
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual

Histología y Embriología

Contenidos

La célula. Concepto. Células eucariotas y procariotas. Medios de Observación. Técnicas de enfoque: realizar el reconocimiento de células aisladas a través de la visualización microscópica. Microscopia. Unidades de medida. Métodos de examen microscópico. Tipos de preparados histológicos, métodos de preparación, tinciones.

Bibliografía

- Bibliografía general de la disciplina
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual

Medicina y Sociedad

Contenidos

Cultura. Definiciones. Diferencia entre cultura y educación. Cultura versus civilización. Crítica antropológica. Relativismo cultural. Cultura y migración. Cultura y reproducción social. Cultura y conflictos sociales. Transnacionalización cultural. Proceso de hibridación cultural.

Bibliografía

- Canclini, N. (1981). Cultura e ideología. En: Cultura y sociedad. Una introducción. Ed. CCE.
- Canclini, N. (1990). Entrada. En: Culturas híbridas. Estrategia para entrar y salir de la modernidad. Ed. Grijalbo.
- Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual

Química Biológica

Contenidos

NOCIONES BÁSICAS DE QUÍMICA

Estructura del átomo. Núcleo: protones y neutrones. Electrones. Concepto de electronegatividad. Diferencias entre átomo de hidrógeno (H) y el ión hidrógeno (H⁺). Símbolo de los elementos más frecuentes en los seres vivos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre, sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cloro. Concepto de iones: cationes y aniones.

Enlaces químicos: iónico, covalente simple y múltiple; polar y apolar. Significado de dipolo y densidades de carga ($\Delta+$ y $\Delta-$).

Funciones orgánicas oxigenadas: alcohol, carbonilo, aldehído, cetona, ácido carboxílico, éter, éster, éster fosfórico, anhídrido. Funciones orgánicas nitrogenadas: amina, amida. Otras: sulfhidrilo, tioéster

Fuerzas intermoleculares: puentes de hidrógeno, enlaces iónicos, fuerzas de Van der Waals, interacciones hidrofóbicas.

Definición de ácido y base. Concepto de pH.

PROTEÍNAS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN EN LA BIOLOGÍA DEL DESARROLLO

Aminoácidos. Definición. Alfa aminoácidos. Isomería. Clasificación según cadena lateral. Aplicación del concepto de polaridad y propiedades ácidas y básicas.

Unión peptídica. Péptidos de importancia biológica.

Proteínas: Niveles estructurales. Estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. Fuerzas que las estabilizan. Solubilidad. Capa de solvatación. Importancia del pH en la estructura y función de las proteínas. Pérdida de solubilidad: efecto de pH, temperatura. Desnaturalización: reversible e irreversible. Clasificación de las proteínas: simples y conjugadas; globulares y fibrosas. Ejemplos: albúmina, hemoglobina y colágeno.

LAS PROTEÍNAS COMO CATALIZADORES BIOLÓGICOS

Nociones someras de equilibrio químico. Energía de activación de una reacción química. Reacciones exergónicas y endergónicas.

Enzimas. Concepto. Concepto de Holoenzima y Apoenzima. Cofactores: coenzimas, iones metálicos. Catálisis enzimática: sitio activo, especificidad. Velocidad de reacción. Concepto de K_m y de velocidad máxima. Factores que modifican la actividad enzimática: pH, temperatura, concentración de enzima, concentración de sustrato, inhibidores.

Regulación de la actividad enzimática: enzimas alostéricas, modificación covalente, isoenzimas, enzimas constitutivas e inducibles.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual*

Salud Mental

Contenidos

- Introducción al campo de la Salud Mental
- Hacia una definición de Salud y Salud Mental
- Presentación del campo de la Salud Mental. Las dimensiones y disciplinas que lo componen.
- Del marco general de la biología a la singularidad de la “biología humana”.
- Ser y lenguaje: las consecuencias de lo simbólico en el organismo y en las relaciones de existencia con otros.
- Hacia la complejidad del ser humano: el ser humano como ser biopsicosocial.
- Lo psíquico como concepto intermedio entre el concepto de Salud-Salud Mental
- La comunicación humana y sus dificultades.
- Las contribuciones de la escucha y la palabra en la gestación y sostenimiento de la Salud Mental.
- Una aproximación amplia sobre el concepto de normalidad.

Bibliografía

- *Será indicada en el Seminario y subida al aula virtual de Crecimiento y Desarrollo*



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad Problema y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Describe las características de la evolución biológica.			
Diferencia las distintas teorías de la evolución.			
Conoce el proceso de hominización.			
Comprende la estructura y función de las proteínas.			
Diferencia los diferentes niveles de organización			
Diferencia los diferentes planos anatómicos.			
Clasifica los diferentes tipos de huesos y articulaciones.			
Reconoce las diferentes concepciones sobre la cultura			

Comprende el concepto de homeostasis y su relevancia en la adaptación de los organismos			
Integra los conocimientos anteriores para explicar las características principales de la evolución humana			
Comprende la compleja relación entre salud-salud mental			
Reconoce la complejidad del ser humano			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



UNIDAD PROBLEMA 2

UNIDAD 02

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Ignacio nació en 1978. Siempre notó poco parecido físico con sus padres. Decide consultar para conocer cómo puede determinar su identidad.

Objetivos Generales Abordados:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad.
- Analizar los procesos simbólicos psicosociales que inciden en los procesos de “Salud Salud Mental”.
- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano.
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización, pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes.
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente, así como elemento integrador dentro del mismo sujeto.

Objetivos Específicos:

- Reconocer los derechos humanos como expresión de la condición humana
- Jerarquizar a la salud como un derecho.
- Describir la composición de las células.
- Integrar conceptos relacionados a la herencia con el proceso de síntesis de proteínas.
- Relacionar los diferentes componentes de las células con su rol en la transmisión de la información genética.
- Analizar las condiciones simbólicas de las funciones parentales para la constitución subjetiva.

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Biología

Contenidos

Genética Mendeliana: Concepto de Genotipo y fenotipo. Caracteres. Haploide y diploide. Homocigoto y heterocigoto. Dominante y recesivo. Variabilidad. Las leyes de Mendel: Principio de la segregación de los gametos. Principio de la distribución independiente.

Bibliografía

- BDi Masso R, Martínez SM, Tarrés MC. Compilación: Silva P. Genética Mendeliana. Cátedra de Biología. Facultad de Ciencias Médicas, UNR (incorporado en este manual).
- Bibliografía general de la disciplina
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual

Bibliografía optativa

- Novo FJ. Genética Humana.
- Cambell & Reece. Biología. 7° edición, capítulo 34

Histología y Embriología

Contenidos

La célula. Superficie celular. Glucocálix, constitución y funciones.

Membrana celular. Características generales. Bicapa lipídica. Proteínas de membrana. Funciones de la membrana plasmática. Medios de unión celulares. Moléculas de adhesión y contacto celulares.

Núcleo: envoltura nuclear. Cromatina. Nucléolo. Matriz nuclear. División celular: mitosis y meiosis.

Organoides citoplasmáticos: Retículo endoplasmático. Aparato de Golgi. Ribosomas. Lisosomas, endosomas, peroxisomas. Mitocondrias. Centríolo. Citoesqueleto. Inclusiones.

Bibliografía recomendada

- Bibliografía general de la disciplina
- Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual

Medicina y Sociedad

Contenidos

Concepto de salud y derecho a la salud. Concepto de salud según la OMS. Críticas al concepto oficial. La salud como un derecho y como derecho humano. Salud como derecho vs. Salud como mercancía. Salud como construcción sociocultural en la diversidad.

Bibliografía

- Berlinguer, G. (1996). Salud para todos y para pocos, La medicina occidental y el derecho a la salud. En: Berlinguer G, Ética de la Salud. Ed. Lugar.
- Quizhpe P, y Monsalvo J. (2004). El derecho a la salud en la globalización. En: Salud, amor y libertad. Ed. Universidad de Cuenca.
- Testa M. (2007). Decidir en salud ¿Quién? ¿Cómo? ¿Por qué? Revista Salud Colectiva.
- Staffolani C. (2014). Sobre el concepto de Salud (página 23-26). En Enrí G y otros, Promoción de la Salud. Una experiencia Latinoamericana. Ed. Latín. (disponible en : <http://latinproject.org/books/promociondelasalud> CC BY-SA 3.0.pdf).
- Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual

Química Biológica

BASES MOLECULARES DE LA HERENCIA

Estructura de nucleótidos. Ejemplos de nucleótidos de importante función biológica. Estructura de ácidos nucleicos. Estructura general de ADN y ARN. Similitudes y diferencias. Diferentes tipos de de ARN: mensajero, ribosomal y de transferencia. Función general de cada uno de ellos. Cromatina. Concepto de gen. Replicación del ADN en células eucarióticas. Ubicación dentro del ciclo celular. Características y mecanismo. Enzimas involucradas.

TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA DESDE EL ADN A LA SÍNTESIS PROTEICA

Transcripción en células eucarióticas. Características y mecanismos. Enzimas involucradas y sus funciones. Diferencias fundamentales entre ADN polimerasa y ARN polimerasa. Síntesis de ARN precursor del mensajero. Procesamiento del ARN mensajero: formación del cap, cola poli A. Conceptos de intrón y exón. Splicing. Splicing alternativo.

Código genético: concepto de codón. Universalidad y degeneración del código. Mutaciones.

Síntesis de proteínas. Mecanismo: etapas y enzimas involucradas. Gasto energético. Modificaciones postraduccionales: plegamiento de proteínas, modificaciones covalentes (glicosilación y fosforilación). Tránsito de proteínas en la célula: péptido señal.

Generalidades del control de la expresión génica en eucariotes. Genes estructurales, genes reguladores y genes constitutivos. Diferentes niveles de la regulación génica: modificación del número y estructura de genes, regulación de la transcripción, maduración del ARN, nivel de traducción y modificaciones postraduccionales.

CONSTITUCIÓN QUÍMICA DE LAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS

Membranas celulares: composición química. Estructura y propiedades de los ácidos grasos como componentes de los lípidos de membrana. Estructura de los lípidos que componen las membranas biológicas: glicerofosfolípidos, esfingofosfolípidos, cerebrósidos y gangliósidos.

Características de las membranas: asimetría y fluidez. Función del colesterol en las membranas. Proteínas integrales y periféricas.

Taller de integración I: Membranas biológicas. Disponible en Material de Estudio de UP 2.

Bibliografía

- Ballina JC, Feldman S. Proteínas y Ácidos Nucleico; De los genes a las proteínas (incorporado en este manual).
- Curtis H, Barnes S, Schnek A, Massarini A. Curtis. Biología. Editorial Panamericana. 6a edición o superior.

Bibliografía general de la disciplina

- (De los capítulos de Lípidos de los textos, sólo considerar los contenidos referidos a la estructura de los lípidos pertenecientes a la membrana).
- Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual

Salud Mental

- Cultura, Salud Mental y subjetividad.
- Aportes del Psicoanálisis a la Salud Mental. Caracterización psicoanalítica del ser humano como sujeto, lugar y descentramiento del yo. El inconsciente, la interpretación de los sueños y la sexualidad infantil. Concepto de pulsión y libido.
- ¿Qué es la realidad humana?

- Constitución del psiquismo y aparato psíquico.
- Condiciones de las funciones parentales para la transmisión de la filiación simbólica.
- Familia-Formas familiares.

Bibliografía

- Será indicada en el Seminario y subida al aula virtual de Crecimiento y Desarrollo



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada UP y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con el docente y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Distingue las diferentes conceptualizaciones sobre la salud.			
Reconoce a la salud como un derecho			
Entiende los mecanismos de la herencia mendeliana.			
Conoce la estructura de los distintos ácidos nucleicos			
Describe la síntesis proteica			
Entiende el concepto de código genético			
Describe la composición de una célula			
Relaciona los diferentes componentes de la célula con el proceso de síntesis proteica.			

Integra los conceptos de herencia, gen y síntesis de proteínas			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



UNIDAD PROBLEMA 3

UNIDAD 03

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Verónica consulta en su centro de salud luego de leer un artículo periodístico que afirma que las células madre pueden curar muchas enfermedades de distintos órganos y tejidos adaptándose al medio que las rodea. Pregunta si esos tratamientos están disponibles.

Objetivos Generales Abordados:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad.
- Analizar los procesos simbólicos psicosociales que inciden en los procesos de “Salud Salud Mental”.
- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano.
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización, pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes.
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente, así como elemento integrador dentro del mismo sujeto.

Objetivos Específicos:

- Entender el concepto de proceso salud-enfermedad-atención
- Comprender la relación médico-paciente como un vínculo singular
- Entender el concepto de tejido y su clasificación histo-funcional
- Comprender como la composición a nivel molecular determina diferentes propiedades de las células
- Aplicar conocimientos adquiridos sobre división celular
- Diferenciar los fenómenos de transporte a través de las membranas celulares
- Entender el rol del agua y las soluciones en la vida celular y tisular.
- Reconocer la hematopoyesis como un modelo de diferenciación celular.

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Física Biológica

Contenidos

Dispersiones: concepto, clasificación. Concentración de una solución: concepto y formas de expresar la concentración. Diferencia entre concentración y cantidad de soluto. Dilución.

Flujo: concepto. Difusión. Ley de Fick. Clasificación de los tipos de transporte desde el punto de vista mecanístico: simple, facilitada, canales iónicos. Mecanismos de bombas. Clasificación de los tipos de transporte desde el punto de vista energético: activo y pasivo.

Bibliografía

- Dabin C, Carubini R, Crosetti D, Godoy N, Perez M. Dispersiones – Soluciones. Formas de expresar su concentración. Cátedra Física Biológica. Facultad de Ciencias Médicas, UNR (incorporado en este manual)
- Urli L, González J, Poggi J, Cinara L, Albornoz L, Davoli D, Aragon O, Luquita A. Transporte a través de membranas biológicas. Cátedra Física Biológica. Facultad de Ciencias Médicas, UNR (incorporado en este manual)
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual

Fisiología Humana

Contenidos

Concepto de difusión. Determinantes de la difusión en solutos con carga y en solutos sin carga. Gradientes químicos, eléctricos y de presión hidrostática. Concepto de flujo. Formas de expresar la concentración de solutos en los líquidos corporales. Molaridad, equivalencia, osmolaridad.

Movimiento de sustancias a través de barreras biológicas. Distribución iónica en los compartimentos líquidos del organismo. Tipos de transporte a través de membranas celulares. Transporte pasivo: difusión simple y difusión facilitada. Transporte activo: primario y secundario. Regulación del volumen celular.

Bibliografía

- Bibliografía general de la disciplina
- Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual

Medicina y Sociedad

Contenidos

Proceso salud-enfermedad-atención. Concepto. Su aplicación como herramienta de análisis de situación a escala poblacional.

Bibliografía

- Menéndez, E. (1993). Familia, participación social y proceso salud-enfermedad-atención. Acotaciones desde la perspectiva de la Antropología Médica. En: Familia y Participación Social. Universidad de Guadalajara.
- Menéndez, E. (1994). La enfermedad y la curación ¿Qué es la medicina tradicional? Revista Alteridades 4 (7).
- Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual

Histología y Embriología

Contenidos

Concepto de tejido histológico. Tejidos histológicos básicos, estructura y función de cada uno.

Tejido epitelial: características fundamentales. Clasificación. Epitelios de revestimiento, glandular y sensorial. Tejido epitelial glandular exócrino.

Tejido conectivo: características fundamentales. Tejido conectivo propiamente dicho: células, sustancia fundamental y fibras. Tejido adiposo.

Bibliografía recomendada

- Bibliografía general de la disciplina
- Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual

Inmunología

Aclaración: ESTE CONTENIDO SERÁ EVALUADO EN EL 3ER PARCIAL, JUNTO A LOS DEMÁS CONTENIDOS DE INMUNOLOGÍA

Contenidos:

- Célula Madre Hematopoyética: El microambiente que regula la diferencia-

ción Conceptos de autorrenovación, multipotencialidad y linajes (mieloide y linfoide).

- Células del sistema inmune, funciones y receptores: Descripción de las características y funciones básicas de los elementos figurados (Principalmente Leucocitos)

Bibliografía básica correspondiente a la respuesta inmunitaria

- Abbas, A y otros; 8va Edición. "Inmunología celular y molecular" Capítulo 2: Células y tejidos del sistema inmunitario (13-34)
- Material didáctico del Seminario dictado por docentes de la Dis. Inmunología



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada UP y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con el docente y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Comprende el concepto de tejido y órgano			
Diferencia y describe los diferentes tipos de tejidos			
Comprende las bases de los distintos mecanismos de transporte a través de la membrana celular			
Relaciona la composición de la membrana celular con los mecanismos de transporte a través de ella			
Conoce la evolución histórica del concepto de proceso Salud-Enfermedad –Atención			
Reconoce las características del vínculo médico-paciente			
Diferencia los distintos tipos de división celular			
Reconoce las diferencias entre el medio intra y extracelular			
Entiende la importancia del medio en la diferenciación celular			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



UNIDAD PROBLEMA 4

UNIDAD 04

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

María cursa su primer mes de embarazo. Acompañada por su pareja, concurre al centro de salud para informarse acerca de qué cuidados deben tener en cuenta para cursar un embarazo saludable. Menciona también que está preocupada porque notó un cambio en la coloración de su piel recientemente.

Objetivos generales abordados:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad.
- Analizar los procesos simbólicos psicosociales que inciden en los procesos de “Salud Salud Mental”.
- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano.
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización, pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes.
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente, así como elemento integrador dentro del mismo sujeto.

Objetivos específicos

- Iniciarse en la comprensión de las etapas del embarazo como un acontecimiento normal, fisiológico y social.
- Relacionar el proceso de la concepción con los conceptos de división celular y herencia
- Reconocer el vínculo entre las estructuras embrionarias y los diferentes tejidos descritos en el ser humano
- Integrar conceptos básicos de aparato reproductor femenino y masculino
- Reconocer la importancia de la promoción de los cuidados prenatales y su relación con las primeras etapas del desarrollo embrionario.
- Identificar y relacionar las prácticas y representaciones sociales
- Profundizar aspectos de la constitución del aparato psíquico
- Reconocer a la piel como órgano. Relacionar su estructura con sus funciones
- Diferenciar los distintos mecanismos de comunicación intercelular
- Comprender la importancia de los potenciales bioeléctricos en la transmisión de señales

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Crecimiento y Desarrollo

Contenidos

Promoción para embarazo saludable. Carnet perinatal.

Bibliografía

- Ministerio de salud de la Nación. Recomendaciones para la práctica del control preconcepcional, prenatal y puerperal. Año 2012. (pp 28-45). comunidades2.campusvirtualunr.edu.ar/pluginfile.php/1531151/mod_resource/content/2/Control%20preconcepcional%20prenatal%20y%20puerperal%202012.pdf
- Carnet Perinatal. Disponible en Campus virtual. comunidades2.campusvirtualunr.edu.ar/mod/folder/view.php?id=187450

Anatomía Normal

Contenidos

Generalidades del sistema genital femenino. Ovario: morfología, ubicación, relaciones, medios de fijación. Trompas uterinas: morfología, ubicación, relaciones, segmentos. Útero: morfología, ubicación, relaciones, medios de fijación. Vagina: morfología, ubicación, relaciones. Vulva: constitución. Generalidades del sistema genital masculino. Testículo: morfología, ubicación, relaciones. Epidídimo: morfología, porciones, ubicación, relaciones. Vías espermáticas (conducto deferente, vesículas seminales, conducto eyaculador, uretra): morfología, ubicación, relaciones. Constitución del cordón espermático. Glándulas anexas (próstata y glándulas bulbouretrales): morfología, ubicación, relaciones. Pene: morfología, constitución. Escroto.

ACLARACIÓN:

A modo de conseguir una mejor distribución de contenidos en las evaluaciones parciales se incorpora en esta Unidad: Generalidades de SNC y SNP. Funciones. Órganos Constituyentes. Sustancia gris y blanca (disposición en cada órgano). Generalidades de Meninges y Líquido cefalorraquídeo.

Bibliografía

- Yaber F. Nociones básicas del aparato genital masculino. Cátedra de Anatomía Normal. Facultad de Ciencias Médicas, UNR (disponible en el campus virtual).
- Demeglio F. Nociones básicas de la anatomía normal del aparato genital femenino. Cátedra de Anatomía Normal. Facultad de Ciencias Médicas, UNR (disponible en el campus virtual).

Histología y Embriología

Contenidos

Introducción al desarrollo embrionario y fetal humano.

Fecundación. Períodos del desarrollo y principales eventos en cada etapa. Primeras semanas del desarrollo. Período pre-embrionario: primera, segunda y tercera semana. Período embrionario: cuarta a novena semana. Principales cambios morfológicos y funcionales ocurridos en el período fetal. Placenta: formación y vellosidades placentarias. Función.

Asociación de tejidos para formar órganos. Piel: capas. Anexos cutáneos

Bibliografía

- Arteaga Martínez, García Peláez. (2021). Embriología Humana y Biología del desarrollo. Editorial Médica Panamericana.
- Carlson. (2020). Embriología Humana y Biología del desarrollo. Editorial Elsevier.
- Flores. (2015). Embriología Humana. Editorial Médica Panamericana.
- Moore, Persaud. (2020). Embriología clínica. Editorial Elsevier.
- Rohen, Lütjen-Drecoll. (2008). Embriología funcional. Editorial Médica Panamericana.
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual

Medicina y Sociedad

Contenidos

Promoción de la salud. Definición. Historia. Pre-requisitos de la Promoción de la Salud. Empoderamiento.

Representaciones y prácticas sociales. Definición de representación social y práctica social. Importancia y aplicación en la interpretación de los Procesos de salud-enfermedad-atención.

Bibliografía

- Organización Mundial de la Salud. (1988). Carta de Ottawa.
- Organización Mundial de la Salud. (1997). Declaración de Yakarta.
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual.
- Raiter A. (2002). Representaciones sociales. En: Raiter y otros, Representaciones sociales. Editorial Eudeba.
- Staffolani C. Prácticas y representaciones sociales. medicinaysociedad.wordpress.com
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual y en el sitio medicinaysociedad.wordpress.com/

Física Biológica

Contenidos

Bases biofísicas de los procesos de comunicación celular. Potencial de reposo de la membrana celular. Potencial de acción. Rol del transporte de sustancias a través de la membrana. Estado de equilibrio y estacionario.

Potencial de equilibrio. Ecuación de Nernst. Generación del potencial de reposo de la membrana celular. Ecuación de Goldman. Potencial de bombeo. Cambios en el potencial de reposo de la membrana. Potencial de acción. Equilibrio Gibbs-Donnan.

Bibliografía

- Bertoluzzo S, Bazzoni G, Perez M, Parente F, Cabrera D, Baravalle J. Bases físicas de los fenómenos bioeléctricos. Cátedra de Física Biológica. Facultad de Ciencias Médicas, UNR (incorporado en este manual).
- Montoreano R. (septiembre de 2005). La conducción del impulso nervioso. En: Montoreano R. Manual de Fisiología y Biofísica para estudiantes de Medicina. Edición electrónica. http://www.fundabiomed.fcs.uc.edu.ve/inicio_montoreano.html
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual

Fisiología Humana

Contenidos

Comunicación intercelular. Concepto de comunicación. Coordinación de las funciones corporales por mensajeros químicos. Tipos de comunicación (autócrina, parácrina, yuxtácrina, endocrina y nerviosa). Mediadores químicos o mensajeros primarios. Ubicación de los receptores en la célula blanco. Mecanismos de acción en los receptores ubicados en la membrana celular. Segundos Mensajeros: AMPc; GMPc; entre otros. Receptores asociados a la tirosina quinasa. Mecanismos de acción en los receptores intracelulares.

Electrofisiología. Potenciales bioeléctricos. Potencial de transmembrana en reposo: sus determinantes. Concepto de potencial de equilibrio de unión. Potenciales electrotónicos o locales. Concepto de umbral de excitación. Potencial de acción (PA).

Bibliografía

- Bibliografía general de la disciplina.
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual.



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada UP y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con el docente y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Comprende el concepto de promoción de la salud			
Aplica los conceptos de representaciones y prácticas sociales a los procesos de Salud-Enfermedad- Atención			
Diferencia los distintos mecanismos de comunicación intercelular			
Conoce los tejidos que forman parte de la piel y su relación con sus funciones			
Relaciona la estructura de la piel con sus funciones			
Relaciona los mecanismos de transporte con la generación y mantenimiento de los potenciales bioeléctricos			
Comprende los determinantes del potencial eléctrico transmembrana			
Reconoce la organización del carnet perinatal y la importancia de los cuidados prenatales			
Conoce las generalidades de la anatomía del aparato genital femenino y masculino			

Reconoce los procesos implicados en las primeras semanas del desarrollo embrionario			
Jerarquiza la relevancia del aparato psíquico en la constitución del sujeto			
Diferencia los conceptos de sujeto e individuo			



MODULO NIÑEZ



UNIDAD PROBLEMA 5

UNIDAD 05

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En la maternidad nace Juan, la médica lo controla para evaluar si se encuentra saludable. Ya en su casa, su hermana Sofía, de 3 años, se sorprende al observar que se sobresalta ante los ruidos de sus juguetes. Pregunta: ¿Podré jugar con él?

Objetivos generales abordados:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad.
- Analizar los procesos simbólicos psicosociales que inciden en los procesos de “Salud Salud Mental”.
- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano.
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización, pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes.
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente, así como elemento integrador dentro del mismo sujeto.

Objetivos generales abordados:

- Reflexionar sobre la promoción de la salud del recién nacidos (RN).
- Reconocer los procesos de crecimiento y desarrollo en el RN saludable.
- Comprender el desarrollo en la infancia como resultado de la interacción de variables genéticas, ambientales y culturales. Relacionar con conceptos de Promoción de la Salud.
- Comprender los procesos del desarrollo del niño/a desde una mirada singularizante.
- Relacionar las características del tejido nervioso con su función.
- Describir el modo en que se transmite la información entre los distintos componentes del sistema nervioso.
- Conocer los diferentes niveles de organización del sistema nervioso y cómo los mismos se relacionan entre sí durante la maduración postnatal.
- Jerarquizar el rol de la médula espinal y el tronco encefálico en la transmisión de la información y en la actividad refleja.
- Entender la actividad refleja como una forma de organización básica del sistema nervioso para la regulación del organismo.

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Crecimiento y Desarrollo

Contenidos

Recién Nacido (RN) saludable. Evaluación sistemática del RN a término, clasificación según peso y edad gestacional. Test de Capurro. Antropometría 0-28 días. Configuración de la cabeza, tronco y extremidades. Cabeza: características, evaluación de las fontanelas. Piel: aspecto, color, sensibilidad. Peso, talla y perímetro cefálico. Signos de vitalidad del RN. Vitalidad del recién nacido: esfuerzo respiratorio, tono muscular, coloración de la piel, reflejos. Promoción de la salud del RN y el niño.

Evaluación del desarrollo del niño desde el nacimiento hasta los 2 años de edad. Crecimiento. Desarrollo. Reflejos arcaicos.

Bibliografía

- *Bibliografía disponible en el campus virtual*

Anatomía Normal

Contenidos

Médula espinal. Tallo encefálico. Características generales. Núcleos sensitivos, motores y vegetativos). Haces (configuración interna). Envolturas. Irrigación.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual <https://comunidades2.campusvirtualunr.edu.ar/mod/url/view.php?id=182230>*

Histología y Embriología

Contenidos

Tejido nervioso. Clasificación. Células que lo componen y sus funciones. Tejido

nervioso del sistema nervioso central: sustancia gris, sustancia blanca. Sistema nervioso periférico: nervios, ganglios y plexos periféricos.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual*

Fisiología Humana

Contenidos

Propagación del Potencial de Acción (PA). Efecto de la mielina en la velocidad de propagación del PA. Potencial de acción compuesto. Medición de la velocidad de conducción nerviosa. Comunicación nerviosa: Sinapsis eléctricas: su estructura y ubicación. Sinapsis químicas: estructura. Neurotransmisores (síntesis, almacenamiento, liberación, tipos de mecanismos de acción). Potenciales post-sinápticos excitatorios e inhibitorios. Unión neuromuscular.

Reflejos: Definición. Bases neuroanatómicas de la respuesta refleja: Receptores, componentes neuronales, efectores.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual.*

Salud Mental

Contenidos

- Familias, infancias y Salud Mental
- Hacia una deconstrucción del concepto de infancias, funciones parentales y la responsabilidad simbólica de nominar.
- Constitución subjetiva-Identificación, narcisismo y resolución del Complejo de Edipo en la primera infancia
- Procesos socioafectivos y sociocognitivos- Aprendizaje y lenguaje
- Infancias, la función del jugar y la Salud Mental

Bibliografía

- *Será indicada en el Seminario y subida al aula virtual de Crecimiento y Desarrollo*



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad Problema y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo, por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Describe adecuadamente al RN saludable y fundamenta la importancia de la promoción de la salud en esta etapa			
Reconoce aspectos del crecimiento y el desarrollo del RN			
Conoce las estructuras craneales involucradas en la evaluación del RN			
Conoce las diferentes etapas del desarrollo intelectual y cognitivo y su aplicación al RN			
Describe las estructuras del sistema nervioso diferenciando las características del sistema nervioso central (SNC) y periférico (SNP) en cuanto a estructura y función.			
Relaciona entre sí a los diferentes órganos del SNC			
Comprende los principios básicos de bioelectricidad que determinan los diferentes potenciales eléctricos a través de la membrana			
Describe el arco reflejo			
Puede relacionar la anatomía de los pares craneales con alguno de los reflejos arcaicos estudiados			



UNIDAD PROBLEMA 6

UNIDAD 06

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Verónica concurre al Centro de Salud porque está preocupada porque su hijo de 2 años pronuncia muy pocas palabras. El año que viene empezará a concurrir al jardín y teme que eso pueda interferir con su aprendizaje. Se pregunta si no será mejor sacar turno con un especialista en el hospital.

Objetivos generales abordados:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad de ser bio-psico-social.
- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano.
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes.
- Comprender la Promoción de la Salud desde el campo de la Atención Primaria
- Conocer y evaluar el crecimiento y el desarrollo en las diferentes etapas del ciclo vital.
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente y como elemento integrador dentro del mismo sujeto.

Objetivos específicos:

- Jerarquizar la atención primaria como estrategia para garantizar el derecho a la salud.
- Relacionar las diferentes partes del cerebro con su función
- Integrar los distintos componentes del tejido nervioso en los órganos que lo componen.
- Comprender cómo los procesos de maduración a distintos niveles permiten la aparición de nuevas funciones.
- Entender los diferentes ritmos de la maduración en la infancia.

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Anatomía Normal

Contenidos

Cerebro. Cerebelo. Características generales. Sustancia gris y blanca. Envolturas.

Bibliografía

- Bibliografía general de la disciplina
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual

Crecimiento y Desarrollo

Contenidos

Evaluación del desarrollo de los 2 a los 6 años de edad.

Bibliografía

- Bibliografía disponible en el Campus Virtual.

Histología y Embriología

Contenidos

Cerebro, cerebelo y médula espinal. Meninges, plexos coroideos, cavidades encéfalo-medulares. Principales células y sus funciones. Capas. Vainas neurológicas.

Bibliografía

- Bibliografía general de la disciplina
- Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual

Medicina y Sociedad

Contenidos

Concepto de Atención Primaria de la Salud (APS). Sistema de salud. Declaración de Ama Ata. Definición de APS. Principios de la APS. Historia de la APS desde Alma Atta. Diferentes visiones de APS.

Bibliografía

- Organización Mundial de la Salud. (1978). Atención Primaria de salud. Informe conjunto de la OMS y UNICEF. Declaración de Alma Atta.
- D'andrea, L. (2014). Historia de la promoción de la salud. (página 13-20). En: Enría G. y otros, Promoción de la Salud. Una experiencia latinoamericana. Editorial Latín (disponible en medicinaysociedad.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/05/promocion_de_la_salud_cc_by-sa_3-0.pdf)
- Quizhpe P, Monsalvo J. (2004). ¡La lucha continua, los sueños persisten! (cap. I), Reflexiones en la búsqueda colectiva. Construyendo caminos saludables (cap. III). En: Salud: amor y libertad. Editorial Universidad de Cuenca.
- Staffolani, C. (2014). De la Salud para Todos en el año 2000 a la Salud en Todas las Políticas. En: Enría, G y otros. Promoción de la salud. Una perspectiva latinoamericana. Editorial Latín (disponible en medicinaysociedad.wordpress.com)



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad Problema y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo, por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Describe la neurotransmisión básica en el sistema nervioso			
Conoce los mecanismos del aprendizaje y la memoria			
Describe al cerebro y reconoce sus diferentes partes			
Relaciona la histología de los órganos del SNC con sus características macroscópicas			
Comprende la irrigación del sistema nervioso			
Diferencia las distintas visiones sobre Atención Primaria de Salud			
Comprende su organización por niveles de atención			
Relaciona las diferentes partes del cerebro con su función			
Reconoce la importancia del lenguaje en el desarrollo cognitivo			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



UNIDAD PROBLEMA 7

UNIDAD 07

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Camila concurre a jardín de 5 años. Con sus compañeros realiza la actividad “¿Adivina qué es?”, en el cual deben adivinar que objeto tienen en las manos valiéndose sólo del tacto. Le comenta a Silvina, su madre, que disfruta del juego.

Objetivos generales abordados:

- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano.
- Comprender la Promoción de la Salud desde el campo de la Atención Primaria.
- Conocer y evaluar el crecimiento y el desarrollo en las diferentes etapas del ciclo vital.
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente y como elemento integrador dentro del mismo sujeto.

Objetivos específicos:

- Jerarquizar los derechos de las infancias.
- Comprender las bases fisiológicas de las modalidades sensoriales cutáneas, profundas y viscerales.
- Describir los diferentes componentes de las vías de conducción relacionándolos con su función.
- Aplicar conocimientos sobre proceso salud-enfermedad-atención.

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Anatomía Normal

Contenidos

Vías de conducción nerviosas. Motoras y de la Sensibilidad General. Anatomía de los nervios craneanos en el endocráneo.

Irrigación de Sistema Nervioso. Sistema carotideo. Sistema Subclavio. Senos venosos.

Envolturas meníngeas. LCR. Sistema ventricular

Actividades

- *Seminario Disciplinar: Anatomía de las vías de conducción.*

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual*

Fisiología Humana

Contenidos

Procesos Sensoriales. Conceptos generales relacionados a adquisición y transmisión de la Información. Receptores sensoriales: morfología y función. Mecanismo de transducción. Estímulo adecuado. Potencial del Receptor. Potencial generador. Adaptación del receptor. Características del estímulo: Modalidad sensorial, Intensidad, Localización, Número de estímulos aplicados. Codificación de las características del estímulo. Concepto de Inhibición lateral y de inhibición aferente. Adaptación central de la información sensorial. Campos receptivos. Representación cortical de la información periférica. Concepto de plasticidad. Función de la experiencia y/o uso de la zona representada.

Sensibilidad somática. Tipos de Modalidades Sensoriales Somáticas: Tacto-Pre-sión, Temperatura cutánea, Dolor, Posición-Movimiento articular, Estiramiento-tensión muscular. Concepto de Propiocepción. Concepto de sensación simple, de sensación compleja y de Percepción. Componentes morfológicos de cada Modalidad Sensorial: Receptores, tipo de axones aferentes involucrados, sitios

de relevo sináptico, destino o destinos de la información.

Modalidades sensoriales con alta y con baja capacidad de discriminación de las características del estímulo: Sus diferenciales morfológicas y funcionales (convergencia, divergencia, transmisión punto a punto, inhibición lateral). Corteza somatosensorial distribución somatotópica. Concepto de dermatoma. Regla de los dermatomas. Concepto de metámera medular. Participación de la información sensorial en el mantenimiento de los ciclos sueño-vigilia, en la atención y en la memoria.

Actividades

- *Seminario disciplinar: Procesos sensoriales*



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad Problema y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo, por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Conoce los derechos de las infancias			
Conoce el recorrido anatómico de las diferentes vías de conducción			
Relaciona el concepto de modalidad sensorial con las diferentes vías de conducción			
Diferencia funcional y estructuralmente las modalidades sensoriales discriminativas y no discriminativas			
Reconoce los conceptos de campo receptivo, campo nervioso y dermatoma			
Comprende el rol de las cortezas sensitivas en el procesamiento de la información			
Comprende la importancia de la locomoción en la vida de relación y la salud del adulto mayor.			
Utiliza elementos de la Promoción de la Salud para abordar las problemáticas de la niñez			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



MÓDULO ADOLESCENCIA



UNIDAD PROBLEMA 8

UNIDAD 08

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Santiago de 12 años es el más bajo del grado y por ello ha abandonado algunas actividades que realizaba con sus amigxs. Sus padres lo acompañan al control médico.

Objetivos generales abordados:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad de ser bio-psico-social.
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes.
- Conocer y evaluar el crecimiento y el desarrollo en las diferentes etapas del ciclo vital.
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente y como elemento integrador dentro del mismo sujeto.

Objetivos específicos:

- Reconocer el concepto de adolescencia como una construcción socio histórico cultural.
- Iniciarse en la comprensión psico-afectiva e intelectual de la adolescencia
- Identificar el desarrollo embriológico y describir las características principales de las glándulas endócrinas.
- Entender el rol del sistema endócrino en la regulación de los procesos corporales
- Comprender los mecanismos de regulación de los niveles hormonales.
- Reconocer las expresiones corporales del crecimiento y desarrollo en la pubertad
- Indagar sobre los procesos de revisión de las identificaciones en el tiempo de la adolescencia.
- Reconocer la importancia de los otros pares en la adolescencia.

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Anatomía Normal

Contenidos

Hipotálamo. Hipófisis.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*

Biología

Contenidos

Percentilos.

Bibliografía

- *Castelli B, Montenegro S, Tarrés M. Qué son los percentilos. Cátedra de Biología, Facultad de Ciencias Médicas, UNR (incorporado en este manual).*

Crecimiento y Desarrollo

Contenidos

Expresiones corporales del crecimiento y desarrollo. Pubertad. Antropometría. Desarrollo genital. Caracteres sexuales secundarios. Caracterización cronológica de los aspectos madurativos. Variables relevantes en el seguimiento del crecimiento.

Actividades

- *Práctica pre-profesional (obligatoria): Introducción a la Antropometría*

Bibliografía

- *Bibliografía disponible en el Campus virtual*

Fisiología Humana

Contenidos

Sistema endócrino: aspectos generales, conformación, funciones principales. Glándulas, tejidos y células endócrinas. Hormonas: definición, clasificación química, mecanismos de acción. Mecanismos de regulación de la función endócrina.

Eje hipotálamo-hipofiso-tiroideo, eje somatotrófico. Aspectos anatómicos. Mediadores químicos involucrados: estructura química, síntesis, células blanco, receptores, efectos más relevantes, regulación.

Regulación del Crecimiento. Mediadores químicos involucrados. Factores de crecimiento.

Eje hipotálamo-hipofiso-gonadal: aspectos anatómicos y hormonas involucradas, efectos más relevantes de la testosterona y el estradiol

Desarrollo puberal: Cambios asociados al impacto de las hormonas gonadales sobre los tejidos blanco durante el desarrollo puberal. Caracteres sexuales primarios y secundarios.

Pico puberal de crecimiento.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual*

Histología y Embriología

Contenidos

Tejido epitelial glandular endócrino. Órganos del sistema endócrino. Estructura histológica de los mismos, células que lo componen y sus funciones.

Sistema APUD (sistema de células endocrinas unicelulares)

Bibliografía:

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material realizado por la Disciplina, disponible en el campus virtual*

SALUD MENTAL**Contenidos - Sociedad, adolescencias y Salud Mental**

- Pubertad- Adolescencia.
- Del complejo de Edipo a la metamorfosis de la pubertad.
- La adolescencia como pasaje.
- Lugar de los padres.
- Agentes de subjetivación no familiares- Las identificaciones.
- Versiones adolescentes.
- Adolescencias y Salud Mental, la importancia de los proyectos participativos.

Bibliografía

- *Será indicada en el Seminario y subida al aula virtual de Crecimiento y Desarrollo*



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad Problema y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo, por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Diferencia adolescencia de pubertad			
Comprende los cambios psicosociales de la adolescencia			
Reconoce la adolescencia como una construcción socio histórico cultural			
Utiliza correctamente la Escala de Tanner			
Evalúa adecuadamente el crecimiento a través de percentilos			
Comprende los mecanismos de comunicación y regulación del sistema endócrino			
Entiende el funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-glándula			
Describe las funciones de las hormona de crecimiento y de las hormonas sexuales			

Conoce las glándulas endócrinas implicadas y las relaciona con conceptos de tejido epitelial			
Relaciona los factores que influyen en el crecimiento con los conceptos de geno y fenotipo			
Integra los conceptos de adolescencia, desarrollo y crecimiento puberal con los cambios hormonales de esta etapa			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



UNIDAD PROBLEMA 9

UNIDAD 09

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Juan, de 15 años, se vacunó contra la enfermedad del Covid-19. Luego de aplicarse la vacuna notó dolor y tumefacción en el brazo y debajo de la axila. Consulta para saber si es necesario realizar un test de anticuerpos y si la vacuna será obligatoria.

Objetivos generales abordados:

- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes
- Comprender la Promoción de la Salud desde el campo de la Atención Primaria
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente y como elemento integrador dentro del mismo sujeto

Objetivos específicos:

- Comprender la importancia de la vacunación como una acción necesaria para la salud individual y colectiva
- Reconocer a la vacunación como una estrategia de prevención de enfermedades
- Conocer los componentes del sistema inmune relacionados con los procesos de la inmunidad natural y adquirida
- Iniciarse en la comprensión de la respuesta inmune
- Comprender las diferentes formas de clasificar la respuesta inmune

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Crecimiento y desarrollo

Contenidos

Análisis del carnet de vacunación y adherencia al Programa Ampliado de Inmunizaciones.

Bibliografía

- Asociación Española de Pediatría. Manual de vacunas en línea. Disponible en: <https://vacunasaep.org/documentos/manual/manual-de-vacunas>
- Ministerio de Salud de la Nación. Recomendaciones nacionales de vacunación Argentina 2012 (disponible en campus virtual)

Histología y Embriología

Contenidos

Tejido sanguíneo: componentes de la sangre: plasma y elementos figurados, sus funciones.

Tejido hemocitopoyético: clasificación, principales componentes y funciones.

Tejido linfático: clasificación, células que lo componen y funciones.

Órganos linfoides primarios y secundarios: nociones generales de su organización histológica.

Bibliografía:

- Bibliografía general de la disciplina
- Material elaborado por la disciplina, disponible en campus virtual

Inmunología

Contenidos

Concepto de sistema inmune, respuesta inmune e inmunidad. Componentes del sistema inmunitario, órganos, células y moléculas. Órganos linfoides primarios y secundarios. Estructura y función. Concepto de recirculación linfocitaria.

Características de la inmunidad natural o innata. Diversidad de elementos ce-

lulares y humorales que intervienen en la respuesta innata. Concepto de inflamación. Células fagocíticas y granulares, mecanismos de los que disponen para la destrucción de antígenos. Componentes humorales de la respuesta innata: intermediarios en la comunicación celular y de sistemas. Concepto de sistema de complemento.

Concepto de inmunidad adquirida. Antígenos: concepto. Moléculas biológicas capaces de desencadenar respuesta inmune. Células presentadoras de antígenos. Subpoblaciones linfocitarias: linfocitos B y clases de linfocitos T: colaboradores y citotóxicos. Conceptos de presentación y reconocimiento antigénico. Receptores para antígenos de LB y LT. Diferencia en la forma de reconocimiento del antígeno del LB y LT. Etapa de activación, proliferación y diferenciación de LB y LT ayudantes o helpers. Respuesta inmune humoral. Cooperación Th-B. Clases de inmunoglobulinas: estructura y características de cada isotipo. Funciones biológicas de los anticuerpos. Respuesta inmune primaria y secundaria de anticuerpos. Concepto de memoria inmunológica. Concepto de inmunidad activa: natural y artificial, e inmunidad pasiva: natural y artificial. Fundamento de la vacunación

Bibliografía obligatoria

- Curtis, H y otros. "Biología". Buenos Aires, Panamericana, 7ª edición, Sección 6. Cap. 40 (pág. 754-771)
- Abbas, A y otros; 8va Edición. "Inmunología celular y molecular" Capítulo 1: Propiedades y generalidades de las respuestas inmunitarias, (pág 1-12) y Capítulo 2: Células y tejidos del sistema inmunitario (13-34)
- Material didáctico del Seminario dictado por docentes de la Dis. Inmunología

Bibliografía optativa

- Alberts B y otros. Biología Molecular de la Célula. Cap. 24 pp 1363-1384 y 1392-1420. Cap. 25 pp 1453-1462.
- Rojas Montoya, William. Inmunología. CBI (Corporación para Investigaciones Biológicas).

Química Biológica

Contenidos

INMUNOGLOBULINAS: PROTEÍNAS INVOLUCRADAS EN EL MECANISMO DE DEFENSA

Anticuerpos. Estructura de las inmunoglobulinas. Zonas constantes, variables e hipervariables.

Sitio de unión al antígeno. Fragmentos Fab y Fc. Isotipos de cadenas pesadas: Ig

G, Ig A, Ig M, Ig D e Ig E. Tipos de cadenas livianas. Funciones generales de las diferentes clases de Inmunoglobulinas.

Taller de integración II: Estructura y función de las inmunoglobulinas (**negrita**).

Disponible en Material de Estudio de UP 9

Bibliografía:

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material realizado por la disciplina, disponible en el campus virtual*



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad Problema y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo, por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Jerarquiza el rol de la vacunación en la salud colectiva			
Comprende el valor ético de la vacunación			
Maneja los fundamentos del calendario nacional de vacunación			
Reconoce los componentes del sistema inmune			
Describe las características del tejido inmune, sanguíneo y hematopoyético			
Clasifica las diferentes formas de inmunidad			
Distingue la inmunidad innata de la adquirida			
Diferencia la respuesta inmune primaria de la secundaria			

Describe la respuesta inmune celular y humoral			
Relaciona la estructura química de las proteínas con la estructura y función de las inmunoglobulinas			
Explica los fundamentos de la vacunación a partir del conocimiento de la respuesta inmune			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



MODULO ADULTEZ



UNIDAD PROBLEMA 10

UNIDAD 10

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

José tiene 35 años, desde hace 20 trabaja en una empresa de carga y descarga. Suele transportar objetos pesados encima del hombro. Concorre a control porque en los últimos meses nota dificultad para hacerlo y dolor en todo el brazo al terminar la jornada laboral.

Objetivos generales abordados:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad de ser bio-psico-social
- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes
- Comprender la Promoción de la Salud desde el campo de la Atención Primaria
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente y como elemento integrador dentro del mismo sujeto

Objetivos específicos:

- Jerarquizar la promoción de la salud en el adulto joven
- Entender la complejidad del dolor en sus dimensiones biológicas, psicológicas y sociales
- Integrar la estructura del miembro superior con sus funciones motoras y sensitivas
- Relacionar la estructura microscópica del tejido muscular con su función
- Interrogar las condiciones de posibilidades y límites que el malestar en la cultura impone en la vida adulta

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Anatomía Humana

Contenidos

Sistema Esquelético Y Sistema Articular Del Miembro Superior. Huesos. Clavícula. Escápula. Húmero. Cúbito. Radio. Carpo. Metacarpo. Falanges. Articulaciones: Cintura Escapular. Hombro. Codo. Antebrazo. Muñeca. Mano. Miembro Superior. Sistema esquelético y sistema articular (recuperar conocimientos de UP1). Sistema muscular. Grupos. Planos. Músculos en particular. Inserción de origen e inserción terminal. Acción. Inervación. Vascularización. Irrigación arterial. Arterial axilar. Arteria humeral o braquial. Arteria cubital. Arteria radial. Arco palmar profundo. Arco palmar superficial. Pulsos. Drenaje venoso. Sistema superficial y profundo. Drenaje linfático. Inervación. Plexo braquial. Ubicación. Constitución. Ramas terminales y ramas colaterales. Topografía.

Bibliografía

- Boglioli A, Cabral ME, Calgaro G. *Estudio Anatomofuncional de Miembro Superior (incorporado en este manual)*
- Olivier Ibarra LO, Orieta DL. *Topografía del miembro superior (incorporado en este manual)*
- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material elaborado por la disciplina, disponible en campus virtual*

Fisiología Humana

Contenidos

Fisiología del dolor: Tipos de dolor y características anatomofisiológicas. Concepto de Hiperalgesia primaria y secundaria. Concepto de Dolor referido. Control de la percepción del dolor. Rol de las endorfinas. Concepción del asta dorsal de la médula espinal como compuerta al dolor. Rol de la estimulación nerviosa transcutánea y de la estimulación medular.

Bibliografía:

- *Bibliografía general de la disciplina*

Histología y Embriología

Contenidos

Tejido muscular. Clasificación y funciones. Tejido muscular liso, estriado esquelético y estriado cardíaco. Características morfológicas de las diferentes variedades de tejido muscular.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material elaborado por la disciplina, disponible en campus virtual*

Salud Mental

Contenidos - Condiciones de cultura, Adultez y Salud Mental

- Cultura y malestar
- Lo pulsional en la vida
- La adultez: balanceo entre placer y realidad
- Los avatares en la vida adulta: crisis, asedios y posibles.
- Adultez , condiciones de cultura y Salud Mental

Bibliografía

- *Será indicada en el Seminario y subida al aula virtual de Crecimiento y Desarrollo*



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad Problema y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo, por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Describe las principales estructuras óseas, articulares musculares, nerviosas y vasculares del miembro superior			
Conoce el recorrido anatómico de la vía de conducción del dolor			
Diferencia y describe las distintas variedades de tejido muscular			
Integra los conocimientos de tejido muscular esquelético con las características de los huesos y articulaciones del miembro superior para entender los diferentes movimientos del mismo			
Comprende el rol de las distintas áreas cerebrales en la dimensión afectiva del dolor			
Utiliza elementos de la Promoción de la Salud para abordar las problemáticas de la adultez			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



MÓDULO ADULTEZ MAYOR



UNIDAD PROBLEMA 11

UNIDAD 11

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Beatriz tiene 71 años, consulta al centro de salud ya que nota que sus piernas no la sostienen como antes y eso le dificulta el caminar. El médico le recomienda que salga con mayor frecuencia. Está muy temerosa porque su pareja falleció hace un año y en el barrio se viven episodios de violencia.

Objetivos generales abordados:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad de ser bio-psico-social
- Entender los derechos humanos como expresión de la condición humana y a la salud como un derecho humano
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes
- Comprender la Promoción de la Salud desde el campo de la Atención Primaria
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente y como elemento integrador dentro del mismo sujeto

Objetivos específicos:

- Aplicar conceptos de promoción de la salud en el adulto mayor
- Entender el impacto de los cambios sociales en la vida del adulto mayor.
- Comprender el rol de los diferentes niveles de regulación en la marcha normal y su relación a través de las vías de conducción descendentes y ascendentes
- Entender el rol de los tejidos de sostén en la bipedestación y la marcha
- Comprender la anatomía y la función de los diferentes componentes del aparato locomotor
- Interrogar las condiciones de transitoriedad y finitud en la vida adulta

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Anatomía Humana

Contenidos

Sistema Esquelético Y Sistema Articular Del Miembro Inferior. Huesos. Coxal. Fémur. Rótula. Tibia. Peroné. Tarso. Metatarso. Falanges. Articulaciones: Cintura pélvica. Rodilla. Pierna. Tobillo. Pie. Sistema muscular. Grupos. Planos. Músculos en particular. Inserción de origen e inserción terminal. Acción. Inervación. Vascularización. Irrigación arterial. Arteria ilíaca externa. Arteria femoral. Arteria poplítea. Tronco tibioperoneo. Arteria tibial anterior. Arteria pedia (dorsal del pie). Arterias plantares. Pulsos. Drenaje venoso. Sistema superficial y profundo. Drenaje linfático. Inervación. Plexo lumbar. Plexo sacro. Ubicación. Constitución. Ramas terminales y ramas colaterales. Topografía. Anatomía funcional del pie.

Marcha Normal. Definición. Fases de la marcha. Descripción.

Bibliografía

- Boglioli A, Cabral ME, Calgaro G. *Estudio Anatomofuncional de Miembro Inferior (incorporado en este manual)*
- Paleari A. *Marcha normal (incorporado en este manual)*
- Olivier Ibarra LO, Orieta DL, Bellini M. *Topografía de miembro inferior (incorporado en este manual)*
- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material elaborado por la disciplina, disponible en campus virtual*

Fisiología Humana

Contenidos

Reflejo miotático, reflejo miotático inverso y reflejo de retirada: estructura, función, estímulo adecuado y respuesta. Control de los reflejos espinales por las estructuras superiores.

Fisiología del envejecimiento: Muerte celular programada o apoptosis. Diferencias con el proceso de necrosis. Mecanismos bioquímicos básicos. Cambios en el sistema nervioso y endócrino asociados al envejecimiento

Bibliografía:

- *Agüero R. Aspectos generales de la actividad nerviosa refleja (incorporado en este manual)*
- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material elaborado por la disciplina, disponible en campus virtual*

Histología y Embriología

Contenidos

Tejido óseo y tejido cartilaginoso. Tejido óseo: clasificación y funciones. Células principales: osteoblastos, osteoclastos, osteocitos. Sustancia intercelular. Mineralización. Organización histológica del tejido óseo compacto y esponjoso. Endostio y periostio: capas, células que los integran. Tejido cartilaginoso: características fundamentales y clasificación. Células y funciones. Sustancia intercelular.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material elaborado por la disciplina, disponible en campus virtual*

SALUD MENTAL

Contenidos - Condiciones de cultura, Adultez mayor y Salud Mental

- Avatares de la estructura. Recordar, repetir, reelaborar.
- La adultez mayor- Imaginario social de la vejez
- La adultez mayor, pérdidas, duelos y reelaboraciones
- Adultez mayor, condiciones de cultura y Salud Mental

Bibliografía

- *Será indicada en el Seminario y subida al aula virtual de Crecimiento y Desarrollo*



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad Problema y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo, por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Describe las estructuras óseas, articulares musculares, nerviosas y vasculares del miembro inferior			
Reconoce la adultez mayor como una etapa de cambios biológicos, sociales y psicológicos			
Clasifica y describe los tejidos de sostén			
Comprende la función refleja y su incorporación en la marcha y la bipedestación			
Describe los reflejos involucrados en la actividad motora			
Integra los conocimientos sobre evolución humana con las estructuras involucradas en la bipedestación			
Relaciona las distintas fases de la marcha con las estructuras óseas, articulares y musculares de los miembros inferiores			
Comprende la importancia de la locomoción en la vida de relación y la salud del adulto mayor			
Aplica conceptos de la promoción de la salud en el adulto mayor			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



UNIDAD PROBLEMA 12

UNIDAD 12

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Antonio de 80 años, amante y conocedor del arte clásico, consulta porque ha dejado de ir al teatro porque ha descubierto una disminución en la agudeza de sus sentidos, lo que le impide disfrutar plenamente de las obras

Objetivos generales abordados:

- Reconocer al ser humano desde su complejidad de ser bio-psico-social
- Entender a los seres vivos como organismos complejos, que pueden estudiarse desde distintos niveles de organización pero en los cuales el todo es más que la suma de sus partes
- Comprender la Promoción de la Salud desde el campo de la Atención Primaria
- Jerarquizar el rol del flujo de información como forma de interacción entre el sujeto y el ambiente y como elemento integrador dentro del mismo sujeto

Objetivos específicos:

- Entender a la adultez mayor como una etapa de profundos cambios
- Comprender los procesos de percepción visual y auditiva de manera integrada con los aspectos emocionales y sociales
- Relacionar las características físicas y de los estímulos visuales y auditivos con la promoción de la Salud
- Integrar los componentes del sistema visual y auditivo con su función

PROPUESTAS DISCIPLINARES

Anatomía Humana

Contenidos

Visión. Cavidad orbitaria. Globo ocular. Músculos extrínsecos e intrínsecos. Medios transparentes. Aparato lagrimal. Párpado. Vía óptica. Vasos de la órbita y del globo ocular. Inervación. Audición. Oído externo. Oído medio. Oído interno. Vía coclear. Vía vestibular.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material elaborado por la disciplina, disponible en campus virtual*

Física Biológica

Contenidos

Óptica. Refracción de la luz: Índice de refracción. Lentes: definición. Lentes convergentes y divergentes. Imágenes reales y virtuales. Formación de las imágenes. La lupa. Lentes negativas.

Visión. El ojo. Componentes del sistema ocular. El ojo como sistema óptico. Ojo reducido. Formación de la imagen en la retina. Objetos lejanos. Objetos cercanos. Poder de Acomodación. Agudeza visual.

Movimiento ondulatorio. El movimiento de las partículas y la dirección de la propagación. Características del movimiento ondulatorio. Sonido. Propiedades físicas del Sonido. Variación de la intensidad con la distancia.

Mecanismo de la audición: Efecto de la variación de la superficie. Propiedades de la sensación auditiva. Sonoridad. Tono. Timbre. Campo de la sensación auditiva. Aspectos médicos. Gama de frecuencias que escuchan los animales. Polución por ruidos.

Bibliografía:

- *Bazzoni G, Bertoluzzo SM. Bases Físicas De La Visión. El ojo como instrumento óptico. Cátedra de Física Biológica. Facultad de Ciencias Médicas, UNR (incorporado en este manual).*

- Dominighini A. *Movimiento Oscilatorio. Sonido. Cátedra De Física Biológica. Facultad de Ciencias Médicas, UNR (incorporado en este manual).*
- Spengler MI. *Mecanismo de la audición. Cátedra Física Biológica. Facultad de Ciencias Médicas, UNR (incorporado en este manual)*

Fisiología Humana

Contenidos

Visión. Fotorreceptores. Proceso de recepción. Función de los compuestos fotosensibles. Tipos de neuronas retinianas involucradas en las llamadas Visión diurna y Visión Nocturna. Adaptación a la luz y a la oscuridad. Visión de los colores. Vía óptica. Relevos. Áreas corticales involucradas y su papel funcional. Concepto de visión binocular. Campo visual. Agudeza visual. Cambios de la fisiología visual relacionados con la edad. Promoción de la salud visual Audición. Conducción del sonido desde el medio ambiente hasta la cóclea. Función del oído externo y del oído medio. Reflejos autonómicos relacionados.

Receptores. Estímulo adecuado. Mecanismo de transducción. Concepto de Onda Viajera. Funciones de las células ciliadas externas. Su innervación. Conducción e la información hasta la corteza. Áreas corticales involucradas y su papel funcional. Promoción de la salud auditiva.

Bibliografía

- Bernasconi MV. *Cambios fisiológicos dependientes de la edad y pautas para optimizar el ambiente visual y auditivo (incorporado en este manual).*
- Charness N, Bosmasn E (sintetizado) *Promoción de la salud visual (incorporado en este manual)*
- Organización Mundial de la Salud. *Declaración sobre contaminación acústica (incorporado en este manual).*
- Organización Mundial de la Salud. *Ruido ocupacional y de la comunidad (incorporado en este manual)*
- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material elaborado por la disciplina, disponible en campus virtual*

Histología y Embriología

Contenidos

Órganos de los sentidos: ojo y oído. Globo ocular. Sus capas y estructuras que lo componen. Principales células de la retina y la córnea y medios transparentes

del ojo. Oído: estructuras histológicas que componen el oído interno (órgano de Corti), medio y externo.

Bibliografía

- *Bibliografía general de la disciplina*
- *Material elaborado por la disciplina, disponible en campus virtual*



AUTOEVALUACIÓN

Lista de cotejos (o check list)

El objetivo de la misma es que el estudiante pueda autoevaluar su proceso de aprendizaje. Para ello debe reflexionar para cada objetivo de conocimientos o actitudes si el mismo ha sido alcanzado o no completando el casillero correspondiente en cada columna. Puede además indagar el porqué de esos resultados e introducir comentarios en la columna correspondiente.

Esto permitirá controlar el avance o no en el estudio de cada Unidad Problema y, junto con su tutor buscar las razones por las cuáles no pudo cumplimentar los objetivos planteados y trabajar en conjunto con él y sus compañeros para mejorar su rendimiento.

Esta evaluación tiene carácter formativo, por lo cual no se incluirá para decidir la regularidad o el acceso a la condición de coloquio.

DE CONOCIMIENTOS

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Relaciona los procesos perceptivos con los aspectos emocionales y sociales			
Integra la atención y las funciones superiores en la experiencia visual y auditiva			
Aplica conocimientos sobre Promoción de la salud visual y auditiva			
Describe las estructuras que forman parte del globo ocular y el oído			
Conoce los tejidos que componen el ojo y el oído			
Comprende los principios físicos de la visión y del sonido			
Reconoce las características de la codificación del estímulo			
Identifica las estructuras y mecanismos que transmiten la información visual y auditiva al SNC			
Utiliza estos conceptos para explicar los mecanismos de visión y audición			
Conoce los cambios fisiológicos de la visión y audición en el adulto mayor			

ACTITUDINALES

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES
Es puntual.			
Participa activamente.			
Interactúa con los demás.			
Es respetuoso con el docente y sus compañeros.			
Utiliza un vocabulario pertinente.			
Concluye las actividades.			



UNIDAD 1

MATERIAL DE ESTUDIO



CONTENIDO

Material bibliográfico

- **Anatomía Normal - Generalidades** (pag. 147)
- **Anatomía Normal - Glosario** (pag. 164)
- **Anatomía Normal - Columna Vertebral** (pag. 180)
- **Anatomía Normal - Anatomía del Cráneo** (pag. 190)
- **Biología - La evolución biológica** (pag. 204)
- **Biología - El ser humano como especie** (pag. 209)
- **Biología - Jerarquía de sistemas en biología** (pag. 211)

Guías de estudio

- **Fisiología - Guía de estudio N°1**

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

ANATOMÍA NORMAL

Generalidades

Anatomía

La anatomía (del griego *anatomé*, disección) es la rama de las ciencias naturales relativa a la organización estructural de los seres vivos. Se encarga del estudio de la estructura, espacio y ubicación, así como de la clasificación del cuerpo humano. Su comprensión implica el conocimiento de la función de los organismos.

Para su estudio es conveniente clasificarla en:

1. Anatomía descriptiva
2. Anatomía topográfica
3. Anatomía funcional
4. Anatomía clínica
5. Anatomía de superficie

Anatomía descriptiva: describe y muestra su organización. La descripción precisa implica un cierto número de datos físicos que informen sobre: dimensiones, peso, color y consistencia de las estructuras consideradas. Divide al cuerpo en una serie de sistemas y de aparatos, que va describiendo en forma aislada. Estudia en primera instancia al esqueleto y sus ligamentos, luego se encarga de los vasos sanguíneos y linfáticos, el sistema nervioso central y periférico, los órganos de los sentidos y las diversas formaciones viscerales.

Anatomía topográfica: es el estudio, circunscripto a un punto determinado, de todos los sistemas de la anatomía descriptiva, que en aquel determinado punto se reúnen. En cada región va sucesivamente estudiando, en orden de superposición y las relaciones recíprocas de las formaciones que la constituyen: piel, tejido celular subcutáneo, aponeurosis superficial, masas musculares subaponeuróticas, los vasos, los nervios y, de existir, el plano esquelético.

Anatomía funcional: relaciona las estructuras con sus funciones respectivas.

Anatomía clínica: estudio anatómico basado en las regiones, sistemas o ambas, destacando la aplicación práctica del conocimiento anatómico a la solución de problemas clínicos y/o la aplicación de observaciones clínicas para el incremento del conocimiento anatómico.

Anatomía de superficie: describe la configuración superficial del cuerpo, sobre todo su relación con estructuras más profundas, como los huesos y masas musculares. Su principal objetivo es la visualización de estructuras ubicadas debajo de la piel. El examen físico de los pacientes es una extensión clínica de la anatomía de superficie.

Estudio de la anatomía

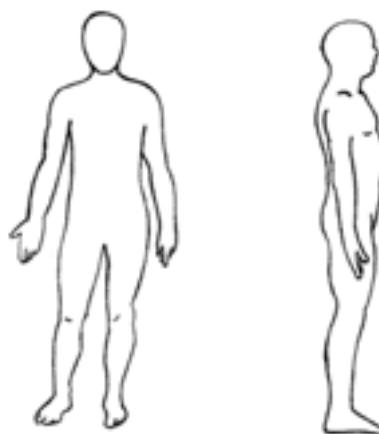
El aprendizaje de las estructuras que constituyen el cuerpo humano, requiere un adecuado y ordenado método, que debe iniciarse con el conocimiento de la posición anatómica, consensuada por los anatomistas, y utilizada por la bibliografía clásica.

Es necesario además conocer la terminología específica y básica, lo que facilita el manejo del lenguaje requerido para su comprensión.

Posición anatómica

Se refiere a las personas, independientemente de su posición real, como si estuvieran en bipedestación erecta:

- La cabeza, los ojos y los dedos del pie dirigidos hacia delante.
- Los miembros superiores a los costados, con las palmas mirando anteriormente.
- Los miembros inferiores, unidos con los pies, dirigidos hacia delante.



Planos anatómicos

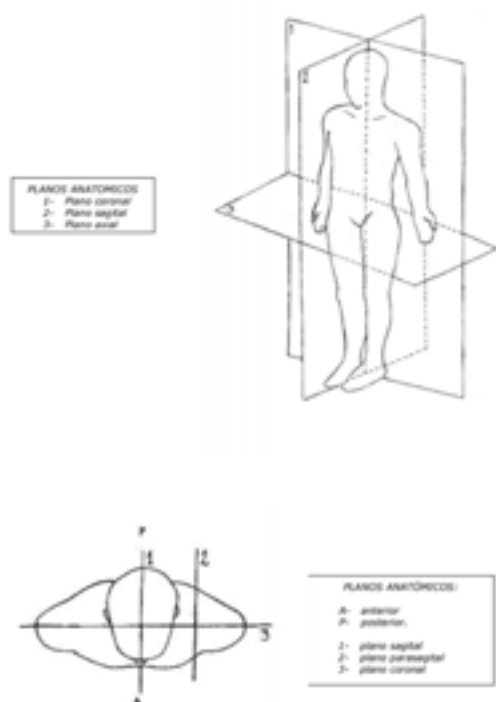
Los planos anatómicos atraviesan al cuerpo en la posición anatómica, su uso tiene como fin describir cortes e imágenes:

Plano sagital medio: es el plano vertical que pasa longitudinalmente a través del centro del cuerpo, coincidiendo con la columna vertebral y dividiendo al cuerpo en dos mitades, derecha e izquierda.

Planos sagitales: planos verticales que pasan por el cuerpo, paralelos al plano sagital medio. Su utilidad reside en dar un punto de referencia que indica suposición.

Planos frontales o coroneles: son planos verticales que pasan por el cuerpo, perpendicularmente a los planos sagitales, dividiéndolo en porciones anteriores o ventrales y posteriores o dorsales.

Planos horizontales o transversos: son planos que pasan por el cuerpo, perpendiculares a los planos frontal y sagital, dividiendo el cuerpo en porciones superior e inferior. En el diagnóstico por imágenes se lo conoce como transversal o axial, perpendicular al eje del cuerpo y los miembros.



Secciones

Con el objetivo de división de las estructuras internas, se realizan cortes según diferentes planos:

- **Secciones longitudinales:** atraviesan el objeto de estudio a lo largo de su eje mayor.
- **Secciones transversales:** cortan en ángulo recto el eje longitudinal del cuerpo o sus partes.
- **Secciones oblicuas:** atraviesan el cuerpo desviándose desde la perpendicular o de la horizontal.

Terminología de relación y comparación

Son los adjetivos utilizados para explicar la relación entre las distintas partes del cuerpo en posición anatómica por comparación de la posición relativa de dos estructuras entre sí, una estructura con respecto a la superficie, a la línea media, o una estructura con los “extremos” del cuerpo y sus extensiones (nariz o frente, punta de los dedos de las manos y los pies).

Términos de relación:

- **Anterior, ventral o frontal:** más cerca de la parte anterior del cuerpo.
- **Posterior o dorsal:** más cercano a la parte posterior del cuerpo.
- **Superior, cefálico o craneal:** más cerca de la cabeza.
- **Inferior o caudal:** más cerca de los pies.
- **Lateral medial o interno:** hacia la línea media del cuerpo.
- **Lateral externo o externo:** alejado del plano medio del cuerpo.

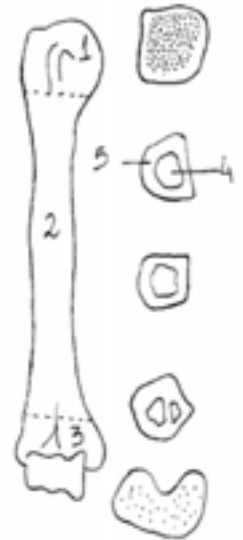
Términos de comparación:

- **Proximal:** estructura cercana al tronco.
- **Distal:** estructura alejada del tronco.
- **Superficial:** próximo a la superficie corporal.
- **Profundo:** alejado de la superficie corporal.
- **Interior:** próximo al centro de un órgano hueco o cavidad.
- **Exterior:** alejado del centro de un órgano hueco o cavidad.
- **Ipsilateral u homolateral:** del mismo lado.
- **Contralateral:** del lado opuesto.

Términos de movimiento:

Describen los movimientos de las extremidades y otras partes del cuerpo. Los movimientos tienen lugar en las articulaciones, lugar donde dos o más huesos se unen entre sí. Se describen como pares de opuestos:

- **Flexión:** inclinación de una parte o disminución del ángulo entre distintas partes del cuerpo.
- **Extensión:** enderezamiento de una parte o aumento del ángulo entre distintas partes del cuerpo.
- **Abducción:** alejamiento del plano medio del cuerpo.
- **Aducción:** acercamiento al plano medio.
- **Rotación:** movimiento alrededor de un eje longitudinal. Puede ser medial, llevando la superficie anterior medialmente, o lateral, lleva la superficie anterior lateralmente.
- **Circunducción:** movimiento complejo circular, que combina en secuencia los movimientos de flexión, extensión, aducción, abducción, rotación.
- **Pronación:** rotación medial del antebrazo y la mano, de modo que la palma mira hacia atrás y el pulgar hacia dentro.
- **Supinación:** rotación lateral del antebrazo y la mano, de modo que la palma mira hacia delante, y el pulgar hacia fuera.
- **Eversión:** movimiento de la planta del pie hacia afuera.
- **Inversión:** movimiento de la planta del pie hacia dentro.
- **Protrusión o protracción:** significa movimiento de la mandíbula hacia delante.
- **Retrusión o retracción:** es el movimiento de la mandíbula hacia atrás.
- **Elevación:** levanta o mueve una parte del cuerpo hacia arriba.
- **Depresión:** desciende o mueve una parte del cuerpo hacia abajo.



Clasificación de los huesos

Según su morfología, se pueden dividir en tres grandes categorías: **largos**, **anchos** y **cortos**.

- **Huesos largos:** son aquellos en los cuales la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones: espesor y latitud o ancho. Se le distingue: un cuerpo, o diáfisis, y dos extremidades o epífisis, generalmente más voluminosas que el cuerpo. Uniendo la diáfisis con las epífisis, se encuentran las metafisis. Así mismo, separando la región metafisiaria de la epífisis, observamos a la fisis, que es un disco o placa transversa de cartílago, que persiste hasta el cese del crecimiento longitudinal óseo.
- **Huesos anchos o planos:** son aquellos en los que predomina la longitud y latitud o ancho sobre el espesor. Presentan dos caras y bordes. Se componen de dos láminas de tejido compacto que encierran una capa más o menos gruesa de tejido esponjoso.
- **Huesos cortos:** son aquellos en los cuales sus tres dimensiones, longitud, latitud o ancho y grosor son sensiblemente iguales.

También nos podemos encontrar con:

- **Huesos irregulares:** como los huesos de la cara, existen en el mismo hueso diferentes formas.
- **Huesos sesamoideos:** como la rótula, se desarrollan en ciertos tendones y se insertan en el lugar en el que los tendones cruzan los extremos de los huesos largos de los mismos. Protegen los tendones del desgaste excesivo.

Osteología

La osteología se ocupa del estudio de los huesos. Estos son órganos de color blanquecino, duros y resistentes, cuyo conjunto constituye al esqueleto.

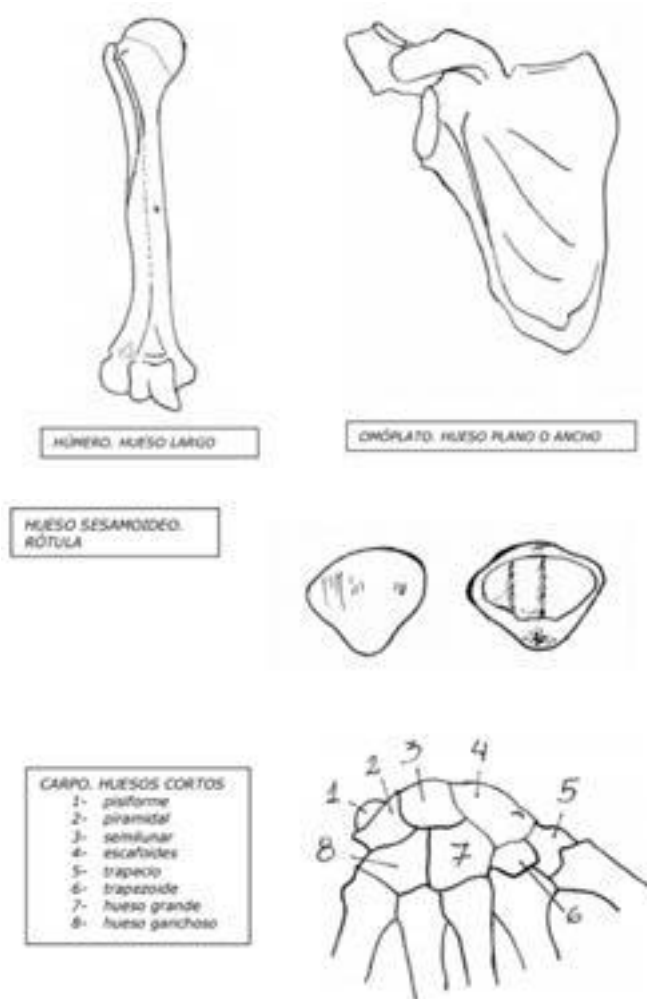
Sirven de sostén a las partes blandas, forman cavidades para alojar y proteger estructuras vitales, se unen a través de las articulaciones, sirven de palanca a las masas musculares que se insertan en su superficie, constituyen un almacenamiento de sales y un aporte continuo de células sanguíneas.

Es el sistema óseo el que revela con mayor claridad caracteres propios de cada clase, género y especie, puesto que cada función o acto fisiológico imprime sobre el esqueleto huellas de su manera de ser.

Existen dos tipos de tejido óseo: compacto y esponjoso. La diferencia depende de la cantidad relativa de materia sólida y de la cantidad y tamaño de los espacios que contienen.

Todos los huesos poseen una delgada capa de hueso compacto que rodea una masa central de hueso esponjoso; en algunos huesos el tejido esponjoso es reemplazado por una cavidad medular; en esta cavidad y entre las espículas del hueso esponjoso se ubica tejido hematopoyético (forma células sanguíneas y plaquetas).

El hueso compacto proporciona fuerza para el soporte del peso.



Existen marcas o accidentes óseos que caracterizan a los huesos, entre ellos mencionaremos:

1. **Cóndilo**: área articular redondeada.
2. **Cresta**: elevación del hueso, arista prominente.
3. **Epicóndilo**: eminencia superior a un cóndilo.
4. **Carilla articular**: área plana y lisa, habitualmente cubierta por cartílago.
5. **Foramen**: pasaje u orificio a través de un hueso.
6. **Fosa**: área hueca o deprimida.
7. **Maléolo**: prominencia redondeada.
8. **Escotadura**: indentación en el borde del hueso.
9. **Protuberancia**: proyección de un hueso.
10. **Espina**: apófisis similar a una espina, áspera y puntiaguda.
11. **Apófisis**: elevaciones o saliencias.
12. **Fisura**: pasaje estrecho, hundido.
13. **Meato**: conducto.
14. **Surco**: depresión alargada en forma de canal.
15. **Faceta**: superficie articular lisa, plana o casi plana.
16. **Proceso**: denominación amplia para cualquier prominencia o prolongación.
17. **Cabeza**: prominencia articular redondeada de un hueso.
18. **Gancho**: proceso en forma de gancho.
19. **Tuberosidad**: eminencia grande, a menudo gruesa.
20. **Tubérculo**: eminencia más pequeña, redondeada.
21. **Desarrollo de los huesos**

Todos los huesos derivan, del mesénquima, a partir de dos procesos diferentes: osificación intramembranosa (directamente a partir del mesénquima) y osificación endocondral (a partir del cartílago derivado del mesénquima).

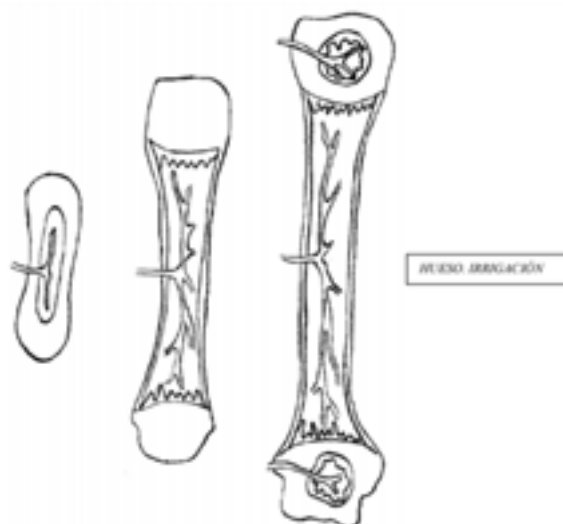
Existe una membrana de tejido conectivo fibroso, denominado periostio, que recubre al hueso en toda su superficie, excepto en las superficies articulares que se hallan revestidas por cartílago. Su capa interna esta formada por osteoblastos y es por si misma osteogénica.

La cavidad medular, así como los espacios intertrabeculares, también están recubiertos por una membrana elástica osteoblástica, el endostio. Aquí el hueso puede formarse como reabsorberse.

El periostio contiene en su capa externa una rica malla de vasos, los cuales penetran dentro del hueso compacto a través de conductos diminutos. Algunas arterias más grandes y menos numerosas penetran al tejido compacto por las epífisis, para irrigar al hueso esponjoso.

La irrigación ósea es muy rica. Consta de tres tipos de vasos sanguíneos:

- **Arterias y venas nutricias**: entran a nivel de la parte media del cuerpo de un hueso largo, a través de un conducto oblicuo que recorre el hueso compacto hasta alcanzar la cavidad medular; aquí envía ramificaciones hacia los extremos del hueso de tal manera que se alejan de la rodilla en el miembro inferior y se acercan al codo en el superior. Premisa: “los vasos se alejan de la rodilla y se acercan al codo”.
- **Vasos metafisiarios**: se originan en el periostio epifisario y se extienden hacia la placa epifisaria. Luego de que culmina el crecimiento, las placas epifisarias se han reabsorbido, desaparece la barrera cartilaginosa entre diáfisis y epífisis, pudiéndose establecer anastomosis con los vasos medulares.
- **Vasos periósticos**: quedan cada vez más profundos, en la cortical a medida que el hueso crece en ancho. Son responsables de la irrigación del tercio externo de la misma.



La fisis recibe ramas de los vasos epifisarios. Si permanece intacta la irrigación epifisaria, las placas epifisarias pueden separarse de las metáfisis sin compromiso de su nutrición.

La inervación está dada por una serie de nervios sensitivos ubicados en el periostio. Algunos nervios acompañan a las arterias en su ingreso a los huesos.

Artrología

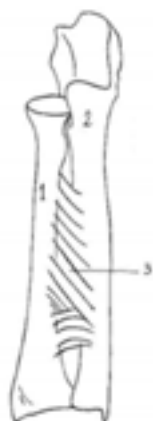
Es la ciencia encargada del estudio de las articulaciones, entendiéndose a estas como el conjunto de partes blandas y duras que constituyen la unión de dos o más huesos próximos entre sí.

Existen tres categorías fundamentales, de acuerdo con su grado de movilidad:

- **Articulaciones inmóviles o sinartrosis.**
- **Articulaciones semimóviles o anfiartrosis,**
- **Articulaciones móviles o diartrosis.**

Articulaciones del tipo sinartrosis. (syn= con)

Los huesos que intervienen en estas articulaciones están unidos por tejido fibroso, a estas se las llama articulaciones fibrosas o **sinfibrosis**, aquellas que se hallan unidas por cartílago se las denomina **sincondrosis**.



EJEMPLO DE SINFIOSIS
1- Radio
2- Cúbito
3- Membrana interósea

Las sinfibrosis, persisten durante un largo período de la vida. Las sincondrosis están destinadas a desaparecer con el progreso de la osificación. A las sinfibrosis, que son articulaciones de huesos que se han desarrollado dentro del tejido conjuntivo sin pasar por la etapa cartilaginosa, se las llama también **suturas**. Estas son uniones extremadamente ajustadas y con muy poco o sin ningún movimiento entre los huesos.

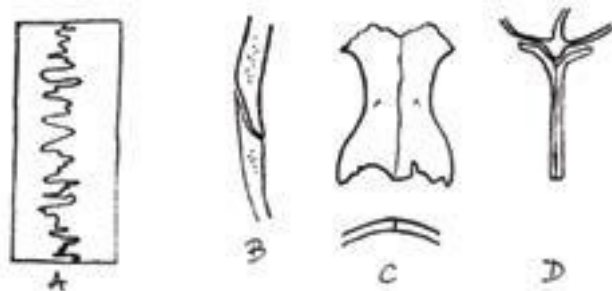
Se encuentran entre los huesos del cráneo y macizo facial. Según la configuración de sus superficies articulares se dividen en:

- **Suturas dentadas:** se caracterizan por superficies cubiertas de asperezas, a veces de verdaderos dientes que engranan recíprocamente. Son ejemplos la sutura frontoparietal, biparietal y parietooccipital.
- **Suturas escamosas:** es aquella en la que dos huesos se hallan cortados en bisel en su punto de contacto, como la articulación del parietal con la escama del

temporal. Las superficies articulares se sobreponen.

- **Sutura armónica:** es aquella en la que las superficies articulares son regularmente lisas, ejemplo: la sutura que une ambas superficies de los huesos nasales.
- **Esquindilesis:** están constituidas del siguiente modo: de un lado una ranura, del otro una cresta obtusa o cortante. Ejemplo: la articulación de la base del vómer con la cresta del esfenoides.

Sincondrosis: son dos superficies óseas unidas por cartílago. Ej. Esfenoides y apófisis basilar del occipital, vómer con la lámina perpendicular del etmoides.



TIPOS DIVERSOS DE SINARTROSIS
A- sutura dentada
B- sutura escamosa
C- sutura armónica (entre los huesos de la nariz)
D- esquindilesis (articula la base del vómer con la cresta del esfenoides)

Articulaciones del tipo de las anfiartrosis (sínfisis)

Son articulaciones poco móviles. Se dividen en dos grupos, las anfiartrosis verdaderas o típicas y las diartroanfiartrosis.

Anfiartrosis verdaderas

Los elementos anatómicos que la constituyen son:

- Caras articulares planas o excavadas.
- Capa de cartílago hialino, que cubre en toda su extensión las carillas articulares.
- Ligamentos periféricos poco desarrollados.
- Disco fibroso o fibrocartilaginoso de variable espesor dispuesto entre las caras articulares; designado por la mayoría como ligamentos "interóseo".
- No existe sinovial ni cavidad articular.
- Solo las encontramos en la columna vertebral.

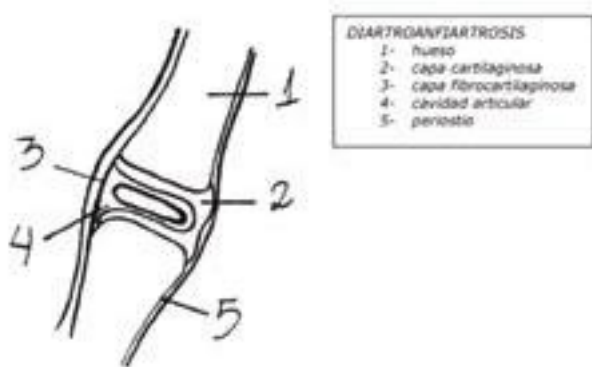


EJEMPLO DE ANFIARTROSIS
1- Cuerpo vertebral
2- Disco intervertebral

Diartroanfiartrosis

Estas articulaciones no difieren mucho de las anfiartrosis verdaderas, poseen movimientos poco extensos, poseen los mismos componentes, pero se les suman la presencia de una cavidad articular desarrollada en el interior del ligamento interóseo.

Estas articulaciones se encuentran en la sínfisis pubiana, la articulación sacroilíaca y las articulaciones que unen el cuerpo del esternón con el manubrio esternal.



Articulaciones del tipo de las diartrosis

Son articulaciones caracterizadas por su capacidad de ejecutar movimientos de excursión amplia. Desde el punto de vista descriptivo están constituidas por:

- **Superficies articulares:** que constituyen el esqueleto de la articulación, revestidas por cartílago hialino. Su forma permite la clasificación de las diartrosis.
- **Cartílagos articulares:** recubren las carillas articulares, dándole solidez y flexibilidad. Previene los efectos de los roces y choques. La extensión del revestimiento cartilaginoso es proporcional a la amplitud de los movimientos articulares. El sentido en que se prolonga indica también el de la movilidad. El espesor que posee depende de la presión que debe soportar y de la forma de la carilla articular. En ellos se describe una superficie libre, una adherente y unacircunferencia o borde periférico.
- **Fibrocartílagos marginales o rodetes articulares:** complementan las superficies articulares de modo que su adaptación se optimice. Presentan dos variedades: unas veces se desarrollan en todo el contorno de la superficie articular y otras veces ocupa sólo una parte.
- **Fibrocartílago interarticular o meniscos:** son tabiques fibrocartilaginosos que, en ciertas articulaciones, están colocadas de plano entre las dos superficies articulares adyacentes.
- **Medios de unión:** son la cápsula articular y los ligamentos.
 - **Cápsula:** está formada por un manguito fibroso, que se continúa con el periostio en la vecindad del revestimiento articular y se extiende de un hueso a otro. De espesor variable, se engrosa en los lugares donde se ejercen fuerzas de tracción. Estos engrosamientos constituyen los ligamentos intrínsecos. Algunos ligamentos se encuen-

tran separados de la cápsula por lo que reciben el nombre de extrínsecos. Limitan los movimientos de la articulación en direcciones no deseadas. Algunas articulaciones poseen como refuerzo de la cápsula articular un manguito periarticular formado por músculos y tendones.

- **Cavidad articular:** está recubierta por una membrana delgada llamada **sinovial**, tapiza el interior de la cápsula articular y las superficies que no se encuentran revestidas por cartílago hialino, en cuyo borde se insertan. La sinovial segrega el líquido sinovial, que ocupa el espacio articular. Este es transparente en estado normal, y de consistencia similar a la clara del huevo, cumpliendo con la función de lubricar las superficies articulares.

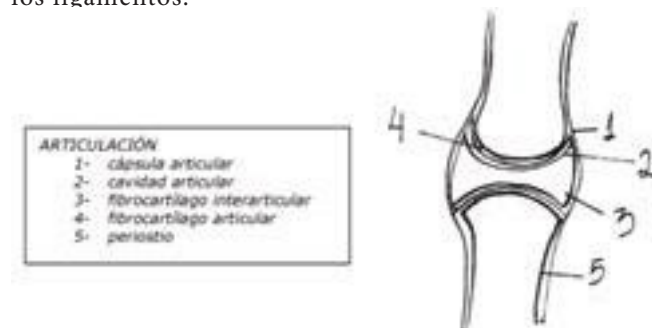
Las articulaciones están irrigadas por numerosas arterias articulares que nacen a menudo de redes periarticulares. Estas arterias están acompañadas por venas.

En la cápsula articular se encuentra una red de vasos linfáticos que completa la irrigación de estas estructuras.

Los nervios acompañan a las arterias. Existen terminaciones nerviosas en la cápsula articular y en la membrana sinovial.

La principal información sensitiva percibida a nivel de las articulaciones es la propioceptiva, que transmite información acerca del movimiento y posición del cuerpo en el espacio.

Las fibras dolorosas se distribuyen en la cápsula y los ligamentos.



Según sus formas, las diartrosis pueden clasificarse en seis géneros diferentes:

1. **Enartrosis.**
2. **Condileas.**
3. **Encaje recíproco.**
4. **Troclear.**
5. **Trocoide.**
6. **Artrodia.**

1. **Enartrosis:** las características de este género son:

- Superficies articulares esféricas, una carilla articular convexa se aloja dentro de otra cóncava.
- Permite movimientos universales en casi un número infinito de ejes: flexión, extensión, aducción, abducción, rotación, circunducción. Ejemplo: articulación coxofemoral.



DIARTROSIS. ENARTROSIS



DIARTROSIS. ENARTROSIS.
Articulación escapulohumeral.
Hombro

2. **Condílea:** sus superficies articulares son elipsoides, una cóncava y otra convexa. Permite todos los movimientos con excepción de la rotación. Un ejemplo es la articulación radiocarpiana.

Se distinguen dentro de estas dos subclases:

- **simples**, donde dos superficies convexas se articulan una sobre otra por un menisco interpuesto entre ambas. Ejemplo: articulación temporomandibular; y
- **doble**, donde dos cóndilos de una misma epífisis entran en contacto con dos superficies cóncavas de otra epífisis. Ejemplo: la articulación de la rodilla.

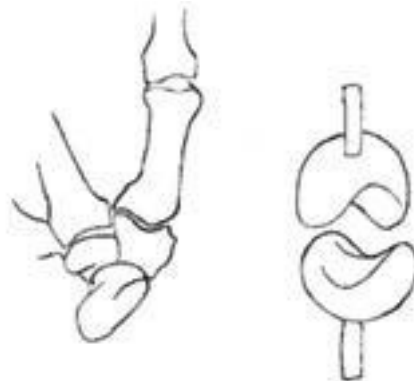


DIARTROSIS. CONDÍLEA

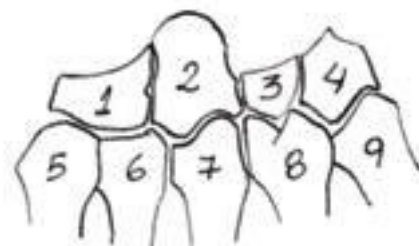


DIARTROSIS. CONDÍLEA.
Articulación de la rodilla

3. **Encaje recíproco:** las superficies articulares son cóncavas en un sentido y convexas en otro (recuerda a un jinete sobre una silla de montar). Poseen movimientos de flexión y extensión, y abducción y aducción. Ejemplo: articulación esterno-condro-clavicular.

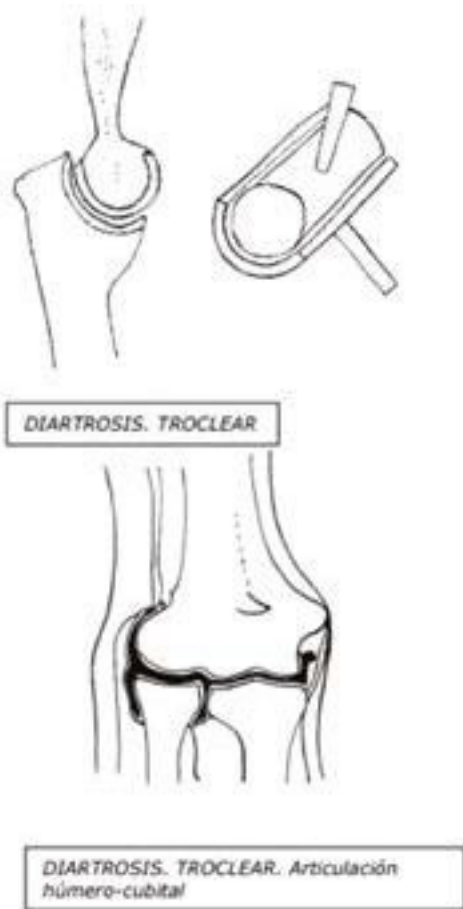


DIARTROSIS. ENCAJE RECÍPROCO O EN
SILLA DE MONTAR

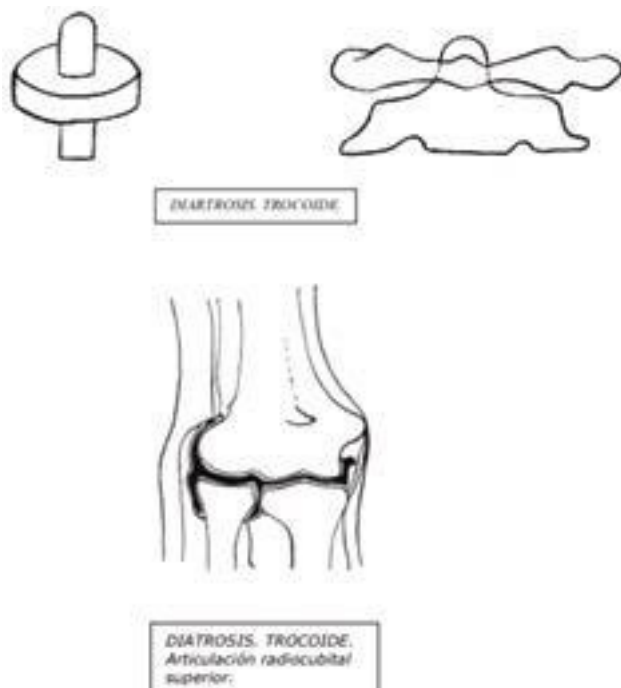


DIARTROSIS. ENCAJE
RECÍPROCO. Articulación
carpometacarpiana

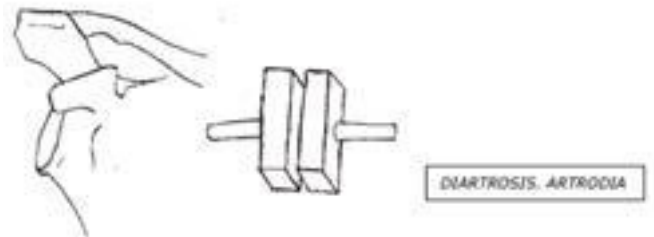
4. **Troclear:** las superficies articulares de este género, tienen una de ellas forma de polea, mientras la otra se adapta con su morfología a la superficie opuesta. Sólo permite movimientos de flexión y extensión. Ejemplo, la articulación humero-cubital.



5. Trocoide: en este género, las superficies articulares son segmentos de cilindros. Permite movimientos de rotación. Ejemplo, la articulación radio-cubital superior.



6. Artrodia: las superficies articulares son planas. Permite movimientos de deslizamiento. Ejemplo, la articulación acromio-clavicular.



Existen dos tipos de articulaciones especiales del tipo de las diartrosis donde nos es posible describir todos los elementos de una articulación móvil:

- **Sinsarcosis (sarcos= músculo):** permiten deslizamientos entre dos estructuras que se hallan unidas por un músculo. Ejemplo: sinsarcosis interescapulo-toracica de Gillis; permite el deslizamiento de la escápula sobre la parrilla costal, unidos por el músculo serrato mayor.
- **Sindesmosis (desmos= ligamento):** los huesos se hallan unidos por una lámina de tejido fibroso que puede ser un ligamento o una membrana fibrosa. Ejemplo: sindesmosis de Desessé o subacromiocracordea.

Miología

La miología tiene por objeto el estudio de los músculos y sus anexos. Los músculos son órganos que tienen la propiedad de contraerse ante la influencia de un estímulo.

Se los divide en dos grandes categorías:

- **Músculos voluntarios.**
- **Músculos involuntarios.**

Músculos voluntarios: Se contraen bajo la influencia de la voluntad. Se agrupan alrededor de las diferentes piezas óseas que están destinadas a mover el esqueleto y así constituyen los órganos activos de la locomoción.

Los músculos voluntarios se componen, de elementos cilindroides, llamados fibras musculares, en las cuales se distinguen estrías transversales, designándoseles por ello con el nombre de músculos estriados.

Músculos involuntarios o viscerales: Escapan enteramente a la influencia de la voluntad. Se los encuentra bajo la forma de membranas más o menos continuas en los aparatos de la digestión, de la respiración, de la circulación, (con excepción del corazón), de la excreción y de la reproducción.

Estos músculos, están formados por células fusiformes y sin estrías, de allí que reciben el nombre de músculos lisos.

Consideraciones generales

Los músculos voluntarios se agrupan en:

- **Músculos superficiales o cutáneos.**
- **Músculos profundos o subaponeuróticos.**

Músculos cutáneos o superficiales: están colocados debajo de la piel, se insertan en la dermis profunda. Se los encuentran en cuello, cara y palma de la mano.

Músculos profundos o subaponeuróticos: están ubicados por debajo de la aponeurosis superficial. Se insertan en piezas óseas por sus dos extremos.

Otros se insertan en los órganos de los sentidos como los músculos motores del ojo y los motores de los huesecillos del oído.

Otros están relacionados íntimamente con los aparatos de la digestión, de la respiración y de la generación, constituyen verdaderos anexos de estos aparatos como los músculos de la lengua, faringe, laringe, elevadores del ano, etc.

En los músculos hemos de evaluar:

- Ubicación.
- Inserciones proximales y distales o móviles y fijas.
- Dirección
- Forma.
- Tendón de inserción.
- Función.

Inserciones

Los músculos se insertan en sus extremos en superficies que reciben el nombre de punto de inserción, permaneciendo libres en su parte media.

Superficies de inserción

Los músculos se pueden adherir a la cara profunda de la piel y mucosas; otros se insertan en órganos y huesos. Otros terminan en aponeurosis, y en sinoviales.

Punto fijo y punto móvil

Cada músculo tiene por lo menos dos puntos de inserción; uno se denomina punto móvil y otro punto fijo. Durante la contracción el punto móvil se acerca al punto fijo, el cual no se mueve. Cada uno de sus puntos de inserción puede ejercer el papel de punto fijo. Existen músculos que se insertan a través de sus extremos en dos puntos móviles; los cuales marchan a su mutuo encuentro cuando se contraen.

Modos de inserción

El músculo puede insertarse según dos modalidades; directamente o por medio de un tendón:

- **Directamente:** la fibra muscular continúa hasta su superficie de inserción y allí termina adhiriéndose.
- **Por intermedio de un tendón:** el tendón prolonga al

músculo hasta su punto de inserción. Los tendones pueden ser largos, cortos, aplanados o bien cilíndricos. Algunos músculos se fijan a través de anchas membranas, llamadas aponeurosis de inserción.

Inserción de origen e inserción terminal

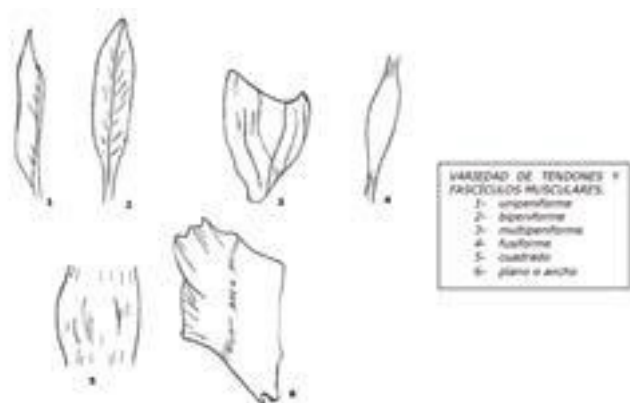
También llamadas, inserción superior e inferior o proximal y distal respectivamente.

El músculo nace, a veces, por dos o más cuerpos musculares, teniendo cada uno su tendón propio. Se lo llama bíceps, tríceps o cuádriceps, según tenga dos, tres o cuatro cabezas de origen.

La inserción terminal puede hacerse de la misma manera por dos, tres, o bien gran número de tendones, por ejemplo el flexor común de todos los dedos; termina por cuatro tendones que terminan en los cuatro últimos dedos.

Variedad de tendones y fascículos musculares

- **Inserción cabo con cabo:** los fascículos musculares poseen la misma dirección que los fascículos tendinosos. Se observa en los músculos anchos del abdomen
- **Inserción lateral:** en la inserción lateral los fascículos musculares se implantan oblicuamente sobre su tendón. Existen varias modalidades:
 - **peniforme:** los fascículos musculares se insertan a cada lado del tendón.
 - **semipeniforme:** los fascículos musculares se implantan sobre un lado solamente, quedando libre el otro. En esta variedad algunos fascículos se insertan en un tendón aplanado, en forma de embudo o semiembudo.
 - **Tendones intermedios:** dividen al cuerpo muscular en porciones o vientres, por ello reciben el nombre de digástricos.



Anexos de los músculos

1. **Aponeurosis.**
2. **Vainas fibrosas.**
3. **Vainas sinoviales tendinosas.**
4. **Bolsas serosas anexas a músculos.**

1. **Aponeurosis:** o fascias, se trata de un conjunto de membranas fibrosas que envuelven a los músculos y se oponen a su desplazamiento lateral cuando se contraen. Existen dos clases de aponeurosis: la aponeurosis de contención y la aponeurosis de inserción.

La aponeurosis de contención puede ser profunda o superficial:

- **Aponeurosis profunda:** envuelve y descansa sobre el músculo, sobre la cual se insertan, formando vainas musculares y vasculares a los grandes vasos que recubre.
- **Aponeurosis superficial:** envuelven en su totalidad grupos musculares, extendiéndose por debajo de la piel, de la cual se halla separada por la fascia superficiales (tejido celular subcutáneo). Pueden emitir tabiques fibrosos intermusculares que se fijan en huesos separando grandes grupos musculares. Pueden hallarse horadadas por los vasos y nervios superficiales que se profundizan, atravesándolas. En algunos sectores recibe el nombre de fascia cribiforme.

2. **Vainas fibrosas:** se llaman vainas fibrosas a los arcos que se extienden desde un extremo al otro de los canales óseos por los cuales se deslizan tendones, formando conductos osteofibrosos. Tienen por objeto mantener a los tendones aplicados contra el canal óseo permitiéndoles un fácil deslizamiento.

Se dividen en simples y compuestas:

- **Vainas fibrosas simples:** dan paso a un tendón o bien a dos, íntimamente aplicados uno contra otro.
- **Vainas fibrosas compuestas:** son comunes a muchos tendones, de su cara profunda se desprenden tabiques verticales que se insertan en el hueso subyacente dividiendo el espacio en vainas secundarias en cada uno de los cuales se aloja un tendón.

3. **Vainas sinoviales:** de los tendones. Se trata de membranas delgadas, difícil de aislar, semejantes a las sinoviales articulares.

Tienen por objeto favorecer, el deslizamiento de los tendones dentro de los conductos osteofibrosos que atraviesan. La sinovial ofrece dos hojas: una hoja visceral que envuelve al tendón íntimamente y una hoja parietal que tapiza la cavidad osteofibrosa que aloja al tendón. Ambas hojas son continuas en sí mismas por el borde superior e inferior de la correa osteofibrosa, formando un fondo de saco anular. El paquete vasculonervioso que debe llegar al tendón, lo aborda a través de un meso, constituido por la hoja parietal de la vaina que se refleja sobre el tendón y lo envuelve para continuarse con la hoja visceral finalmente.

4. **Bolsas serosas:** son bolsas sinoviales, de forma vesicular, que se aplican sobre las caras de los músculos o de los tendones para separarlos de las partes con los cuales se hallan en relación de contacto.

Acción mecánica de los músculos

Los músculos, que actúan como agentes activos de la locomoción a través de sus contracciones, permiten el desplazamiento del esqueleto.

Pueden compararse con la máquina que en mecánica recibe el nombre de **palanca**; ofrece por ello un punto de apoyo, una potencia y una resistencia.

Punto de apoyo: es el punto fijo alrededor del cual gira la palanca; se corresponde con una articulación.

Potencia: es la fuerza que solicita el desplazamiento de la palanca, se halla representada por los músculos.

Resistencia: es la fuerza que hay que vencer.

Según la ubicación del punto de apoyo, potencia y resistencia podemos dividir a la palanca en tres tipos:

- **Palanca de primer género:** el punto de apoyo (a) se ubica entre la potencia (p) y la resistencia (r). Ejemplo: la cabeza mantenida en equilibrio sobre la columna vertebral
- **Palanca de segundo género:** en ella el punto de aplicación de resistencia (r), se encuentra situada entre el punto de apoyo (a), y el punto de aplicación de la potencia (p). En el hombre se halla un solo caso: cuando se levanta el talón y el peso del cuerpo descansa sobre la punta del pie.
- **Palanca de tercer género:** es aquella cuyo punto de aplicación de la potencia (p) se halla entre el punto de apoyo (a) y la resistencia a vencer (r). Es la más frecuente en el organismo. Se la encuentra en la mayoría de los movimientos de las extremidades.

Aparatos. Sistemas. Órganos.

El ser humano, como todos los animales vertebrados, está constituido por diferentes niveles de organización. Comprende una rica variedad de células organizadas en tejidos. Estos unidos estructuralmente y coordinados en sus actividades forman órganos, que cumplen una función particular.

Los órganos, constituidos predominantemente por los mismos tipos de tejidos, se agrupan para cumplir una función general en sistemas.

En el nivel más alto de jerarquía se describen a los aparatos, definidos como un grupo de sistemas que desempeñan una función común y más amplia.

Le interesa a la anatomía describir los siguientes aparatos y sistemas:

- Aparato Digestivo
- Aparato Circulatorio
- Aparato Respiratorio
- Aparato Urinario
- Aparato Reproductor.
- Aparato Endocrino.
- Sistema Inmune.
- Aparato Locomotor
- Sistema Nervioso.

Aparato Digestivo

El aparato digestivo se compone de dos partes:

1. El tubo o tracto digestivo, en el cual las materias alimentarias sufren distintas transformaciones que las hacen asimilables.
2. Glándulas anexas, cuyos productos de secreción contribuyen a la digestión, absorción y aprovechamiento de los alimentos.

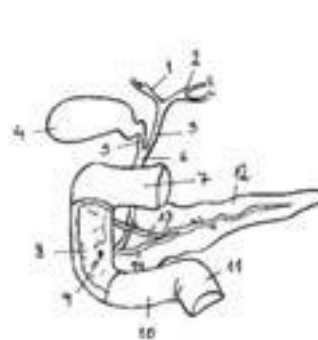
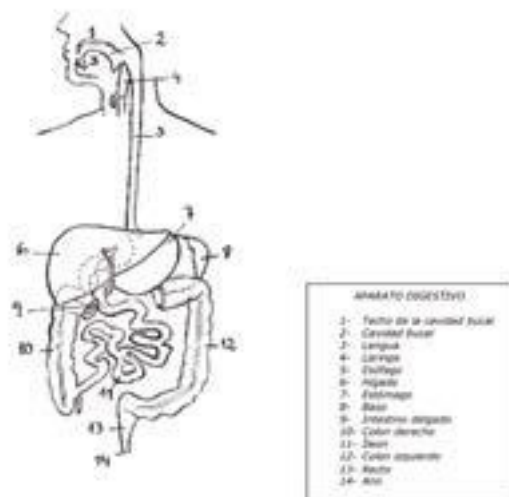
El tubo digestivo es un conducto continuo, abierto por sus dos extremidades, ubicado por delante de la columna vertebral. Comienza en la cavidad oral y termina en el ano.

Se distinguen en él varios segmentos: cavidad oral, faringe, esófago, estómago, intestino delgado y el intestino grueso.

La cavidad oral, faringe y esófago son (salvo una pequeña porción del esófago terminal) estructuras supradiafragmáticas, mientras que el estómago e intestinos se ubican por debajo del diafragma en la cavidad abdominopelviana en relación con una compleja membrana serosa: el peritoneo.

Las glándulas anexas al tubo digestivo son: las glándulas salivales, agregadas a la cavidad oral en donde vierten su secreción y, el páncreas y el hígado, ubicados en la cavidad abdominal. Sus conductos excretores desembocan en uno de los primeros segmentos del intestino delgado, llamado duodeno.

Es el aparato encargado de incorporar y transformar el alimento ingerido en una sustancia absorbible, que atraviese sus paredes para tener acceso al aparato circulatorio. Se encarga asimismo de eliminar por vía del tracto digestivo los desechos alimentarios.



Aparato Circulatorio

Las células son dependientes de un ambiente líquido donde se encuentran el oxígeno y los nutrientes necesarios para la vida, y hacia donde la célula secreta los productos de desecho de su propio metabolismo. Su medio ambiente es el líquido tisular.

Esto está asegurado por la sangre y la linfa. La sangre aporta a los tejidos los distintos materiales para su nutrición, al mismo tiempo se encarga de eliminar los productos de desecho.

Las características generales de la sangre dependen del tipo de carga que transporta, la sangre arterial es roja bermellón, rica en oxígeno combinado en su mayoría con una proteína, la hemoglobina, y la sangre venosa es de color rojo oscuro, con escaso contenido de oxígeno y cargada de anhídrido carbónico.

Para asegurar los debidos intercambios, la sangre es movilizadada en un aparato que la distribuye a todo el organismo y la devuelve a su punto de partida. El aparato circulatorio depende de:

1. Un órgano central, el corazón, que le imprime a partir de sus contracciones movimiento.
2. Los vasos que la transportan.

Corazón

El corazón, es un órgano muscular hueco que presenta cuatro cavidades, dos derechas (aurícula y ventrículo derecho) y dos a la izquierda (aurícula y ventrículo izquierdo). La

aurícula derecha se comunica con el ventrículo derecho y la aurícula izquierda hace lo propio con el ventrículo izquierdo, pero las cavidades derechas están separadas por tabiques de las cavidades izquierdas.

Vasos

Los vasos son conductos membranosos que se ramifican por todo el organismo y se dividen en vasos sanguíneos y vasos linfáticos.

Los vasos sanguíneos comprenden: a los vasos arteriales o arterias, los vasos venosos o venas y los vasos capilares.

Las arterias son conductos de sangre impulsada por los ventrículos del corazón a todas las partes del organismo. Sus paredes son gruesas, contráctiles y elásticas.

Nacen del corazón por medio de dos troncos, uno tiene su origen en el ventrículo izquierdo, la aorta, y el otro nace del ventrículo derecho, o arteria pulmonar. La Aorta da ramas colaterales y terminales que se ramifican por todo el organismo. Las ramas de la arteria pulmonar, en cambio, conduce sangre del ventrículo derecho hacia el sistema pulmonar para su irrigación funcional.

Los vasos arteriales pueden unirse entre sí, este evento se llama anastomosis.

Se distinguen varios tipos:

- Anastomosis por inosculación o en arco.
- Anastomosis transversales u oblicuas.
- Anastomosis longitudinal.
- Anastomosis por convergencia.

Las venas, son conductos membranosos muy distensibles, conducen sangre desde los capilares a las aurículas del corazón. Su pared es rojiza, poco elástica y contráctil, muy delgada. De acuerdo a su disposición se dividen en profundas o subaponeuróticas y superficiales o supraaponeuróticas. Las venas profundas acompañan a las arterias en número de dos. Las venas superficiales son independientes del recorrido de las arterias. Comunican por numerosas anastomosis con las venas profundas en las cuales se vierten sus troncos colectores. Las anastomosis venosas a veces son tan numerosas que producen redes o plexos venosos.

Internamente, a lo largo de su recorrido, poseen válvulas. Estas son repliegues membranosos de forma semilunar y delgados, dispuestas por pares. Las válvulas contrarrestan la acción de la gravedad. Están ausentes en cabeza y cuello, pulmón y sistemas porta. Existen dos tipos de válvulas:

- Parietales: se ubican durante el trayecto.
- Ostiales: se ubican en la desembocadura.

Los músculos periféricos a las venas también actúan como válvulas al comprimir durante su contracción a estos vasos, asegurando el retorno venoso.

Los capilares son vasos muy finos que unen las ramificaciones terminales de las arterias con las ramificaciones iniciales de las venas. Constituyen una red, en donde se produce el intercambio nutritivo a nivel de los tejidos.

Circulación mayor y menor

La circulación mayor es el movimiento de la sangre que, desde el ventrículo izquierdo, es conducida hacia la Aorta y sus ramas, atraviesa los capilares en donde se operan los intercambios de materiales para la nutrición tisular, y termina transformándose en venosa. La sangre atraviesa las venas que finalmente la conducen a la aurícula derecha.

La circulación menor, es el recorrido de la sangre desde el ventrículo derecho, pasando por la arteria pulmonar y, a través de sus ramas, hacia los pulmones, atraviesa los capilares pulmonares, donde se convierte en arterial a través de los intercambios gaseosos que caracterizan a la hematosis, para ser finalmente vaciada en la aurícula izquierda por las venas pulmonares. De la aurícula izquierda la sangre pasa al ventrículo izquierdo, que es el punto de inicio de la circulación mayor.

Los **sistemas porta** son todos los aparatos vasculares, arterial o venoso, formado por un vaso que termina en sus dos extremos por una red capilar.

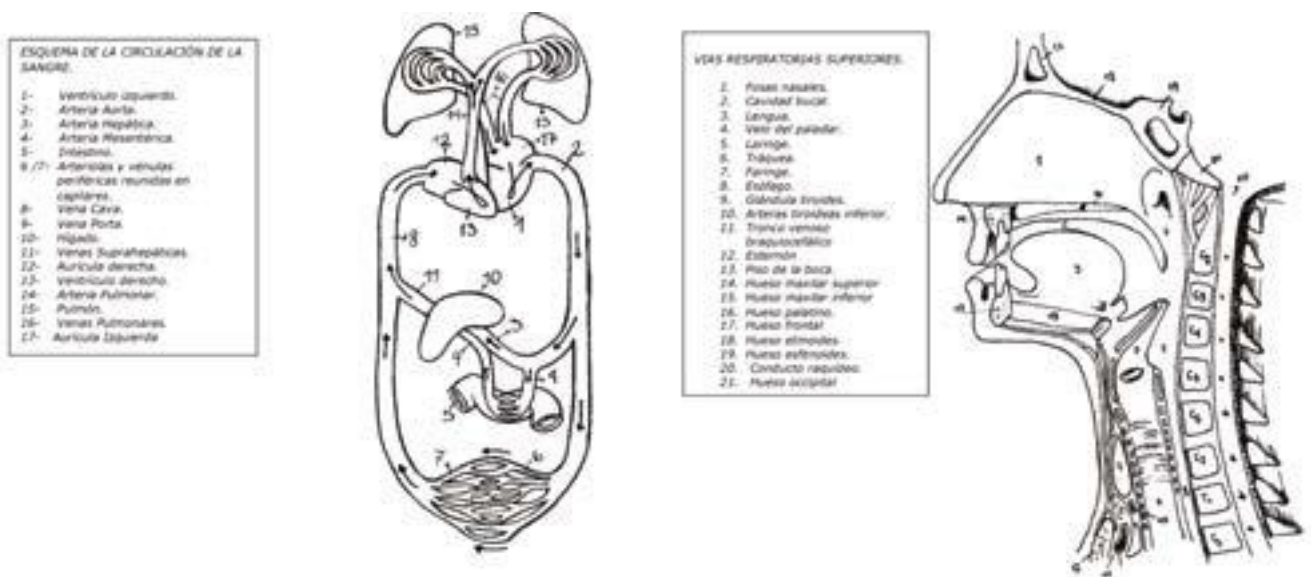
Sistema linfático

Conduce a la linfa hacia el sistema venoso, además conduce a través de los vasos quilíferos las sustancias absorbidas en el tubo digestivo. El sistema linfático está constituido por vasos y ganglios situados en el trayecto de los vasos.

Vasos: se originan en una red de capilares linfáticos, de allí confluyen en colectores, los cuales terminan desembocando en los confluentes venosos de la base del cuello. Son blancos, delgados, muy anastomosados entre sí, dotados de válvulas, dispuestos de a pares, siendo más numerosos que las venas. Se dividen en superficiales o supraaponeuróticos, independientes del recorrido de las venas, y profundos o subaponeuróticos, satélites de vasos profundos.

Ganglios linfáticos: son masas de tejido linfóide, situadas en el trayecto de los vasos linfáticos. De forma variable, globulosos, aplanados y reniformes. De tamaño también variable, desde microscópicos hasta alcanzar el volumen de una avellana. Se unen en grupos de 2 a 15, blanquecinos. Reciben vasos aferentes y emite vasos eferentes.

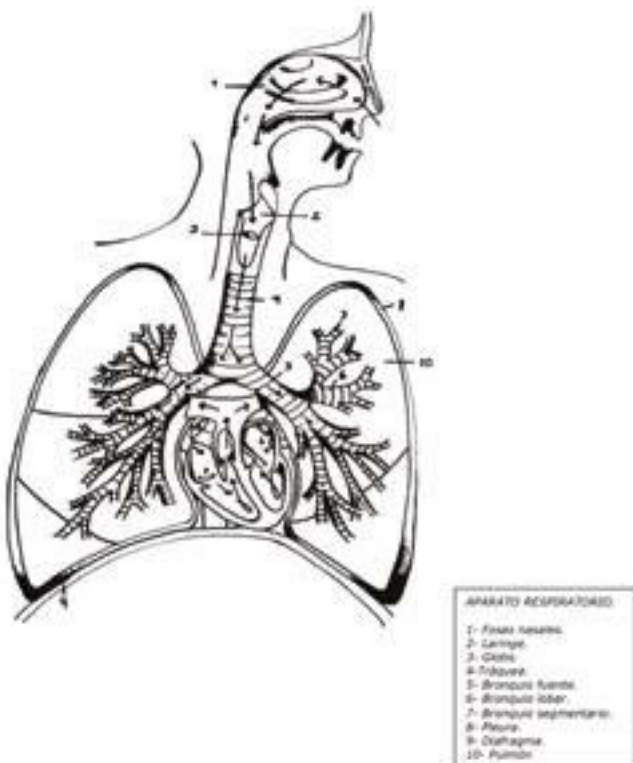
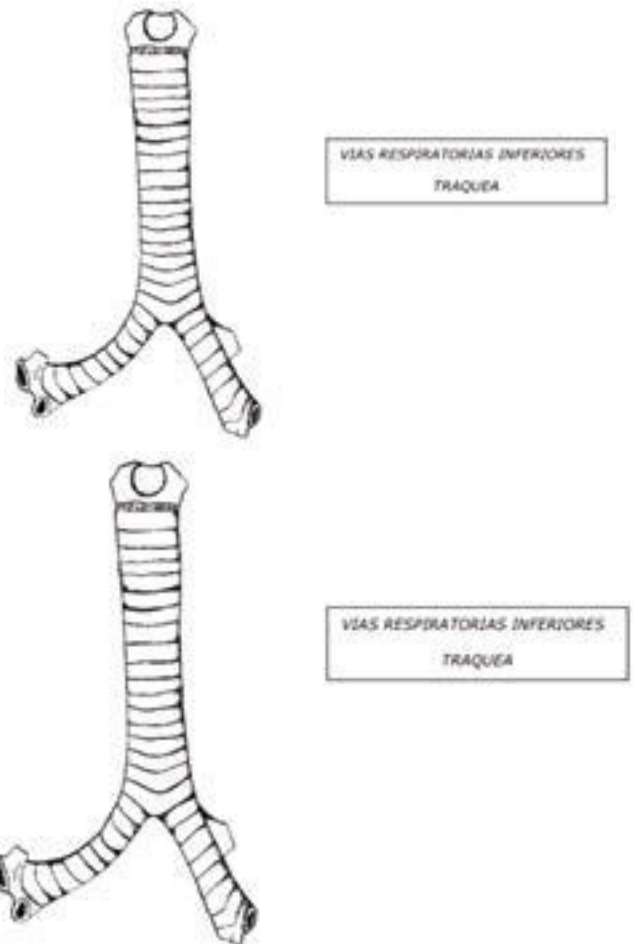


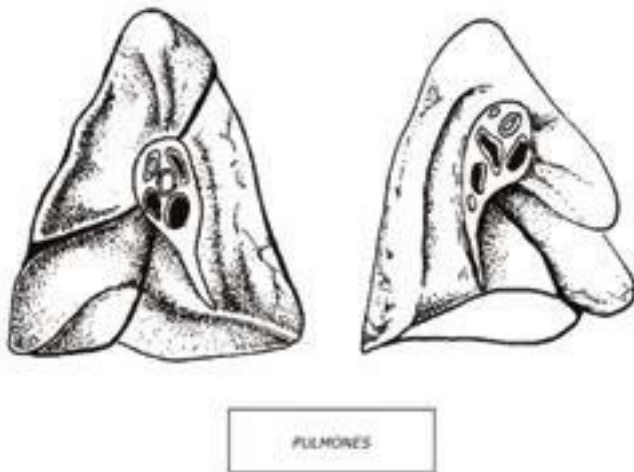


Aparato Respiratorio

Esta destinado a poner en contacto el aire atmosférico inspirado con los vasos arteriales de la circulación menor. Por su intermedio se elimina el anhídrido carbónico y se absorbe el oxígeno inspirado, que transforma así la sangre venosa en sangre arterial. El aparato respiratorio comprende:

1. Vías respiratorias: conducen el aire desde y hacia los pulmones, estando constituidas por las fosas nasales, faringe, laringe y árbol traqueobronquial. La laringe además es el órgano de la fonación.
2. Pulmones: órganos en los cuales se produce la hematosis, en número de dos, se hallan contenidos en la caja torácica, envueltos por serosas: las pleuras.

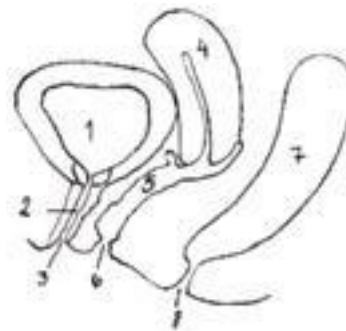
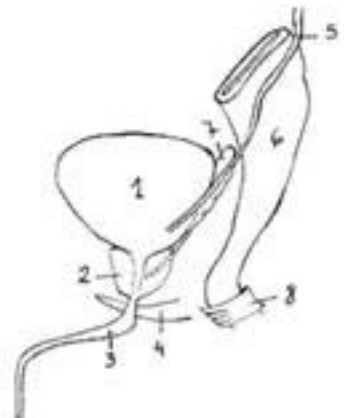
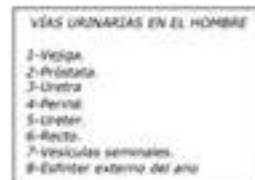




Aparato Urinario

El sistema urinario es el encargado de la eliminación de los desechos presentes en la sangre, así como el control del medio interno y la regulación de la producción de los glóbulos rojos. Está formado por:

- **Riñones:** segregan orina, a partir de un complejo proceso de filtración de la sangre que atraviesa su parénquima, regulan el medio interno mediante la eliminación y secreción de numerosas sustancias. Controla la producción de glóbulos rojos mediante la secreción de una hormona llamada eritropoyetina.
- **Uréteres:** conductos excretores encargados de conducir la orina desde los riñones hasta la vejiga.
- **Vejiga:** es un órgano hueco distensible en el que se acumula la orina en el período intermiccional.
- **Uretra:** es el conducto evacuador de la vejiga, en el hombre da paso también al esperma.



Aparato de la Reproducción

Es el aparato que asegura la perpetuidad de la especie.

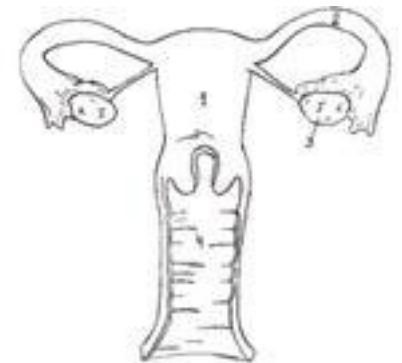
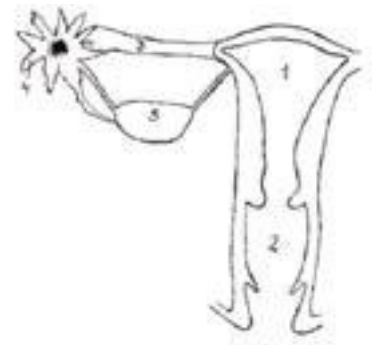
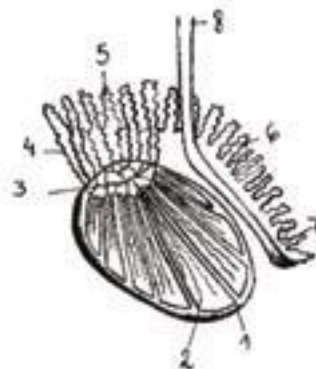
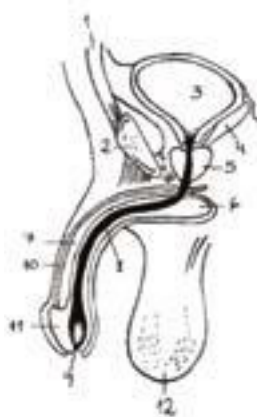
Se caracteriza por la unión de dos células, una masculina o espermatozoide, y otra femenina u óvulo, para formar el huevo o cigoto; que se desarrollará y reproducirá un organismo semejante al de sus generadores.

El **aparato genital masculino** se compone de:

- Dos testículos, órganos productores de espermatozoides y hormonas.
- Conductos excretores o vías espermáticas, que conducen el espermatozoide
- desde los testículos hasta la uretra.
- Glándulas, próstata y glándulas de Cowper, segregan sustancias que están
- destinadas a formar parte del espermatozoide.
- Uretra, a la que se anexan los órganos eréctiles que aseguran el vaciamiento del espermatozoide en el órgano reproductor femenino.

El **aparato genital femenino** se compone de:

- Ovarios, gónadas productoras de óvulos y hormonas.
- Las trompas uterinas, dos conductos que conducen los óvulos al órgano de la gestación.
- El útero, que es el órgano de la gestación.
- La vagina y la vulva, órganos de la copulación en la mujer.



Sistema Endócrino

El sistema endócrino es uno de los dos sistemas integradores del cuerpo junto con el sistema nervioso.

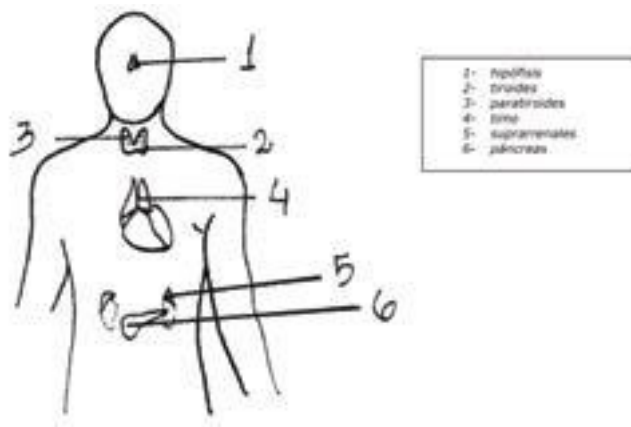
Las glándulas endócrinas producen secreciones que tienen efectos generales o específicos sobre las funciones corporales.

Las glándulas vacían sus secreciones o "mensajeros químicos", llamadas hormonas, a la sangre y cuentan con el sistema circulatorio para su transporte hacia los órganos efectores, también llamados "órganos blanco o diana".

Las funciones del sistema endócrino son las siguientes:

- Integración funcional de los distintos tejidos del cuerpo, en especial aquellos que tienen que ver con procesos metabólicos.
- Regulación del desarrollo y crecimiento del cuerpo como un todo.
- Desarrollo, crecimiento y regulación de las gónadas y de los caracteres sexuales secundarios.
- Regulación del medio interno, en relación con la concentración de sales, glucosa y el metabolismo de las grasas, proteínas e hidratos de carbono.

Este sistema está integrado por diferentes glándulas, entre ellas mencionaremos: hipófisis, tiroides, paratiroides, suprarrenales, páncreas, gónadas y pineal.



Sistema Nervioso

En el hombre el sistema nervioso tiene una organización muy compleja.

Está formado por una serie de órganos cuya función primordial es permitir al individuo relacionarse con el ambiente, adecuando su comportamiento a las condiciones del medio.

Hace posible la regulación de las funciones de los diferentes órganos (respiratorio, digestivo, etc.), contribuyendo al mantenimiento de la homeostasis.

Desde el punto de vista funcional se divide al sistema nervioso en:

- Sistema nervioso de la vida de relación y
- Sistema nervioso de la vida vegetativa.

Desde el punto de vista anatómico, lo podemos dividir en:

- Sistema nervioso central (SNC). Alojado en el cráneo y raquis.
- Sistema nervioso periférico (SNP). Se extiende desde el eje cerebro-espinal a la superficie corporal.

El sistema nervioso central comprende: cerebro, cerebelo, tronco encefálico y médula.

El tronco encefálico se divide a su vez en: pedúnculos cerebrales, protuberancia anular y bulbo raquídeo.

El sistema nervioso periférico, está constituido por un conjunto de fibras nerviosas que forman los nervios periféricos y lo podemos dividir en nervios encéfalo espinales y nervios vegetativos (simpáticos y parasimpáticos).

El sistema nervioso vegetativo o autónomo.

Es el responsable del mantenimiento del equilibrio del medio interno u homeostasis; ejercen control sobre la regulación y coordinación de las funciones vitales.

Su independencia de la voluntad determina que se lo denomine sistema nervioso autónomo.

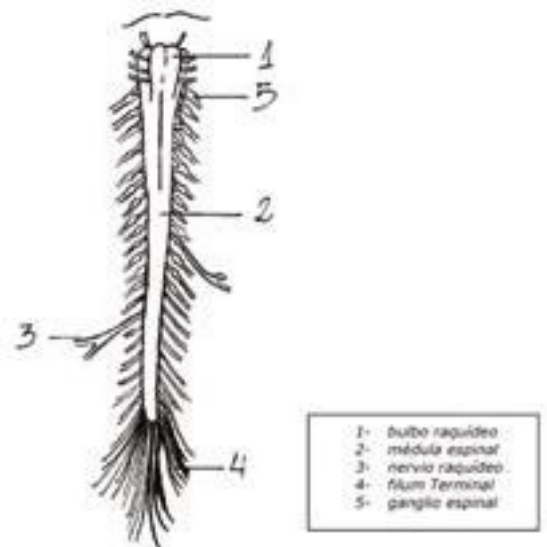
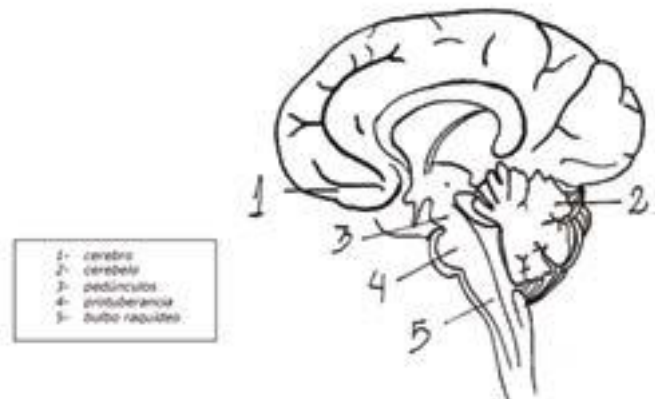
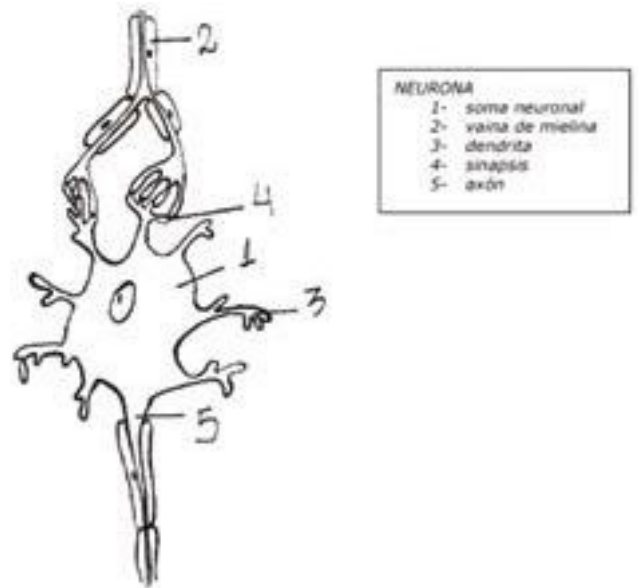
Esta destinado a inervar glándulas y músculo liso.

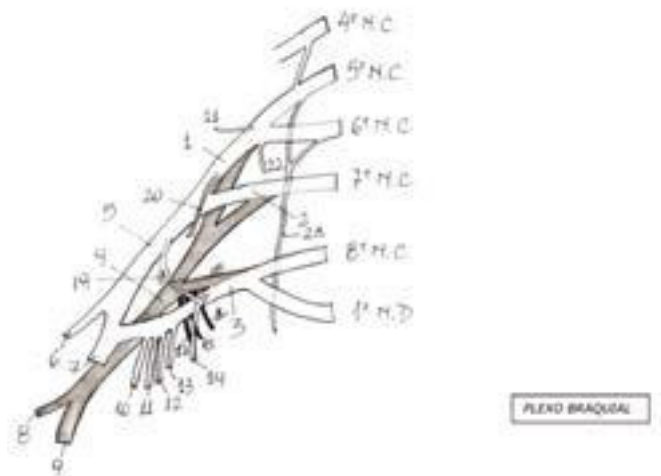
El sistema nervioso autónomo puede dividirse en sistema simpático y parasimpático, ambos son antagonistas entre sí, generalmente.

Poseen una porción central y una porción periférica.

El sistema nervioso está constituido por tejido nervioso. La proporción diferente de sus elementos constitutivos, células y fibras, así como el tipo de éstas, hace que el sistema nervioso conste de dos partes de aspecto diferente, sustancia gris

y blanca, en la primera se halla el cuerpo de la neurona y en la segunda las fibras mielinizadas.





Aparato Sensorial

Está representado por los órganos de los sentidos. Los órganos de los sentidos reciben las impresiones del mundo exterior los cuales son transmitidos por los nervios al sistema nervioso central, donde los estímulos son percibidos y transformados en sensaciones.

Los órganos de los sentidos son:

- Órgano del tacto.
- Órgano del gusto.
- Órgano de la olfacción.
- Órgano de la vista
- Órgano de la audición.

Cada uno de ellos se compone de:

- receptores nerviosos y,
- aparato destinado a proporcionar a los elementos nerviosos las mejores condiciones de receptividad.

Sistema Inmune

Para optimizar las interacciones celulares necesarias para las fases de reconocimiento y activación de las respuestas inmunes específicas, los linfocitos y las células accesorias se localizan y concentran en tejidos u órganos definidos anatómicamente, que también constituyen los lugares donde se transportan y concentran los antígenos extraños.

Los órganos linfáticos son:

Órganos primarios: Medula ósea, donde se forman los linfocitos, junto con las demás células sanguíneas.

Timo, donde algunos de los linfocitos alcanzan su madurez y estado de capacitación funcional.

Órganos secundarios: Ganglios linfáticos, Bazo, Sistema inmune cutáneo y, Sistema inmune de las mucosas.

En el tejido conjuntivo y en casi todos los órganos existe tejido linfóide, excepto en sistema nervioso central.

ANATOMÍA NORMAL

Glosario

A

Acueducto: (aquaeductus, conducto de agua). Canal, conducto o zona de paso a través de diversas partes del cuerpo o entre ellas, como el acueducto de Silvio, localizado en el interior del encéfalo.

Adherencia: (lat. Adhaerentia) 1. Calidad de pegarse o de permanecer fijado con firmeza. 2. banda de tejido cicatricial que une dos superficies anatómicas normalmente separadas entre sí. Las adherencias son más frecuentes en el abdomen, y aparecen después de una cirugía abdominal previa, un proceso inflamatorio o una lesión.

Aditus: (lat). Acceso o entrada.

Afasia: (a, neg. + gr. Phásis, palabra + -ia). Trastorno neurológico caracterizado por un defecto o pérdida del lenguaje, como consecuencia de una lesión en determinadas áreas de la corteza cerebral. La deficiencia puede ser sensorial o de recepción, en cuyo caso no se comprende el lenguaje, o puede tratarse de una deficiencia de expresión o motora, en cuyo caso no se pueden idear o expresar las palabras.

Agnosia: (a, neg. + gr. gnosis, conocimiento + -ía) pérdida total o parcial de la capacidad para reconocer objetos o personas familiares a partir de estímulos sensoriales, como consecuencia de una lesión cerebral orgánica.

Agrafía: (a, neg. + gr. grapheín, escribir + -ía) trastorno neurológico caracterizado por la pérdida de la capacidad de escribir, como consecuencia de una alteración en el centro del lenguaje localizado en la corteza cerebral.

Agujero: (forámen) orificio o abertura en un hueso o en una estructura membranosa, como el agujero dental apical o el agujero carotídeo.

Ala: (lat. Ala) estructura cuyo aspecto es semejante a un ala.

Alantoides: (alanto + gr. éido, forma) extensión tubular del endodermo del saco vitelino, que se continúa junto con los vasos alantoides en el cordón umbilical del embrión. En los embriones humanos los vasos alantoides dan lugar a los vasos umbilicales y a las vellosidades coriónicas.

Albugínea: (lat. Albugineus). Enteramente blanco. 2. Dícese de las tunicas blanquecinas a tejido fibroso que envuelve a ciertos órganos.

Aleta: 1. parte de la base de una prótesis dental que se extiende desde los extremos cervicales de los dientes hasta el borde de la prótesis. 2. prótesis con una extensión lateral vertical, diseñada para dirigir una mandíbula reseca hacia una oclusión centrada.

Alexia: (la, neg. + gr. léxis, dicción + -ía). Trastorno neurológico que se caracteriza por la incapacidad para comprender las palabras escritas.

Almohadilla: 1. masa de material blando utilizada para amortiguar choques, evitar el desgaste o absorber la humedad, como en el caso de las almohadillas abdominales utilizadas para absorber las secreciones de heridas abdominales. 2. (en anato-

mía) masa de grasa que protege diversas estructuras, como la almohadilla subpatelar situada por debajo de la rótula.

Álveo: (lat. Alveus) cause de un río o un arroyo. 2. Vientre de cualquier cosa cóncava del hipocampo. Relieve formado por la cara superior del hipocampo en el piso del cuerpo temporal del ventrículo temporal.

Alvéolos: (lat. Alveus, dim. de alveus, cavidad) 1. Pequeños sacos que parten de las paredes del espacio alveolar, a través de los cuales se realiza el intercambio gaseoso entre el aire alveolar y la sangre del capilar pulmonar. 2. estructura con forma de pequeño saco. A menudo se utiliza con el mismo significado que acino.

Amaurosis: (gr. amáuroosis, osuconocimiento) Ceguera, especialmente falta de visión debida a una causa extraocular, como en las enfermedades cerebrales o del nervio óptico, en la diabetes, en las nefropatías o en las intoxicaciones sistémicas producidas por consumo excesivo de alcohol o de tabaco.

Amígdala: (gr. amygdalée, almendra). Término que se usa en anatomía para designar órganos o estructuras en forma de almendra.

Ampolla: (lat. Ampulla, vasija pequeña) Formación saciformi producida por la acumulación de un exudado seroso en el seno de una cavidad superficial formada entre la dermis y la epidermis en le interior de esta última 2. Pequeño recipiente de vidrio que puede cerrarse al vacío para conservar su contenido en condiciones estériles. Se emplea principalmente para envasa soluciones inyectables. 3. dilatación circunscripta de una estructura anatómica, con aspecto de pequeña vejiga o burbuja.

Analgesia: (an-+gr. álgeesis, sufrimiento + -ia) falta de sensibilidad al dolor.

Anastomosis: (gr. anastómosis, abertura) comunicación entre dos nervios o entre dos vasos que proceden de distintas ramificaciones. 2. formación quirúrgica o patológica de una comunicación entre dos espacios alargados que normalmente se hallan separados.

Anencefalia: anomalía del desarrollo que se caracteriza por la falta de la bóveda craneal y por la ausencia o atrofia de los hemisferios cerebrales que se presentan en forma de pequeñas masas nerviosas rudimentarias adheridas a la base.

Anestesia: (an-neg.+gr.áistheesis, sensación + -ia) perdida total o parcial de la sensibilidad, especialmente la táctil, aunque el termino se usa para designar la perdida de cualquiera de los otros sentidos.

Aneurisma: (gr.anéyryσμα, dilatación) saco lleno de sangre formado por la dilatación (aneurisma verdadero, o circunscrito) o la ruptura (aneurisma falso espurio o difuso) de un segmento de la pared de una arteria que se mantiene en comunicación. El aneurisma está constituido de adentra a afuera, por sangre líquida, coágulos rojo y coágulos blancos adheridos a la pared arterial, que presenta una capa fibrosa en sustitución de la media o músculo elástica. Puede ser de etiología traumática o patológica. Produce la sintomatología propia de la compresión que ejerce los órganos vecinos. El tratamiento más eficaz es el quirúrgico.

Anfiartrosis: (anfi+artrosis) junta cartilaginosa.

Angioma: (angio+oma) tumor mas o menos circunscrito

constituido por vasos sanguíneos (hemangiomas) o linfáticos (lifangiomas) neo formados, unidos entre si.

Ángulos: (Lat. Angulus) Porción de plano o espacio comprendido entre dos líneas o planos que se intersectan 2. Grado de divergencia de esas dos líneas o planos. 3. En anatomía, punto de convergencia de dos bordes, especialmente en los huesos.

Anillo: Aro, cuerpo en forma de circunferencia. 2. (Anulus) Órgano o zona que presenta esa forma. 3. En química, estructura molecular formada por una cadena cerrada de átomos.

Anosmia: (An- + gr.osmée, olor + -ia) Pérdida o disminución del sentido del olfato.

Antro: (Antrum, caverna) Cavidad o cámara, especialmente la situada en el espesor de un hueso.

Aorta: Tronco vascular principal donde se origina el sistema arterial del organismo. Nace del ventrículo izquierdo, asciende hacia delante y a la izquierda, luego se incurva formando el llamado de la Aorta y por último desciende a través del tórax y el abdomen hasta la cuarta vértebra lumbar, donde se divide en dos ramas: arteria iliaca primitiva derecha e izquierda.

Aparato: (Lat. Apparatus) Conjunto de órganos de distinta estructura histológica y función que colaboran en la realización de una función general determinada. 2. Conjunto de dispositivos que se usan en operaciones o experimentos. 3. Instrumento para citostomía o litotomía.

Apéndice: (Appendix) Parte suplementaria, accesoria dependiente adherida a una estructura principal.

Apófisis: (Apophysis) Toda prolongación, eminencia o engrosamiento natural de un hueso. Se dividen en articulares y no articulares.

Aponeurosis: Expansión tendinosa que asegura una inserción secundaria al o a los músculos correspondientes.

Aracnoides: (Gr. Arakhnoeidées, semejante a una araña o a su tela). Delicada membrana interpuesta entre la dura madre y la piamadre. Está separada de la primera por un espacio virtual, el subdural, y de la segunda por el espacio aracnoideo o subaracnoideo. Se describen dos zonas con características propias: la encefálica o craneal que recubre la porción encefálica del sistema nervioso central y la medular o espinal que recubre la médula espinal Arcada: estructura anatómica compuesta por una serie de arcos. 2 esfuerzo violento e involuntario que excita al vómito.

Arco: (comienzo, por haberse considerado al recto como la primera parte del intestino). Componente inicial de voces castellanas. Denota relación con el recto o el ano.

Areola: espacio pequeño o intersticio de un tejido- 2. Zona circular, de distinto color, que rodea un punto central.

Arista: (lat. Aresta) Recta intersección de los dos semiplanos de un diedro. 2. Segmento que une dos vértices contiguos de un poliedro. 3. Línea que resulta de la intersección de dos superficies considerada por la parte exterior de la parte que forman.

Arteria: (lat arteria) cualquier estructura anatómica en forma de tubo hueco. 2. Vaso a través del cual pasa la sangre desde el corazón hacia el resto del organismo. Las paredes de las arterias están constituidas por tres capas: un interna, endotelial, llamada íntimas que se encuentra tapizada por una capa conjuntiva subendotelias; una muscular y elástica, formada principalmente por fibras de ese tipo conocida como túnica

media de los vasos y una externa adventicia, de naturaleza conjuntiva donde se encuentra encerrados los vasos nutricios llamada túnica externa de los vasos y en la cual se hallan las terminaciones nerviosas sensitivas.

Arteriola: (arteriola N.A.) rama arterial diminuta, especialmente la más próxima al capilar.

Articulación: (lat. Articulatio,-onis). acción y efecto de articular o articularse. Juntura sinovial. Cualquiera de las conexiones entre huesos. Según su estructura y movilidad, se clasifican en fibrosas, cartilaginosas y sinoviales. Las articulaciones fibrosas son inmóviles, las cartilaginosas ligeramente móviles y las sinoviales, completamente móviles. Son articulaciones inmóviles típicas las que unen la mayoría de los huesos del cráneo, con un ligamento de sutura. Articulaciones ligeramente móviles típicas son las que conectan las vértebras o los huesos púbicos.

Artrodia: (a-+trokhós, rueda+gr.eidos, forma+-ia) articulación plana.

Asa: parte que sobresale del cuerpo de una vasija. 2 órgano o parte de él que presenta forma de asa.

Asta: (lat. Hasta). F. Cuerno. Prominencia puntiaguda de algunos órganos o estructura anatómica.

Astereognosia: (a-,neg.+gr del griego sterós,solido+gr.gno-sis, conocimiento) pérdida de la facultad de reconocer objetos o de apreciar su forma mediante el tacto o palpación .

Asterión: (gr. Astérion, especie de estrella) Punto craneométrico determinada por la intersección de las suturas lambdoidea y parieto-temporal.

Astrosito: (astro-+gr.kytos, hueco) célula en forma de estrella; especialmente la de la neuroglia; es la célula adulta de la neuroglia.

Ataxia: (gr.ataxia. desorden). Es el conjunto de trastornos motores caracterizado por falta de coordinación de los movimientos sin que coexista parálisis.

Atetosis: (gr. áthetos, que no está fijo+-osis). Movimientos vermiculares involuntarios, semejante al coreico, pero algo mas lento, tosco y contorsivo que éste, en el que los músculos antagonistas son excitados al mismo tiempo.

Ático: parte superior de la caja del tímpano que corresponde a la estructura ósea de su parte externa.

Atlas: primera vértebra cervical.

Aura: (lat. Brisa). Es la sensación o fenómeno subjetivo que precede y señala el comienzo de un ataque paroxístico tal como el epiléptico.

Aurícula: (atrium cordis) cada una de las dos cámaras musculares cardíacas cuboideas irregular y paredes delgadas y flácidas situadas por detrás de los ventrículos, con los que se comunican a través de los orificios auriculoventriculares correspondientes. La aurícula derecha recibe la sangre venosa de la totalidad del organismo por medio de las venas cavas y la aurícula izquierda recibe la sangre oxigenada de los pulmones.

Axis: segunda vértebra cervical.

B

Bazo: es una glándula vascular sin conducto excretor situada en la parte superior de la cavidad abdominal, en el lado

izquierdo y por fuera del cardias gástrico. Posee forma oblonga aplanada, y mide aproximadamente 125 mm de longitud es de color púrpura y de consistencia blanda. Desintegra los glóbulos rojos de la sangre y libera así la hemoglobina, que el hígado convierte en bilirrubina, posee además otras funciones importantes cuyo alcance aún no se ha dilucidado.

Bicúspide: Que tiene dos cúspides o puntas.2. Diente premolar que tiene dos raíces.

Bolsa: (Lat. bursa). Cavidad o saco anatómico.

Borde: [margo N.A.]. Contorno, margen, orilla

Bóveda: Estructura en forma de cápsula o de arco.

Brazo: [brachium N.A.]. Segmento del miembro superior comprendido entre el hombro y el codo.

Bregma: Punto craneométrico determinado por la intersección de las suturas coronal y sagital.

Brida: Freno o frenillo.2. Tejido conjuntivo de neoformación consecutivo a un proceso inflamatorio o una intervención quirúrgica.

Bronquio: (Bronchus N.A.). Cada uno de los conductos aéreos que se originan en la bifurcación de la tráquea y que, en sucesivas divisiones, configuran un árbol en el extremo de cuyas más finas ramificaciones se encuentran los lobulillos del pulmón.

Bucinator: (Lat. Buccina, cuerno de pastor; trompeta). Dícese de un músculo de la cara situado en la región de la mejilla.

Bula: ampolla

Bulbo: (Lat. Bulbus). Masa, órgano o porción redondeada.2. Tallo o brote foliáceo subterráneo.

Bursa: (lat.). Bolsa

C

Calcáneo: (Lat. Calcaneus). Hueso que forma el talón, irregularmente cuadrangular, situado en la parte posterior del tarso.

Cáliz: Órgano o cavidad en forma de copa; especialmente cualquiera de los recesos de la pelvis renal.

Calloso: Perteneciente o relativo a al callo.

Cámara: (Lat. V. Camara; lat. Camera). Caja o compartimiento.2. Cualquier espacio o ventrículo abierto o cerrado.

Canal: (Lat. Canalis). Depresión lineal poco profunda, especialmente la que aparece durante el desarrollo embrionario o persiste en el hueso definitivo.2. Cauce o ranura por donde fluye algún líquido.

Capa: (B. Lat. Cappa. Capucho). Extensión uniforme de sustancia, de células o de ambas a la vez, de espesor también uniforme que puede superponerse varias veces.

Capilar: (Lat. Capillaris). Perteneciente a un cabello o parecido a él.

Cápsula: (Lat. Capsula). Estructura envolvente adiposa, fibrosa o membranosa como el ligamento capsular de una articulación o las que cubren el riñón, el hígado, el bazo.2. Recipiente poco profundo de vidrio u otro material, que se realizan trabajos de laboratorio.3. Cubierta de gelatina que se disuelve el estómago y que contiene una dosis de medicamento. Existen tres tipos: Cápsulas elásticas y perlas para líquidos y cápsulas duras para sólidos.

Cardias: 1. comunicación entre el esófago y la porción cardíaca del estómago. 2. parte del estómago que rodea a la unión gastroesofágica caracterizada por la ausencia de células pro-

ductoras de ácido.

Carilla: Diminutivo de cara, aplíquese especialmente en las pequeñas superficies que en las articulaciones toman contacto unas con otras.

Carótida: (Gr. Karootídes). Arteria principal del cuello.

Carpo: (Karpus N.A.). Conjunto de ocho huesos carpianos: Escafoide, semilunar, piramidal, pisiforme, trapecio, trapecioide, hueso grande, hueso ganchoso.

Cartilago: (Lat. Cartilago). Cualquiera de las piezas formadas por tejido cartilaginoso, que constituye el esqueleto del feto, el de ciertos animales y parte del hombre.

Carúncula: Pequeña proyección carnosa, como las carúnculas lagrimales en el ángulo interno del ojo o las carúnculas himeneales que son restos de la membrana himeneal.

Cavum: 1. agujero o cavidad. 2. vena cava superior o inferior.

Cayado: Palo o bastón corvo por la parte superior.

Celda: Celda o celdilla. Célula.

Cerebelo: (cerebellum. N.A.). Porción del encéfalo situada detrás y debajo del cerebro y encima de la protuberancia y de bulbo. Consta de un lóbulo medio y dos laterales y dos laterales que se comunican con las otras porciones del encéfalo mediante tres pares de pedúnculos: superior, que lo une con el cerebro, el medio con la protuberancia y el inferior con el bulbo. Interviene en la coordinación de los movimientos.

Ciano: Ciano, cian- (Gr. kýanos, azul). Componente inicial que entra en la formación de voces castellanas con su significación ordinaria.2. Componente inicial de voces químicas que denotan, en los compuestos orgánicos el grupo monovalente-cn, radical del ácido cianhídrico.

Ciática: Ciático-ca. Dícese de un nervio que se origina en la médula espinal de sus ramificaciones.2. Perteneciente o relativo a los nervios o a la ciática.

Ciego: Ciego-ga. (Lat. Caecus). Que esta privado de la vista.2. Primera porción del intestino grueso, cerrada en la parte inferior, en la que desemboca el ileon, y que se continúa hacia arriba con el colon ascendente; en su pared izq. se abre la luz del apéndice cecal o vermiforme.

Cifosis: (Gr. kyploois, joroba, corcova). Curvatura anormal en sentido sagital y prominencia dorsal de la columna vertebral.

Cinereum: (lat. Ceniciento) 1. Que tiene color de cenizas. 2. Perteneciente o relativo a la sustancia gris del sistema nervioso.

Cíngulo: (cingulum N.A.). Fascículo de fibras de asociación que rodea parcialmente al cuerpo calloso no lejos del plano medio. Cresta o reborde de la cara palatina de los incisivos y caninos superiores.

Cintilla: (band) tira larga y plana, algo mas estrecha que una cinta.

Circulación: (Lat. Circulatio). Acción de circular.2. Movimiento regular y progresivo de un líquido orgánico por un sistema de vasos y conductos.

Circunvolución: (Lat. Circunvolvere, envolverse). Elevación o irregularidad sinuosa debida al repliegue sobre sí mismo de una estructura, como las circunvoluciones del intestino.2. Cada una de las elevaciones sinuosas de la superficie del cerebro causada por evaginación de la corteza y separada por cisuras o surcos. Muchas son lo suficientemente constantes como para recibir nombres especiales.

Cisterna: (Lat. Cisterna). Reservorio o espacio cerrado, especialmente los espacios subaracnoideos agrandados.

Cisura: (lat. Caesura, corte). Hendidura, canal o surco. 2 (cisura N.A.) en especial cualquiera de los surcos o canales que, en la superficie de la corteza cerebral separan entre sí las circunvoluciones.

Claustro: (lat. Claustrum) antemuro.

Clítoris: (clítoris N.A.) pequeño cuerpo eréctil alargado, que se encuentra en el ángulo de la vulva, es homólogo del pene.

Coana: cualquier cavidad de forma de embudo. 2 (choanae N.A.) cada una de las aberturas u orificios posteriores de las fosas nasales, que comunican con la nasofaringio.

Cóccix: (os sossygis N.A.). Hueso pequeño que constituye el extremo caudal de la columna vertebral.

Colículo: (colliculus N.A.). Pequeño tubérculo que se encuentra en la cara anterolateral del cartílago aritenoides.

Colon: Porción del intestino grueso que se extiende desde el ciego hasta el recto.

Columna: Parte anatómica en forma de pilar; específicamente las columnas grises de la médula espinal.

Comisura: (lat. Commissura). Banda de fibras que une partes opuestas similares, principalmente del encéfalo o médula espinal.

Cóndilo: (gr. kondylos, nudillo) Apófisis redondeada de un cóndilo que generalmente se articula con otro hueso.

Conducto: (ductus) Pasaje tubular relativamente estrecho.

Conjuntiva: (tunica conjunctiva) Membrana mucosa que reviste la superficie interna de los párpados y la parte anterior del globo ocular. Está formada por dos capas: una profunda, el corion o dermis y otra superficial, el epitelio. Consta de dos porciones unidas por los fondos de sacos conjuntivales: la conjuntiva palpebral y la conjuntiva ocular o bulbar.

Corazón: (cor N.A.) Viscera muscular hueca, situada en el tórax entre las superficies cóncavas de ambos pulmones y cuya función es la de mantener la circulación sanguínea. Se halla formado por cuatro cavidades: dos aurículas y dos ventrículos. La aurícula izq. recibe sangre oxigenada de los pulmones y la envía al ventrículo izq., el que la impulsa por las arterias para irrigar los tejidos del organismo. La aurícula der. recibe la sangre venosa después que ha pasado por los capilares y cedido su oxígeno, y la envía a su vez al ventrículo der., el que la impulsa a los pulmones para ser oxigenada. Posee cinco válvulas: la bicúspide o mitral, entre la aurícula y el ventrículo izquierdos; la tricúspide, entre la aurícula y el ventrículo derechos; la aórtica, en el orificio de la aorta dentro del ventrículo izq.; la pulmonar, en el orificio de la arteria pulmonar dentro del ventrículo derecho y la de Eustaquio, entre el borde anterior de la vena cava inferior y el orificio auriculoventricular derecho.

Cordón: Cuerda, por lo general fibrosa, configurada en forma de una línea recta delgada. // 2. Estructura larga, redondeada y flexible. El cuerpo contiene diferentes cordones, como el espermático, las cuerdas vocales, la médula espinal, los nervios, el cordón umbilical y el ligamento redondo. // 3. División de la sustancia blanca de la médula espinal, constituida por fascículos o tractos fibrosos. // 4. Cualquier cuerpo largo cilíndrico y flexible.

Córnea: Estructura transparente que forma parte anterior

de la túnica externa del ojo. Consta de cinco capas: el epitelio corneal que se continúa con el de la conjuntiva; la membrana de Bowman; la sustancia propia; la lámina elástica posterior o membrana de Descemet y el endotelio, que formando una sola capa reviste la lámina elástica posterior.

Cornete: (lat. Concha) Cada uno de los huesos en forma de lámina en forma de lámina semi-arrollada que se encuentra en la fosas nasales.

Coroidea: Perteneciente o relativo a la coroides

Corona: (Lat. Corona) Cualquier órgano, disposición vascular, nerviosa, celular o hística que adopta una forma circular

Costilla: (costa) Cada uno de los 24 huesos que se extiende desde una vértebra hasta el esternón.

Cráneo: (cranium) Conjunto de ocho huesos planos que ocupa la parte superior y posterior de la cabeza y que están unidas por suturas. En la caja por ellos formada se aloja el encéfalo. Cuatro de ellos impares y situados en la línea media son, de adelante hacia atrás: frontal, etmoides, esfenoides, occipital; los otros cuatro son pares: dos parietales y dos temporales.

Cremáster: (gr. kremast' er, suspensor) Dícese de un músculo que se inserta en el tubérculo del pubis.

Cresta: (crista) Saliencia, estructura sobresaliente o arista. En especial la situada sobre un hueso o su borde.

Cripta: (gr. kryptós, oculto) Lugar subterráneo en el que se acostumbra a enterrar a los muertos. 2. Minúscula cavidad tubuliforme que se abre en una superficie libre.

Cristalino: De cristal. 2. Que tiene las propiedades del cristal, especialmente su transparencia. 3. Formación lenticular biconvexa, transparente e incolora del ojo; separa, junto con la zónula, al globo ocular de dos compartimientos: una anterior, más pequeño, la cámara acuosa, y otro posterior, mayor, la cámara vítrea o hialóidea.

Cristaloide: (cristal + gr. éidos, forma) Semejante al cristal. 2. Dícese de la sustancia que, en solución, atraviesa fácilmente las membranas animales; determina el descenso del punto de fusión del solvente y puede obtenerse en forma cristalina.

Cromosoma: (cromo + gr. sóoma, cuerpo) Pequeño cuerpo baciliforme muy tinguible que aparece en el núcleo de una célula en el momento de la división celular. Contiene los genes o factores hereditarios y su número es constante para cada especie.

Cuello: Estructura o parte estrechada. 2. (collum N.A.) Parte del cuerpo situada entre la cabeza y el tórax. 3. Región próxima al extremo de un órgano o hueso.

Cuerda: (lat. Chorda; gr. khordée) Conjunto de hilos de lino, cáñamo u otra materia semejante que, torcidos, forman un cuerpo largo, flexible y más o menos grueso.

Cuña: Pieza de metal o madera terminada en ángulo diedro muy agudo. 2. Lobulillo de forma triangular en la cara interna del hemisferio cerebral, limitado por las cisuras calcarina y perpendicular interna.

Cúpula: (lat. Cupula, tonel pequeño) Estructura en forma de copa invertida o de media esfera. 2. (cupula N.A.) Masa gelatinosa de la cresta ampollar de los conductos semicirculares.

D

Dartos: (gr. dartós, despellejado) Túnica Dartos

Decusación: (decussatio N.A.) Entrecruzamiento de dos

fascículos de fibras nerviosas homólogas que se continúan en el lado opuesto y unen centros situados a ambos lados.

Depresión: Acción y efecto de deprimir o deprimirse.2. Reducción o disminución de la actividad funcional de un órgano o del organismo en su totalidad.

Dermatoma: (dermato + oma) Crecimiento atípico o anormal del tejido cutáneo. 2. Área radicular.3. Porción ventrolateral de un somita formada por células que contribuyen a la formación de las capas profundas de la piel y a la de los músculos.

Dermis: (corium N.A) Capa del tegumento situada inmediatamente por debajo de la epidermis constituida por haces conjuntivos entrecruzados, fibras elásticas y musculares lisas, que se disponen en dos estratos: cuerpo papilar (superficial) y cuerpo reticular (profundo).

Diapófisis: (dia- + gr. apophysis, brote) Porción superior de la apófisis trasversa de las vértebras.

Diencefalo: (diencephalon) División posterior del prosencefalo que consta de cinco regiones : tercer ventrículo (ventriculus tertius), epitálamo (epithalamus), tálamo (talamus), hipotálamo (hypothalamus) y metatálamo (metatalamus).

Disartria: (dis- + gr. árthron, articulación- + -ia) Dificultad para la articulación de las palabras que se observa en algunas enfermedades nerviosas.

Diseción: (lat. dissectio) Acto de disecar.2. Parte o todo de un organismo preparado por disección.

Disfagia: (dis- + gr. phagein, comer + ia) Dificultad para deglutir.

Disfonía: (dis- + gr. phoonée, voz + ia) Perturbación de la intensidad, y timbre de la voz.

Distonía: (dis- + gr. tónos, tensión + ia) Toda perturbación de un tejido o de un órgano.

Divertículo: (lat. diverticulum, rodeo) Apéndice hueco terminado en fondo de saco que aparece en el trayecto del esófago, intestino u órganos huecos en general, por malformaciones congénitas o por otros motivos patológicos.

Dolor: Síntoma que se manifiesta por una sensación física desagradable y localizada provocada por múltiples estímulos que, conducidos por vías nerviosas específicas, llegan a la corteza general, donde se hace consciente tal sensación.

Duodeno: (duodenum) Porción primera o proximal del intestino delgado llamada así porque mide unos 12 traveses de dedos de longitud. Se extiende desde el píloro hasta el yeyuno.

Duramadre: (duramater) La más externa, fibrosa de las tres meninges o membranas que envuelven al encéfalo y a la médula espinal.

E

Emaciación: (lat. Emaciatius, enflaquecido) Adelgazamiento extremo.2. Estado de agotamiento del organismo.

Eminencia: (eminetia N.A) Prominencia o protuberancia, especialmente en la superficie de un hueso.

Enartrosis: (gr. en, en, dentro de + gr. árthron + articulación + osis) Articulación cotiloidea.

Encéfalo: (encephalon N.A). Masa de tejido nervioso encefalado en el cráneo; comprende el cerebro, el cerebelo, la protuberancia anular y el bulbo raquídeo.

Endolinfa: (endolympha N.A) Líquido contenido en el laberinto membranoso del oído.

Endorfina: Cualquiera de los neuropéptidos compuestos por múltiples aminoácidos, elaborados por la hipófisis y que actúan sobre los sistemas nerviosos central y periférico para reducir el dolor. Las endorfinas aisladas por los investigadores son la alfa-endorfina, la beta-endorfina y la gamma-endorfina, todas ellas con efectos farmacológicos similares a los de la morfina.

Epéndimo: (ependyma N.A) Membrana que tapiza los ventrículos del cerebro y el conducto central de la médula espinal.

Epidermis : (epidermis N.A) Capa externa y epitelial de la piel constituida de afuera adentro por cinco capas : 1-capa córnea y estrato córneo, formada por células córneas aplanadas.2-estrato lúcido o capa de Oehl, formada por varias capas de células nucleadas transparentes.3-estrato granuloso o capa de Langerhans, compuesto por células granulosas aplanadas.4-estrato mucoso o capa de Malpighi, compuesta por células pigmentadas o poligonales.5-estrato basal o capa de células basales, compuestas de células cilíndricas dispuestas perpendicularmente. Las dos últimas constituyen la capa germinativa.

Epidídimo: (epidíymis N.A) Órgano alargado situado sobre el borde posterosuperior del testículo. Presenta una porción superior ensanchada (cabeza), donde desembocan los conductos deferentes del testículo, un segmento medio (cuerpo) y una cola que se continúa directamente con el conducto deferente.

Epiplón: (gr. epíploon) Repliegue del peritoneo que une dos o más vísceras y contiene elementos vasculonerviosos.

Epitálamo: (epithalamus N.A) Porción del diencefalo que comprende la epífisis, la habénula y el trigono de la habénula.

Eritro: (gr. erythrós, rojo) Componente inicial que entra en la formación de voces castellanas con su significación de originaria.

Escaleno: (gr. skalenós, desigual) Que posee tres lados desiguales.2. Dícese de ciertos músculos de la región del cuerpo.

Escama: (lat. Squama) Membrana córnea, delgada en forma de pequeña escudo, que, imbricada con otras muchas de su clase cubre total o parcialmente el cuello de algunos animales, en especial el de los peces y reptiles.2. Estructura fina, laminar, formada por células epiteliales adheridas que se desprenden de la piel.

Esclerosis: (gr. skléroosis, dureza) Induración o endurecimiento de un órgano o de un tejido, especialmente la producida por un proceso inflamatorio o por las colagenosis.

Escoliosis: (gr. skolíoosis, torsión) Desviación lateral de la columna vertebral.

Escotadura: Fisura, hendedura o depresión, especialmente la que existe en el borde de un hueso o de un órgano.

Escroto: (scrotum N.A) Bolsa que contiene los testículos y sus órganos accesorios. Está compuesta por la piel y las tunicas dartos, celular, muscular, fibrosa y vaginal.

Esfenoides: (os sphenoidale) Hueso muy regular, en forma de cuña situada en la base del cráneo.

Esfínter: (Lat. Sphinkter) Músculo en forma de anillo que al contraerse cierra un orificio natural del cuerpo.

Esófago: (oesophagus N.A) Conducto musculomembranoso que se extiende desde la faringe hasta el estómago. Se

describen en él cuatro porciones que se conocen como : cervical, toácica, diafragmática y abdominal.

Espina: (lat. Spina) Apófisis ósea, larga y delgada.

Espolón: (del ant. espolón, espolón de ave) Eminencia, generalmente ósea, en forma de pico.

Esqueleto: (skeleton N.A) Conjunto de piezas duras, resistentes y articuladas entre sí que constituyen la estructura ósea de sostén de los vertebrados superiores y del hombre. V. Dermoesqueleto, endoesqueleto, esplancoesqueleto, exoesqueleto, neuroesqueleto.

Esternón: (sternum N.A) Hueso del tórax.

Estómago: (lat. Stomachus) (ventriculus gaster N.A) Órgano del aparato digestivo, hueco, sacciforme, elongado, ubicado en la región superior del abdomen, que se continúa por arriba con el esófago, a través del cardias , y con el duodeno por abajo, en una zona de transición llamada píloro. Histológicamente está constituido por cuatro túnicas: una externa serosa o peritoneal, una muscular formada por fibras longitudinales, oblicuas y circulares, una submucosa llamada tela mucosa, constituida por tejido conjuntivo muy vascularizado, y una túnica interna que tapiza la cavidad del órgano, llamada mucosa, que está formada por glándulas que segregan ácido clorhídrico y enzimas tales como la pepsina y la renina.

Estrecho: (lat. Strictus) Que tiene poca anchura.

Estribo: Chapa de hierro u otro material doblada en ángulo recto por sus dos extremos para asegurar la unión de ciertas partes o piezas.2. (stapes) El más interno de los huesecillos del oído, de forma más o menos parecida a la de un exstribo.

Estupor: (lat. Stupor) Inconciencia parcial o casi completa.2. En psiquiatría, desorden caracterizado por reducción de la capacidad de respuesta.

Etmoides: (os ethmoidales) Hueso impar del cráneo.

Eyacuación: Acción y efecto de expulsar con rapidez y fuerza el contenido de una cavidad.2. Expulsión del semen en el acto del coito.

F

Falange: (gr. phálanx, phálanger, falange) Hueso de un dedo del pie o de la mano.2. Cada una de las placas dispuestas en hileras que constituyen la lámina reticular que cubre el órgano de Corti.

Faringe: (pharynx) Conducto musculomembranoso situado entre la boca, las coanas y el esófago. Se continúa por abajo con el esófago y por arriba comunica con la laringe, la boca, los conductos nasales y las trompas de Eustaquio. Se reconocen en ella tres porciones : nasofaringe, orofaringe, y laringofaringe y una cavidad posterior retrofaringe.

Fascia: Membrana de color blanquecino, por lo general brillante y satinada, compuesta de fibras conjuntivas poco extensibles, que sirve a los músculos como vaina de contención o como medio de inserción.

Fasciculación: Disposición en fascículos.2. Contracciones espontáneas de varias fibras musculares inervadas por un solo filamento nervioso motor.

Fascículo: (fasciculus) Conjunto de haces de fibras nerviosas de fibras nerviosas, musculares o musculares modificadas que poseen la misma significación funcional.

Fibras: (fibra N.A) Estructura elongada y filiforme de tejido orgánico.

Fimbria: Orla o franja.

Fimosis: (gr. phímooosis, oclusión) Estrechez de la abertura del prepucio que impide total o parcialmente la exteriorización del glande.

Fisura: (fisura) Cualquier hendedura, cisura o surco normal o patológico.

Flexión: (lat. flexio, -onis) Acción y efecto de flexionar.2. Movimiento por el cual se cierra el ángulo de dos brazos de palanca articulados entre sí. La flexión puede ser anterior, posterior o lateral.

Folículos: (folliculus) Glándula muy pequeña en forma de saco, situada en el espesor de la piel o de las mucosas.

Fontanela: (fr. Fontanelle, pequeña fuente) Espacio no osificado que se observa en el cráneo de los niños recién nacidos.2. Espacio para la descarga de los humores del cuerpo.

Foramen: agujero.

Fórceps: (lat. forceps) Pinzas.2. Pinzas destinadas especialmente a la prensión y extracción de la cabeza del feto en los partos distócicos.3. Cualquier órgano o región que tiene forma de pinzas, particularmente las fibras terminales del cuerpo calloso.4. Instrumento de acero destinado a la extracción de dientes.

Fórnix: Cualquier estructura en forma de arco o de bóveda.2. Nombre dado al trigono cerebral.

Fosa: Excavación, hoyo, o depresión.

Fosita: (fosulla, foveola) Fosa pequeña.2. Úlcera corneal pequeña y profunda.

Franja: (fr. Frange) Ribete, trazo o estría; especialmente, el final de oviducto de forma acintada.

Frenillo: (frenulum) Pliegue angosto del tegumento o de una mucosa; especialmente aquel que detiene, retiene o limita los movimientos de un órgano o parte.

Frenos: (freno (phreno)) (gr.phren, diafragma) Prefijo que significa diafragma.

Frontal: (lat. frontalis) Relativo a la frente 2. Dícese de la porción carnosa del fascículo occipito-frontal del músculo epicraneano que cubre el hueso frontal. 3. Hueso de la cara.

G

Gancho: Instrumento curvo en un extremo, empleado para sostener, tomar o ejercer tracción sobre una parte. 2. Por extensión cualquier formación anatómica que posea esa forma o una parecida.

Ganglio: (ganglion) grupo de células nerviosas de estructura, tamaño y forma variable que poseen una función común y que se hallan dispuestas en las raíces dorsales de los nervios raquídeos en el trayecto de un nervio o en la intersección de las ramas nerviosas que forman los plexos.

Glabela: (glabella). Región plana triangular del hueso frontal entre los dos arcos supraciliares de la frente. A veces se utiliza como punto de referencia para las mediciones cefalométricas.

Glande: Zona de tejido eréctil muy sensible, como el situado en el extremo del clítoris o del pene.

Glándula: (glandula). Cualquiera de los numerosos órganos del cuerpo, constituida por células especializadas que secretan o excretan productos sin relación con su metabolismo

normal. Algunas glándulas lubrican; otras, como la hipófisis, producen hormonas; las glándulas hematopoyéticas intervienen en la producción de sangre.

Glía: (gr. glía, gluten). Tejido de sostén del tejido nervioso. Es una fina trama de tejido formada por elementos ectodérmicos modificados, en la que se incluyen células con ramificaciones peculiares conocidas como células de la neuroglía o células de la glía. Sus células son de tres tipos: macroglía o astrogliá, oligodendroglía y microglía.

Glomérulo: (lat. dim. de glomus, ovillo). Formación histológica originada por uno o más túbulos arrollados y protegidos por tejido conectivo.

Glottis: (glottis) 1. Orificio con forma de hendidura situado entre las cuerdas vocales verdaderas (plica vocalis). 2. aparato fonador de la laringe, constituido por las cuerdas vocales verdaderas y el orificio situado entre ellas (rima glottidis).

Gubernáculum: (lat. timón). Cordón fetal inserto en el extremo distal del epidídimo y en el fondo del escroto, que guía el descenso del testículo.

H

Haz: (lat. fascis, fascículo). Grupo de fibras nerviosas u otras estructuras en forma de cordón que poseen la misma significación funcional.

Hélix: repliegue semicircular que forma el reborde del pabellón de la oreja.

Hemianopsia: (hemi- + gr. an-, priv. + gr. óopsis, vista + -ia). Visión defectuosa o ceguera en una mitad del campo visual de uno o ambos ojos.

Hemisferios: (lat. hemisphaerium). Cada una de las mitades laterales del cerebro o del cerebelo.

Hendidura: (lat. findere, herir). Fisura, abertura o grieta larga y estrecha, de un cuerpo sólido que no llega a dividirlo totalmente.

Herpes: (gr. hérpes). Erupción cutánea que consiste en el agrupamiento de granitos o vejiguillas que dejan rezumar, cuando se rompen, un humor, que al secarse, forma costras o escamas.

Hiato: (lat. hiatus). Orificio, abertura, agujero o hendidura normal de una membrana u otro tejido corporal.

Hidátide: (gr. hidatis, vejiga). Quiste o estructura quística que habitualmente está llena de líquido, especialmente el quiste formado alrededor del escólex en desarrollo de la tenia del perro *Echinococcus granulosus*. //2. Cualquier formación anatómica, constante o no, de estructura similar a la de este tumor.

Hígado: (gr. héepar, héepatos). La mayor glándula del cuerpo, y uno de sus órganos más complejos. Se han identificado más de 500 funciones. Se divide en cuatro lóbulos, con hasta 100.000 lobulillos, y recibe dos tipos distintos de irrigación. La arteria hepática lleva sangre oxigenada al hígado, y la vena porta lleva sangre rica en nutrientes procedentes del estómago e intestino. Algunas de las principales funciones que realiza el hígado son la producción de bilis por las células hepáticas, la secreción de glucosa, proteínas, vitaminas, grasas y la mayoría de los demás compuestos que utiliza el organismo, el procesamiento de la hemoglobina para el uso vital de su contenido en hierro y la conversión del amoníaco tóxico en urea.

Hilio: (lat. hilus). Depresión o fosa en la región de un órga-

no por donde entran los vasos y nervios.

Himen: (gr. hyméen, membrana). Repliegue membranoso densamente vascularizado, que se sitúa entre el conducto vaginal externo y el vestíbulo de la vagina, cerrando parcial o completamente aquél en la mujer virgen.

Hipersomnia: (gr. híper, encima, superior, en exceso + gr. sóoma, cuerpo + lat. y gr. -ia, acción, cualidad, condición). 1. sueño de excesiva profundidad o duración anormal, habitualmente causado por factores psicológicos más que físicos, y caracterizado por un estado de confusión al despertar. 2. somnolencia extrema, a menudo asociada con letargia. 3. trastorno caracterizado por períodos de sueño profundo y largo.

Hipocampo: (lat. hippocampus). Elevación curvada y tortuosa del suelo del cuerno inferior del ventrículo lateral del cerebro.

Hipófisis: (gr. hypophysis). Pequeña glándula unida al hipotálamo, que descansa sobre el hueso esfenoides, y aporta numerosas hormonas que dirigen muchos procesos vitales. Se divide en adenohipófisis o hipófisis anterior y neurohipófisis o hipófisis posterior, más pequeña. La adenohipófisis segrega hormona del crecimiento (somatotropina), hormona tirotrópica, hormona adrenocorticotropa (ACTH), dos hormonas gonadotrópicas, la hormona foliculostimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), y prolactina, la hormona que estimula la secreción de leche. En la neurohipófisis se almacenan dos hormonas, oxitocina y vasopresina.

Hipotálamo: (lat. hypothalamus). Porción del diencefalo que forma el suelo y parte de la pared lateral del tercer ventrículo. Activa, controla e integra el sistema nervioso autónomo periférico, los procesos endocrinos y muchas funciones somáticas, como la temperatura corporal, el sueño y el apetito.

Homúnculo: modelo anatómico pequeño de la forma del ser humano.

Horquilla: Banda tensa de membranas mucosas situadas en el ángulo posterior de la vagina, que conecta los extremos posteriores de los labios menores. También se denomina comisura posterior de la vulva.

Hoz: (falx, pl. falces) Cualquier estructura que tiene esa forma.

Hueso: Cada uno de los 206 elementos del esqueleto humano, formados por tejido conectivo denso, duro y ligeramente elástico. Se componen de tejido óseo compacto que rodea al tejido óseo esponjoso penetrado por numerosos vasos sanguíneos y nervios y encerrado en el periostio membranoso. Los huesos largos contienen médula amarilla en las cavidades longitudinales y médula roja en sus extremos articulares. La médula roja también llena las cavidades de los huesos planos y cortos, los cuerpos de las vértebras, el diploe craneal, el esternón y las costillas. Los hematíes se producen en la médula roja activa. Los osteocitos forman tejido óseo en anillos concéntricos alrededor de un intrincado sistema haversiano de conductos interconectados que contienen vasos sanguíneos, linfáticos y fibras nerviosas.

Húmero: Hueso largo que forma el brazo, constituido por un cuerpo, una cabeza y un cóndilo. La cabeza casi esférica se articula con la cavidad glenoidea de la escápula. El cóndilo, en el extremo distal, tiene varias depresiones a través de las cuales se articula con el radio y con el cúbito.

Humor: Todo líquido corporal, como la sangre o la linfa. El

término se usa a menudo para referirse al humor acuoso o al humor vítreo del ojo.

I

Incisivo: Uno de los 8 dientes frontales, 4 en cada arcada dentaria, que aparecen como dientes de leche en la lactancia, y son sustituidos durante la infancia por los incisivos definitivos, que permanecen hasta una edad avanzada. La corona del incisivo tiene forma de cincel, con un borde cortante afilado. Los incisivos superiores son más grandes y fuertes que los inferiores, y se dirigen oblicuamente hacia abajo y hacia delante.

Incisura: Escotadura o muesca en un órgano o parte del cuerpo.

Indusium: (lat. Prenda íntima de mujer, de indio, ponerse)

1. Capa o cobertura membranosa. 2. Amnios.

Inervación: Distribución o suministro de fibras nerviosas o impulsos nerviosos a un órgano o parte del cuerpo.

Infundíbulo: Estructura o paso en forma de embudo, como la cavidad formada por las fimbrias tubáricas en el extremo distal de las trompas de Falopio o la que, desde la base del tercer ventrículo, llega hasta el cuerpo pituitario.

Infundíbulo: (infundíbulo) Embudo o estructura o pasaje en forma de embudo. 2. Porción expandida de un cáliz renal cuando se abre en la pelvis del riñón. 3. Terminación de un bronquiolo en alvéolo. 4. Nombre oficial, alternativo de cono arterial (conus arteriosus) 5. terminación del conducto coclear debajo de la cúpula. 6.

Prominencia impar con forma de embudo en la base del hipotálamo, detrás del quiasma óptico, que encierra el recesso infundibular del tercer ventrículo y se continúa por debajo con el tallo de la hipófisis.

Inhibición: limitación, comprobación o detección de la acción de un órgano o célula, o reducción de una actividad fisiológica, mediante estimulación antagónica // detención o reducción de la velocidad de una reacción química.

Ínsula: 1. Corteza o área insular; isla de Reil; región ovalada de la corteza cerebral por encima de la cápsula extrema, lateral al núcleo lenticular, enterrada en la profundidad de la cisura lateral del cerebro o cisura de Silvio. 2. Isla. 3. Cualquier cuerpo o placa circunscripta de la piel.

Intestino: Parte del tubo digestivo que se extiende desde el orificio pilórico del estómago hasta el ano. Consta del intestino delgado y el grueso.

Ion: Cada uno de los elementos de la descomposición electrolítica, los cuales reciben especialmente el nombre de aniones o cationes según se dirijan al ánodo o al cátodo. Átomo o grupo de átomos que han adquirido carga eléctrica mediante la captación o la pérdida de uno o varios electrones.

Iris: Disco circular, contráctil, suspendido en el humor acuoso, entre la córnea y el cristalino del ojo, y perforado por una pupila circular. La periferia del iris se continúa con el cuerpo ciliar, y conecta con la córnea mediante el ligamento pectíneo. El iris divide el espacio situado entre el cristalino y la córnea en las cámaras anterior y posterior. Las células con pigmento oscuro situado debajo del tejido transparente del iris se encuentran dispuestas de forma diferente en cada persona, produciendo iris de distintos colores.

Istmo: Conexión estrecha entre dos cuerpos o partes más

amplias, como el istmo del conducto auditivo en el oído.

J

Jugum: (lat. Yugo) Yugo, surco o eminencia que conecta dos puntos.

L

Labio: 1. cada uno de los dos repliegues músculo-membranosos (superior o inferior) que rodean el orificio de la cavidad oral. 2. cualquier estructura labiada que rodea una cavidad o hendidura.

Laceración: (lat. Laceratio, desgarro) 1. acción de desgarrar o lacerar. 2. herida desgarrada, dentada.

Lambda: fontanela posterior del cráneo, que marca el punto de encuentro entre las suturas sagital y lambdoidea.

Lámina: Cualquier capa fina o delgada de una membrana o un tejido. Puede no poseer estructura propia o pertenecer a otra estructura, como las láminas de los arcos vertebrales.

Laringe: en el hombre, forma parte de las vías respiratorias y está situada en la parte superior de la tráquea, inmediatamente después de la faringe. Consta de un armazón musculocartilaginoso, formado por varios elementos móviles, unidos, por ligamentos y músculos, de los cuales la unión de las dos láminas forma la nuez de Adán en los varones. En su interior existen unos repliegues musculomembranosos, que constituyen las cuerdas vocales (un par superior y un par inferior), entre las cuales se sitúa la glotis.

Lemnisco: Banda o tracto de las fibras del sistema nervioso central, sobre todo los axones ascendentes de las neuronas sensitivas secundarias que pertenecen al tálamo.

Lengua: órgano principal del sentido del gusto que también ayuda en la masticación y deglución de los alimentos. Se localiza en el suelo de la boca dentro de la curva de la mandíbula. Su raíz está conectada posteriormente al hueso hioides mediante los músculos hipogloso y geniogloso. El uso de la lengua como un órgano del lenguaje no es una característica anatómica, sino adquirida de forma secundaria.

Lepto: (gr. Leptos, delgado, delicado, débil) Prefijo que significa fino, delgado, delicado o débil.

Leuco: prefijo que significa blanco.

Ligamento: 1. cada una de las múltiples bandas de tejido fibroso, blancas, brillantes, que unen articulaciones y conectan diversos huesos y cartílagos. 2. capa serosa con escasa o nula fuerza tensil, que se extiende de un órgano a otro, como los ligamentos peritoneales.

Limbo: Borde o frontera, como en el limbo corneal en el borde de la córnea que rodea la esclerótica.

Línea: 1. conexión entre dos puntos. 2. banda, raya, generalmente imaginaria, que se usa para separar o conectar diversos puntos de referencia del organismo, como la línea del pelo o la línea mamilar. 3. línea negra de absorción de un espectro continuo que pasa a través de un medio. 4. línea de crecimiento en el esmalte del diente, que indica las sucesivas capas de calcificación. 5. línea basal del electrocardiograma, donde no se registran potenciales negativos ni positivos. 6. línea de visión. 7. línea límite que define estructuras anatómicas, como la línea alba del abdomen, la línea de la vida que cruza la pal-

ma de la mano hasta la base del pulgar y la línea negra o las líneas albicantes que aparecen durante el embarazo en la cara anterior del abdomen

Linfático: 1. perteneciente o relativo al sistema linfático del organismo, compuesto por una gran red de conductos que transportan linfa. 2. cualquiera de los vasos asociados con la red linfática.

Língula: Cualquier estructura anatómica que recuerda a una lengua.

Lóbulo: 1. proyección redondeada de cualquier estructura. 2. parte de cualquier órgano, delimitada por surcos, fisuras o tejido conectivo, como los lóbulos del cerebro, hígado o pulmón.

Locus: Lugar o posición determinado, como el locus de un determinado gen o cromosoma.

M

Mácula: (lat. macula, mancha) 1. pequeña zona pigmentada o mancha que parece separada o diferente del tejido que la rodea.

Maléolo: (lat. malleolus, martillito). Apófisis ósea redondeada de la tibia y del peroné a cada lado de la articulación del tobillo.

Mamelón: (fr. pezón). Uno de los tres tubérculos que presenta a veces el borde cortante de los incisivos.// 2. Elevación del ombligo en forma de pezón, considerada como el resto de la parte sólida inferior del cordón umbilical.

Masetero: (gr. maseetéer, masticador). Músculo grueso rectangular de la mejilla cuya acción es cerrar la mandíbula. Es uno de los cuatro músculos de la masticación.

Mastoides: Dícese de una apófisis del hueso temporal.

Mediastino: Región de la cavidad torácica, en el centro del tórax, situada entre los sacos pleurales que contienen a los dos pulmones. Se extiende desde el esternón, al frente, hasta las vértebras torácicas detrás, y desde el cuello por arriba hasta el diafragma por debajo. Contiene todas las vísceras torácicas, salvo los pulmones. Está rodeado por una extensión gruesa de la fascia endotorácica. Se lo divide en superior e inferior, y este último a su vez se subdivide en anterior, medio y posterior. El mediastino superior es el espacio superior al pericardio, que se extiende hasta la raíz del cuello. El mediastino anterior está limitado al frente por el esternón y a ambos lados por las pleuras; contiene tejido areolar laxo, vasos linfáticos, los restos del timo, los vasos mamarios internos del lado izquierdo y los orígenes de los músculos esternohioides, esternotiroides y triangular del esternón. El mediastino medio contiene el corazón, encerrado en el pericardio, la aorta ascendente, la vena cava superior, la bifurcación de la tráquea, las arterias y venas pulmonares y los nervios frénicos. El mediastino posterior está limitado hacia atrás por la columna vertebral, al frente por el pericardio y a ambos lados por la pleura. Contiene la aorta descendente, las venas ácigos mayor y menor, la vena intercostal superior, el conducto torácico, el esófago, los nervios neumogástricos y los grandes nervios espláncnicos.

Médula: (lat. medulla). Porción central de un órgano, en contraste con la corteza.

Melanocito: (gr. mélas, melanos, negro + gr. kýtos, célula). Célula capaz de producir melanina. Se distribuyen a lo largo

de la capa basal de la epidermis y elaboran el pigmento melanina a partir de la tirosina, un aminoácido.

Membrana: Capa fina de tejido que cubre una superficie, tapiza una cavidad o divide un espacio, como la membrana abdominal que tapiza la pared abdominal. Los principales tipos de membranas son: membrana cutánea, membrana mucosa, membrana serosa y membrana sinovial.

Meninge: Cada una de las tres membranas que envuelven el encéfalo y la médula espinal: duramadre, piamadre y aracnoides.

Menisco: (gr. meenískos, luneta) 1. interfase entre un líquido y el aire. 2. lente con caras cóncavas y convexas. 3. cartílago semicircular fibroso de las rodillas y de otras articulaciones.

Mesencéfalo: (mesencephalon). Una de las tres partes del tronco del encéfalo, inmediatamente por debajo del cerebro e inmediatamente por encima de la protuberancia. Está constituido principalmente por sustancia blanca, con sustancia gris alrededor del acueducto cerebral. Dentro de la formación reticular mesencefálica se sitúa el núcleo rojo que contiene las terminaciones de las fibras nerviosas procedentes del cerebelo y del lóbulo frontal de la corteza cerebral. En la profundidad del mesencéfalo se sitúan los núcleos de los pares craneales III y IV, y la parte anterior del núcleo del V par. El mesencéfalo contiene además los núcleos de algunos reflejos auditivos y visuales.

Mesenterio: (mesenterium). Pliegue ancho del peritoneo, en forma de abanico, que conecta el yeyuno y el íleon con la pared posterior del abdomen. La raíz del mesenterio se fija a dicha pared siguiendo una línea oblicua que comienza a la izquierda de la segunda vértebra lumbar y termina sobre la articulación sacroilíaca derecha. El borde intestinal del mesenterio se abre para envolver al intestino. La parte craneal del mesenterio sirve de soporte para el intestino delgado y para distintos nervios y arterias.

Meso: (gr. mésos, medio). Cada uno de los pliegues del peritoneo que unen algún segmento del tubo digestivo a la pared de la cavidad abdominal.

Mesocisto: (meso + gr. kýstis, vejiga). Capa de peritoneo que une la vesícula al hígado.

Mesocolon: (mesocolon). Repliegue peritoneal semejante al mesenterio que vincula el colon a la pared abdominal posterior. Se divide en sectores denominados transversos y sigmoideos o pélvicos, según sean las partes del colon a las que está unido. Es excepcional en el colon ascendente y en el descendente.

Mesogastrio: (mesogastrium). Mesenterio del estómago embrionario.

Micción: (lat. mictio, -onis). Acto de evacuar la orina.

Miocardio: (myocardium). Capa media, gruesa y contráctil de células musculares estriadas e involuntarias con una construcción y disposición exclusivas, que constituye el grosor de la pared cardíaca. El miocardio contiene una mínima proporción de otros tejidos, salvo vasos sanguíneos, y está cubierto interiormente por el endocardio. El tejido contráctil del miocardio está constituido por fibras con las características estrías cruzadas del tejido muscular. Las fibras con un diámetro aproximadamente de la tercera parte del que tienen las del músculo esquelético y con más sarcoplasma, se ramifican en múltiples ocasiones y están interconectadas para formar una red continua excepto en donde se fijan a sus orígenes e in-

serciones en el trígono fibroso del corazón. La mayoría de las fibras miocárdicas actúa para contraer el corazón. La contracción implica la intervención de los iones calcio e iones sodio y de un complejo proceso electroquímico.

Miosis: (gr. méiosis, disminución). 1. contracción del esfínter muscular del iris, que hace que la pupila se haga más pequeña. 2. trastorno caracterizado por la contracción excesiva del esfínter muscular del iris, que da lugar a unas pupilas muy pequeñas, puntiformes.

Mitocondria: (gr. mítos, hilo + gr. khóndros, cartílago + ia). Orgánulo pequeño cilíndrico filamentosos o granular situado en el citoplasma, que interviene en el metabolismo y en la respiración celular, que está presente en número variable en todas las células vivas salvo en bacterias, virus, algas azul-verdosas y eritrocitos maduros. Las mitocondrias proporcionan la principal fuente de energía celular mediante la fosforilación oxidativa y la síntesis de adenosín trifosfato. También contienen las enzimas implicadas en el transporte de electrones y en los ciclos del ácido cítrico y de los ácidos grasos.

Mucosa: (lat. mucus, moco, mucosidad). Capa de grosor variable que tapiza interiormente los conductos y cavidades del organismo que están en comunicación con el exterior.

Músculo: (musculus). Tipo de tejido constituido por fibras capaces de contraerse, produciendo y permitiendo el movimiento de las regiones y órganos del cuerpo. Las fibras musculares están muy vascularizadas, son muy excitables, conductoras y elásticas. Existen dos tipos básicos, el músculo estriado y el liso. El músculo estriado, que constituye todos los músculos esqueléticos salvo el miocardio, es largo y voluntario; responde rápidamente a los estímulos y se paraliza al interrumpir su innervación. El músculo liso, que constituye todos los músculos viscerales, es corto e involuntario; reacciona lentamente a los estímulos y no pierde completamente su tono si se interrumpe la innervación. El miocardio se clasifica a veces como un tercer tipo de músculo (cardíaco), aunque básicamente es un músculo estriado que no se contrae tan rápidamente como el músculo estriado del resto del organismo y que no se paraliza completamente cuando pierde su estimulación nerviosa.

N

Nervio: (nervus). Uno o más haces de fibras conductoras de impulsos, que conectan el cerebro y la médula espinal con otras partes del cuerpo. Los nervios transmiten impulsos aferentes desde los órganos receptores hacia el encéfalo y la médula espinal y los impulsos eferentes hacia la periferia, a los órganos efectores. Cada nervio consta de un epineurio que rodea los fascículos de fibras nerviosas, cada uno de ellos rodeado a su vez por una vaina propia de tejido conectivo. Estas fibras pueden ser de dos clases: mielínicas o amielínicas. En las primeras el cilindroeje está rodeado por un manguito adiposo blanquecino llamado vaina de mielina, el cual está a su vez cubierto por una delgada membrana llamada neurilema o vaina de Schwann. En las fibras amielínicas, el cilindroeje sólo está cubierto por el neurilema, vaina ésta que forma una anastomosis con la de las otras fibras cercanas por lo que el conjunto toma la apariencia de una red o sincicio.

Nódulo: (lat. nodulus, dim. nodus, nudo). En anatomía,

tumefacción circumscripción o conglomerado de estructuras elementales. // 2. Formación sólida de la hipodermis. Se destaca sólo a la palpación profunda, pues es poco visible.

Núcleo: (lat. nucleus). 1. cuerpo central de control en el interior de las células vivas, que normalmente es una unidad esférica encerrada en una membrana que contiene los códigos genéticos para mantener los sistemas vitales del organismo y establecer órdenes para el crecimiento y la reproducción. 2. grupo de células nerviosas del sistema nervioso central con una función común, como la del sentido de la audición o del olfato. 3. centro de un átomo, alrededor del cual giran los electrones. 4. (en química orgánica) elemento central de un compuesto o grupo de compuestos.

O

Obelión: (gr. obelós, asta). Punto craneométrico situado en el cruce de la sutura sagital con una línea que une ambos agujeros parietales.

Occipital: (lat. occipitalis). 1. relativo o perteneciente al occipucio. // 2. Dícese de un hueso impar del segmento postero-inferior del cráneo.

Oído: (auris). Conjunto de los órganos estatoacústicos que tiene la función de recibir, transmitir y percibir los sonidos. Se divide en tres segmentos: oído externo, medio e interno. El oído externo está constituido por el pabellón auricular, cartílago cubierto de piel a cada lado de la cabeza, y por la porción externa del conducto auditivo, que se encuentra fuera del cráneo. El oído medio contiene tres huesecillos: martillo, yunque y estribo, que transmiten las vibraciones generadas por las ondas sonoras que alcanzan la membrana del tímpano hacia la ventana oval del oído interno. El oído interno consta de dos órganos diferentes: el aparato vestibular, que proporciona el sentido del equilibrio, y el órgano de Corti, que recibe las vibraciones desde el oído medio y las transforma en impulsos nerviosos, que a su vez son interpretados por neuronas cerebrales como los sonidos específicos.

Ojal: Pequeña incisión recta en la pared de una estructura o una cavidad del cuerpo.

Ombigo: (umbilicus). Punto sobre el abdomen en el que se une el cordón umbilical al abdomen fetal. En la mayoría de los adultos forma una cicatriz y está marcado por una depresión; en algunos está marcado por una pequeña protrusión de la piel.

Orejuela: oreja pequeña. // 2. cada una de las prolongaciones huecas de las aurículas del corazón, de borde festoneado, que abrazan el origen de las arterias pulmonar y aorta.

Órgano: (organum). Parte del cuerpo constituida por elementos similares (tejidos y células) provenientes de sistemas diferentes, pero que constituye un todo único, de forma constante y función determinada.

Orificio: (lat. ostium). Abertura de entrada o salida de cualquier cavidad corporal.

Ostium: (lat.). Orificio.

Ovario: (ovarium). Glándula sexual femenina en la cual se forman los óvulos. Es un cuerpo aplanado y oval unido a la superficie posterior del ligamento ancho. Está revestido por el peritoneo y consta de una capa de tejido fibroso (túnica albugínea) que encierra una masa de tejido fibroso vascularizado

que contiene los folículos de De Graaf, cada uno de los cuales encierra un óvulo.

P

Pabellón: (lat. papilio, -onis). Expansión dilatada o abocinada en el extremo de un conducto.

Paladar: (palatum). Estructura que forma el techo de la boca. Se divide en paladar duro y paladar blando.

Páncreas: Glándula racimosa, grande y alargada, de color rosado grisáceo, que se dispone transversalmente a lo largo de la pared posterior del abdomen, en el epigastrio y en el hipocondrio, en relación con el bazo y el duodeno, y que segrega varias sustancias, como enzimas digestivas (amilopsina, tripsina, esteapsina y renina), insulina y glucagón. Posee una cabeza, un cuerpo y una cola. Es una glándula compuesta constituida por tejidos exocrino y endocrino, que posee un conducto principal que recorre todo el órgano, drenando en unos conductos más pequeños, y que desemboca en el duodeno.

Papila: (lat. papilla, pezón). 1. pequeña prominencia o elevación en forma de pezón o cónica, como las papilas coniformes de la lengua y las papilas de la dermis que se extienden desde las fibras de colágeno, los vasos sanguíneos capilares y, en ocasiones, los nervios de la dermis. 2. papila óptica, disco redondo blanco situado en el fondo del ojo, que corresponde a la entrada del nervio óptico.

Paqui: (gr. pakhýs). Grueso, espeso.

Pared: (lat. paries, parietis). Superficie que cierra o limita una cavidad u órgano.

Parénquima: (parenchyma). Elemento o sustancia fundamental y funcional de un órgano o glándula.

Párpado: (palpebra). Pliegue móvil de la piel que cubre el ojo por delante, con pestañas y glándulas ciliares y de Meibomio en su borde. El músculo orbicular de los párpados y el nervio motor ocular común controlan la abertura y cierre del párpado.

Pedículo: (lat. pediculus). Conducto, tallo o tubo estrecho de tejido unido a un tumor, colgajo cutáneo u órgano. // 2. Porción lateral de la vértebra que une la masa apofisaria con el cuerpo de aquélla. // 3. Conjunto de elementos vasculares, linfáticos y nerviosos que penetran en los órganos por el hilio.

Pedúnculo: (lat. pedunculus, piecécito). Prolongación o parte del cuerpo de un animal que hace de pie o sustentáculo. // 2. Estructura nerviosa que une diferentes partes de la masa encefálica.

Pelvis: Región inferior del tronco del cuerpo, formada por cuatro huesos, los dos huesos coxales que se sitúan lateral y ventralmente y el sacro y cóccix en la zona posterior. Sostiene los tres primeros segmentos de la columna vertebral y descansa a su vez sobre los dos fémures. Tiene la forma de cono truncado cuyas bases son dos circunferencias, una superior o estrecho superior de la pelvis, y otra inferior o estrecho inferior de la pelvis. Se divide en la pelvis mayor o falsa y la pelvis menor o verdadera por un plano oblicuo que atraviesa el sacro y la sínfisis del pubis. La pelvis mayor es la porción situada por encima y delante del borde del estrecho superior de la pelvis. La pelvis menor se sitúa por debajo del borde del estrecho superior de la pelvis, y sus paredes óseas son más grandes que las de la pelvis mayor. Los estrechos superior e inferior de la pelvis tienen tres diámetros importantes, el anteroposterior, el

oblicuo y el transversal. // 2. Cualquier estructura que delimite una cavidad.

Pene: (penis). Órgano masculino de copulación. Está compuesto de raíz, cuerpo y extremo o glándula. La raíz está unida a las porciones descendentes del pubis, por los pedúnculos o raíces de los cuerpos cavernosos, los cuales, junto con el cuerpo esponjoso perforado por la uretra, constituyen la estructura fundamental del órgano. El glándula está cubierto por una mucosa, y envainado por el prepucio.

Periné: (perineum). Región anatómica del extremo inferior del tronco, entre los muslos. Sobre la superficie del cuerpo está limitada hacia delante por el escroto en el hombre y por el monte de Venus en la mujer, hacia atrás por las nalgas y lateralmente por las caras medianas de los muslos. En profundidad está limitado hacia delante por el arco pubiano y por el ligamento arqueado, hacia atrás por el extremo del cóccix y hacia los lados por las ramas isquiopúbicas y los ligamentos sacrociáticos mayores.

Periostio: (lat. periostium). Membrana fibrosa vascular que recubre los huesos, excepto en sus extremos. Está constituido por una capa externa de tejido rico en fibras colágenas que contiene algunas células grasas y por una capa interna de fibras elásticas finas. El periostio está perforado por nervios y vasos sanguíneos que inervan y nutren el hueso subyacente. La membrana es gruesa y está muy vascularizada sobre los huesos jóvenes, y más fina y menos vascularizada en épocas posteriores de la vida.

Peritoneo: (peritoneum). Membrana serosa extensa que cubre toda la pared abdominal del cuerpo y se refleja en las vísceras contenidas en él. Es fuerte e incolora y tiene una superficie pulida. Se divide en peritoneo parietal y peritoneo visceral. En el varón, el peritoneo es un saco membranoso cerrado. En la mujer, en cambio, se continúa con la mucosa de las trompas de Falopio. La superficie libre del peritoneo es mesotelio liso, lubricado con un líquido seroso que permite a las vísceras deslizarse con facilidad contra la pared abdominal y entre ellas. El mesenterio del peritoneo se abre en abanico desde la membrana principal para sostener el intestino delgado. Otras partes del peritoneo son el mesocolon transversal, el epiplón mayor y el epiplón menor.

Peroné: (fibula). Hueso de la pierna, situado por fuera de la tibia y de menor tamaño que ésta. En proporción a su longitud, es el más estilizado de los huesos largos.

Pezón: (papilla mammae). Gruesa papila de forma generalmente semiesférica que se eleva sobre el centro de la aréola mamaria. El extremo del pezón tiene aproximadamente 20 finos orificios en los que desembocan los conductos galactóforos. La piel del pezón está rodeada por la piel menos pigmentada de la aréola. La estimulación del pezón, tanto en el hombre como en la mujer, provoca su erección, al contraerse los haces musculares radiales de la areola circundante.

Phrenos: (freno) diafragma,

Piamadre: (pia mater). La más interna de las tres meninges que cubren el encéfalo y la médula espinal. Está íntimamente unida a ambas estructuras y contiene un rico aporte de vasos sanguíneos, que nutren al sistema nervioso. La piamadre craneal cubre la superficie del cerebro y penetra en profundidad

en las cisuras y en los surcos de los hemisferios cerebrales. La piamadre medular es más gruesa, más firme y menos vascularizada que la piamadre craneal.

Pilar: Estructura de sostén, generalmente par, como los pilares del anillo inguinal, los de las fauces, los del diafragma y los del trígono cerebral.

Píloro: (pylorus). Estrechamiento distal del estómago que lo comunica y une con el bulbo duodenal. Consiste en un orificio en cuyas paredes se ensancha la capa de fibras musculares circulares del estómago para constituir el esfínter pilórico.

Pirámide: Cualquier eminencia o estructura anatómica en forma de cono o pirámide, como las pirámides del cerebelo y de los riñones.

Placa: (fr. plaque, chapa, plancha). Plancha, lámina o disco de cualquier naturaleza. // 2. Lámina o película que se forma o está superpuesta en un objeto. // 3. Cualquier estructura anatómica en forma de plancha o lámina.

Pleura: Membrana serosa delicada que reviste los pulmones, constituida por una capa única de células mesoteliales planas situadas sobre una fina membrana de tejido conectivo. Existen dos pleuras, derecha e izquierda, muy distintas entre sí. La pleura se divide en pleura visceral, que reviste el pulmón y se introduce en las cisuras entre los lóbulos, y pleura parietal, que reviste la pared del tórax, cubre el diafragma y se refleja sobre las estructuras del mediastino. Estas dos hojas delimitan un espacio virtual conocido como cavidad pleural. La pleura es humedecida por una secreción serosa que facilita los movimientos de los pulmones dentro del tórax.

Plexo: (plexus). Redecilla, retículo o estructura retiforme, especialmente las formadas por el entrecruzamiento de vasos o nervios.

Pliegue: (lat. plica). Arruga, doblez o desigualdad que se forma cuando una estructura laminar deja de estar lisa.

Poros: (lat. porus, gr. porós). Orificio pequeño o diminuto sobre una superficie libre, como las aberturas u orificios de las glándulas sudoríparas. // 2. Cualquiera de los orificios de la superficie externa de la piel, que corresponde a las glándulas sebáceas o sudoríparas y a través de los cuales se vierten las secreciones sebáceas y el sudor.

Prepucio: (lat. preputium). Pliegue de piel que forma una cobertura retráctil, como el prepucio del pene o el pliegue que rodea el clítoris.

Proceso: (lat. processus, procedere, avanzar; suceder; ir hacia delante; continuar). Serie de actos u operaciones que conducen a un fin, ya sea voluntario o involuntario. // 2. En anatomía, apófisis, prolongación, proliferación.

Próstata: Glándula masculina que rodea el cuello de la vejiga y la uretra y elabora una secreción que licúa el semen coagulado. Se trata de una estructura firme, de un tamaño aproximado similar al de una castaña, formada por tejido muscular y glandular. Su forma se asemeja a la de un cono aplastado anteroposteriormente. En ella se distinguen: cuatro caras (anterior, posterior y dos inferolaterales), una base y un vértice. Los conductos eyaculadores pasan oblicuamente por la parte posterior de la glándula. La secreción prostática está formada por fosfatasa alcalina, ácido cítrico y varias enzimas proteolíticas.

Pubis: (os pubis). Dícese de uno de los tres huesos que contribuyen a formar el hueso coxal. // 2. Región anatómica, constituida por una eminencia más o menos desarrollada; está situada cerca de la sínfisis pubiana y después de la pubertad se recubre de pelos.

Pulmón: (pulmo). Cada uno de los dos órganos ligeros y esponjosos que ocupan por completo la cavidad torácica y constituyen la parte principal del sistema respiratorio. Los dos pulmones, muy elásticos y separados por el mediastino, son los mecanismos principales que tiene el cuerpo para inspirar aire, del que extrae el oxígeno que pasa al sistema de sangre arterial, y para expulsar el dióxido de carbono recogido por el sistema venoso. Estos órganos tienen forma semicónica, de convexidad externa, y en la configuración exterior de cada uno de ellos se observan: una base, en relación con el diafragma; un vértice; tres caras, externa o costal, interna o mediastínica y diafragmática, que coincide con la base, y dos bordes (anterior y posterior). Los pulmones están constituidos por lóbulos, de superficie lisa y brillante. El pulmón derecho tiene tres lóbulos, el izquierdo dos. Cada pulmón está recubierto por una capa serosa externa, una capa subserosa de tejido intersticial y el parénquima. La capa serosa está formada por múltiples fibras elásticas que cubren toda la superficie del órgano. El parénquima se compone de lobulillos primarios divididos en lobulillos secundarios, cada uno de ellos constituido por vasos sanguíneos, linfáticos, nervios y un conducto alveolar que comunica con los espacios aéreos.

Pulvinar: Parte interna y posterior del tálamo. Es una formación prominente similar a una almohadilla, que cuelga sobre los tubérculos cuadrigéminos anteriores.

Pupila: (pupilla). Orificio circular en el iris del ojo, desplazado del centro del iris ligeramente hacia el lado nasal. La pupila se sitúa por detrás de la cámara anterior del ojo y de la córnea y por delante del cristalino. Su diámetro oscila entre los 3 y 4 mm y su forma varía de acuerdo a la contracción y relajación de las fibras musculares del iris cuando el ojo responde a cambios de luz, estados emocionales y otras clases de estímulos. La pupila es la ventana del ojo a través de la cual pasa la luz al cristalino y a la retina.

Putamen: Parte oscura del núcleo lentiforme que se sitúa por fuera del globo pálido. Está relacionada con el cuerpo estriado y recibe conexiones de los centros supresores de la corteza cerebral.

Q

Quiasma: (gr. khiasma). Decusación o entrecruzamiento de dos líneas o vías, con forma de x. // 2. (En genética) cruce de dos cromátides en la profase de la meiosis.

R

Raíz: (lat. radix, -icis). Parte de un órgano, como un cable o una uña, que está clavada en los tejidos. // 2. Parte de un nervio, adyacente al centro, con el que se relaciona; en los nervios espinales y craneanos, porción que se encuentra entre las células de origen o terminación y el ganglio.

Rama: (lat. ramus). Parte secundaria de una cosa que se deriva de otra principal. // 2. División principal de una arteria,

un nervio o un vaso sanguíneo. En nomenclatura anatómica el término se aplica a cualquier división colateral o terminal de un nervio o de un vaso. // 3. Surco secundario y constante de una cisura o surco cerebral. // 4. Prolongación del cuerpo principal de un órgano.

Receso: (recessus). Cavidad pequeña o espacio vacío.

Recto: (lat. rectus, derecho). Dícese de ciertos músculos del abdomen, del ojo, de la nuca, etc. // 2. (rectum). Porción del intestino grueso, de unos 12 cm. de longitud, que comienza por delante de la tercera vértebra sacra, como continuación del colon sigmoideo. Sigue la curva sacrococcígea y termina en la línea pectínea.

Red: (rete). Estructura en forma de malla o retículo.

Retina: Membrana interna del ojo de tejido nervioso presente, formada por 10 capas (membrana limitante interna; capa de fibras ópticas; capa de células ganglionares; capa plexiforme interna; capa granulosa interna; capa plexiforme externa; capa granulosa externa; membrana limitante externa; capa de conos y bastones; estrato pigmentario), que se continúa con el nervio óptico que recibe imágenes de objetos externos y transmite los impulsos visuales al cerebro a través de dicho nervio. La retina es blanda, semitransparente y contiene rodopsina, que le confiere un tinte violáceo. La retina se vuelve turbia y opaca cuando es expuesta directamente a la luz solar. La superficie externa de la retina está en contacto con la coroides y la superficie interna con el cuerpo vítreo.

Riñón: (ren). Órgano urinario par en forma de habichuela, que se encuentra en la parte dorsal del abdomen, a cada lado de la columna vertebral, entre los niveles de la 12.ª; vértebra dorsal y la 3.ª; lumbar. En la mayoría de las personas, el riñón derecho es más caudal que el izquierdo. Cada riñón mide aproximadamente 11 cm. de largo por 6 de ancho y 2,5 de grosor. Los riñones producen y eliminan orina a través de un complejo sistema reticular de filtrado y reabsorción, que consta de más de 2 millones de nefronas, compuestas por glomerulos y túbulos renales, que filtran la sangre a alta presión, extraen urea, sales y otros desechos solubles del plasma sanguíneo y devuelven el filtrado purificado a la sangre. Diariamente atraviesan el riñón más de 1.300 litros de sangre.

Rodilla: (lat. rotella). Región del miembro inferior correspondiente a la articulación del fémur con la tibia y las partes blandas que la circundan. Se admite que está limitada por arriba por un plano horizontal que pase a 4 cm. aprox. de la base de la rótula, y por abajo por uno de igual dirección que pase por la tuberosidad anterior de la tibia. // 2. Cara anterior de esta región. // 3. Articulación del fémur con la tibia y la rótula. // 4. Estructura de forma similar a la de esta región.

Rostró: (lat. rostrum). Pico de las aves. // 2. Apéndice o zona semejante a un pico. // 3. Cara.

S

Saco: (lat. saccus). Cualquier espacio o estructura en forma de bolsa.

Sacro: (lat. os sacrum). Gran hueso triangular situado en la parte dorsal de la pelvis, que se inserta como una cuña entre los dos huesos ilíacos. La base del sacro se articula con la última vértebra lumbar, y su vértice con el cóccix.

Sáculo: Saco o bolsa pequeños. // 2. (lat. sacculus). Vesícula adherida al hueso en la fosita hemisférica del vestíbulo del oído interno que se comunica con al conducto coclear por intermedio del conducto de Hensen.

Sartorio: (lat. sartor, escardador). El músculo más largo del cuerpo, que se extiende desde la pelvis hasta la pantorrilla. Su función consiste en flexionar el muslo y rotarlo hacia fuera y flexionar la pierna y rotarla hacia dentro.

Seno: (lat. sinus). Cavidad, depresión o espacio hueco. // 2. Conducto venoso dentro del cráneo. // 3. Cavidad formada en el espesor de un hueso o por la unión de varios huesos.

Septum: (Lat.). Pared divisoria, tabique.

Serosa: (lat. serosus). Perteneciente o relativo al suero. // 2. De aspecto semejante a él. // 3. Cualquiera de las membranas que revisten las paredes de las cavidades corporales y segregan un exudado acuoso.

Sinapsis: (gr. *synapsis*, unión, conexión). Región que rodea el punto de contacto entre dos neuronas o entre una neurona y un órgano efector, a través de la cual son transmitidos los impulsos nerviosos por la acción de un neurotransmisor, como la acetilcolina o la noradrenalina. Las sinapsis están polarizadas de forma que, normalmente, los impulsos nerviosos solamente viajan en una dirección; también están sometidos a la fatiga, y son sensibles al déficit de oxígeno, los anestésicos y otros agentes químicos. Algunos tipos de sinapsis son: sinapsis axonoaxónica, sinapsis axonodendrítica, sinapsis axonodendrosomática, sinapsis axonosomática y sinapsis dendrodendrítica. // 2. Apareamiento y unión de los cromosomas homólogos de los núcleos masculino y femenino al iniciarse la meiosis.

Sínfisis: (symphysis). Tipo de juntura cartilaginosa en la cual el fibrocartilago interarticular sufre una reabsorción parcial que da origen a una pseudo-cavidad articular.

Siringo: (gr. *syrix*, *syrix*). Tubo, fístula.

Surco: (lat. sulcus). Depresión o canal longitudinal superficial; ranura, fisura.

Sustentaculum: (lat.). Soporte, sostén.

T

Tabes: (lat. tabes, corrupción, consunción). Consunción, extenuación, enflaquecimiento, gradual y progresiva del organismo en cualquier enfermedad crónica.

Tabique: (ár. *tashbik*, pared de ladrillos). Pared delgada entre dos espacios o cavidades.

Tálamo: (lat. thalamus). Órganos ovales grandes, en número par, que están localizados entre el hipotálamo y el epitálamo, y forman la mayor parte de las paredes externas del tercer ventrículo del cerebro, así como del diencéfalo. Transmite impulsos sensitivos a la corteza cerebral. Está compuesto fundamentalmente por sustancia gris y traduce los impulsos transmitidos desde los receptores apropiados en sensaciones de dolor, temperatura y tacto. También participa en la asociación de impulsos sensitivos con sentimientos placenteros o desagradables, en los mecanismos del despertar del cuerpo y en mecanismos que producen movimientos reflejos complejos.

Tapetum: (lat.). Fibras comisurales que cruzan la línea media a través de la parte posterior del tronco y del rodete del

cuerpo calloso y se distribuyen por las caras inferior e interna de los lóbulos temporal y occipital. // 2. Epitelio pigmentario iridiscente de la coroides de algunos animales a cuyos ojos les confiere la particularidad de brillar en la oscuridad.

Tegmento: (lat. tegmen). Techo.

Tendón: (lat. tendo). Cada una de las numerosas bandas de tejido blanco brillante fibroso que unen el músculo al hueso. Los tendones están envueltos en una vaina de tejido conectivo fibroelástico delicado, excepto en los puntos de inserción. Son extremadamente fuertes y flexibles, inelásticos y existen de diferentes longitudes y grosores.

Testículo: (lat. testis). Cada una de las dos glándulas sexuales masculinas. Como glándula de secreción interna produce la hormona androgénica, la cual determina los caracteres sexuales secundarios y terciarios y como glándula de secreción externa es el órgano de la espermatogénesis. Los testículos del adulto están suspendidos en el escroto por el cordón espermático. Cada testículo es un cuerpo oval comprimido lateralmente, de aproximadamente 4 cm. de largo, 2,5 cm. de ancho y que pesa aproximadamente 12 g. El epidídimo que se sitúa en el borde posterior del testículo tiene aproximadamente unos 6 metros de largo y conecta con el conducto deferente, a través del que pasan los espermatozoides durante la eyaculación. Cada testículo está formado por cientos de lóbulos cónicos que contienen minúsculos túbulos seminíferos enrollados en los que se desarrollan los espermatozoides.

Tibia: (lat. tibia). El segundo hueso más largo del esqueleto, localizado en el lado interno de la pierna. Se articula externamente con el peroné, distalmente con el astrágalo y proximalmente con el fémur, formando parte de la articulación de la rodilla.

Timo: (lat. thymus). Glándula impar única grisácea, localizada en el mediastino anterior que se extiende en el cuello por encima hasta el borde inferior de la glándula tiroidea y por debajo hasta el cuarto cartílago intercostal. El timo es la glándula central primaria del sistema linfático. En esta glándula se desarrollan las células T de la respuesta inmune mediada por células antes de la migración a los ganglios linfáticos y al bazo. La glándula está formada por dos lóbulos laterales estrechamente unidos por tejido conectivo, tejido que también envuelve a todo el órgano en una cápsula. El timo alcanza su máximo desarrollo durante los dos primeros años de vida y luego se atrofia hasta quedar reducido a un vestigio adiposo.

Topografía: (gr. topós, lugar, región + gr. graphée, escritura + -ia). Descripción de una región anatómica determinada.

Tórax: (lat. thorax, gr. thóorax). Caja constituida por hueso y cartílago que contiene los principales órganos de la respiración y la circulación y que cubre parte de los órganos abdominales. En su cara anterior está formada por el esternón y por los cartílagos costales y en su cara posterior por las 12 vértebras dorsales y por las porciones dorsales de las 12 costillas.

Tracto: (lat. tractus). Espacio que media entre dos lugares. // 2. Región, principalmente la que tiene cierta extensión. // 3. Haz o fascículo de fibras nerviosas que tienen origen, terminación y función idénticos.

Tráquea: (trachea). Parte del aparato respiratorio que continúa a la laringe, desciende por delante del esófago y se bifur-

ca a nivel de la cuarta o quinta vértebra torácica, dando origen a los dos bronquios principales. Está constituida por anillos cartilaginosos cuyo número varía entre 16 y 20, superpuestos, semilunares, con la abertura dirigida hacia atrás; unidos entre sí por los ligamentos anulares traqueales y sostenidos por una membrana colagenoelástica que los rodea y cierra en su parte posterior; el último de estos anillos se dobla hacia abajo en su parte media y forma una especie de espolón denominado repliegue interbronquial. En la región dorsal del órgano, e insertados en la proximidad de los extremos libres de los cartílagos traqueales, existen haces de fibras musculares, de dirección predominantemente transversal, cuyo conjunto constituye el músculo traqueal. Posee glándulas de secreción serosa, mucosa y mixta, distribuidas en la submucosa, principalmente en los espacios intercartilaginosos y en la porción posterior del órgano. Su superficie interior está cubierta por una túnica mucosa delgada, semitransparente, que posee un epitelio cilíndrico ciliado y un corion constituido por tejido conjuntivo en el que abundan las fibras elásticas.

Trascavidad: (lat. trans, más allá, a través de + cavidad). Nombre que se le da a cualquier cavidad situada en la parte posterior de un órgano. Se emplea especialmente para designar la trascavidad de los epiplones.

Trayecto: (lat. traiectus, travesía, tránsito; lat. traicere, lanzar más allá). Espacio que se recorre o puede recorrerse de un punto a otro.

Trocánter: (gr. trokhanter; trokhós, rueda y gr. anteeris, sostén). Una de las dos proyecciones óseas del extremo proximal del fémur que sirven para la inserción de varios músculos.

Trompa: (lat. tuba). Estructura u órgano alargado, cilíndrico y hueco.

Tronco: (lat. truncus). Cuerpo humano o de cualquier animal, prescindiendo de la cabeza y las extremidades. Comprende en el hombre, el tórax, el abdomen y la pelvis. // 2. Tallo principal de un vaso o nervio.

Tuber: (lat.). Excrecencia, nudo o engrosamiento; tubérculo.

Tubérculo: (lat. tuberculum, tumor pequeño). Elevación sólida de la dermis y más grande que una papila. // 2. Eminencia redondeada y áspera de un hueso u otro órgano. // 3. Cualquier masa de nódulos pequeños y redondeados producida por el bacilo de la tuberculosis. Es la lesión característica de la tuberculosis y consiste en una masa traslúcida, generalmente de color gris, compuesta por pequeñas celdas esféricas que contienen células gigantes y están rodeadas por células fusiformes del tejido conectivo que se conocen como células epiteloideas.

Túnica: (lat. tunica). Cada una de las capas místicas superpuestas que integran las paredes de los vasos y las vísceras huecas.

U

Uncus: (lat.). Gancho. Proyección corniforme situada en el extremo de la circunvolución del hipocampo del lóbulo temporal.

Uracio: (lat. urachus). Conducto del feto que comunica la vejiga urinaria con la alantoides y persiste en el adulto como ligamento umbilical medio.

Uréter: (ureter). Tubo fibromuscular que transporta la ori-

na desde el riñón hasta la vejiga. Empieza en la pelvis renal con una dilatación cónica y desagota en la base de la vejiga; mide de 40 a 45 cm. De longitud.

Uretra: (lat. uretra). Estructura tubular pequeña que drena orina desde la vejiga. En las mujeres mide aproximadamente 3 cm. de largo y se sitúa directamente por detrás de la sínfisis del pubis, por delante de la vagina. En los hombres mide aproximadamente 20 cm. de largo y comienza en la vejiga, pasa a través del centro de la glándula prostática, discurre entre las dos hojas del tejido que conecta los huesos púbicos y, finalmente, pasa a través del meato urinario del pene. En los hombres la uretra sirve de conducto para el semen durante la eyaculación y para la orina durante la micción.

Útero: (lat. uterus). Órgano femenino interno de la reproducción, hueco, con forma de pera, en el que se implanta el óvulo fertilizado y se desarrolla el feto y desde el que fluye la decidua de las menstruaciones. Su superficie anterior descansa sobre la superficie superior de la vejiga. El útero está formado por tres capas: el endometrio, el miometrio y el parametrio. El endometrio recubre el útero y se engruesa y vasculariza en el embarazo y durante la segunda mitad del ciclo menstrual bajo la influencia de la progesterona. El miometrio es la capa muscular del órgano. El parametrio es la capa más externa del útero; está constituido por tejido conectivo seroso y se prolonga lateralmente a través del ligamento ancho. Durante el embarazo puede aumentar muchas veces su tamaño normal, casi exclusivamente por hipertrofia celular. El útero tiene dos partes: el cuerpo y el cuello uterino. El cuerpo se extiende desde el fondo hasta el cuello uterino, justo por encima del istmo. La cavidad del interior del cuerpo es un espacio virtual. Las paredes del cuerpo se tocan, a menos que la mujer esté embarazada. El cuello uterino tiene una porción vaginal, que protruye en la vagina, y una porción supravaginal en la unión con el segmento uterino inferior.

Útrículo: (lat. utriculus). La mayor de dos bolsas membranosas situadas en el vestíbulo del laberinto membranoso del oído. Es una estructura alargada que se comunica con los conductos semicirculares a través de cinco orificios y que recibe los filamentos utriculares del nervio acústico.

V

Vagina: (Lat.). Vaina o estructura en forma de vaina. // 2. Parte del aparato genital femenino que forma un conducto que se extiende desde un orificio que perfora el vestíbulo hasta el cuello uterino. Está situada por detrás de la vejiga y por delante del recto. En realidad, el conducto es un espacio potencial; habitualmente sus paredes están en contacto. La vagina se ensancha desde el vestíbulo en dirección craneal, estrechándose en la parte superior, donde forma una bóveda curva alrededor del cuello, el cual hace prominencia. La vagina está revestida de mucosa que cubre una capa de tejido eréctil y músculo.

Vaina: (lat. vagina). Estructura generalmente conjuntiva que cubre, rodea o envuelve un órgano o un conjunto de órganos o estructuras.

Valleculas: (lat.). Cualquier surco o depresión en la superficie de un órgano o estructura.

Válvula: (lat. válvula). Pequeña valva; se aplica especial-

mente a las telas membraniformes que contribuyen a ocluir un orificio de comunicación entre dos cavidades.

Vestíbulo: (lat. vestibulum). Espacio o cavidad a la entrada de un conducto.

Vejiga: (lat. vesica). Saco o receptáculo en el cual se recoge una secreción. // 2. Saco musculomembranoso, situado en la pelvis, que almacena la orina para su eliminación a través de la uretra.

Velo: (lat. velum, velo, cortina). Cualquier estructura anatómica en forma de capa o túnica. // 2. Membrana o parte del saco amniótico, que se expulsa en el parto y cubre ocasionalmente la cara del recién nacido.

Vena: Cada uno de los numerosos vasos que transportan sangre desde los capilares hasta el corazón como parte del sistema venoso pulmonar, la red venosa sistémica o el complejo venoso portal. La mayor parte de las venas del cuerpo son venas sistémicas que transportan sangre desde todo el cuerpo (excepto los pulmones) hasta la aurícula derecha del corazón. Cada vena es una estructura macroscópica formada por tres capas de diferentes clases de tejidos que se corresponden con las capas del corazón. Las venas profundas discurren por las partes más internas del cuerpo, mientras que las venas superficiales se sitúan cerca de la superficie, donde muchas de ellas pueden ser vistas a través de la piel. Las venas tienen capas más finas y son menos elásticas que las arterias, y se colapsan al ser cortadas. También contienen válvulas semilunares a diversos intervalos.

Ventrículo: (lat. ventriculus). Pequeña cavidad, como una de las cavidades llenas de líquido cefalorraquídeo del cerebro, o los ventrículos derecho e izquierdo del corazón.

Vermis: (lat.) Gusano.

Vértebra: (lat. vertebra). Cada uno de los 33 huesos de la columna vertebral, la cual está formada por 7 vértebras cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares, 5 sacras y 4 coccígeas. Las vértebras, excepción de la primera y segunda vértebras cervicales, son muy parecidas y están formadas por un cuerpo, un arco, una apófisis espinosa para la inserción de músculos y dos pedículos, dos apófisis transversas y apófisis articulares. La primera vértebra cervical recibe el nombre de atlas y no tiene cuerpo vertebral. La segunda vértebra cervical recibe el nombre de axis y forma el pivote sobre el cual rota el atlas, permitiendo el giro de la cabeza.

Vértigo: (lat. vertigo). Sensación ilusoria de rotación en la que el paciente cree que el mundo exterior gira alrededor de sí (vértigo objetivo), o que él mismo gira en el espacio (vértigo subjetivo). El vértigo puede estar ocasionado por lesiones del oído interno, trastornos cardíacos, gástricos u oculares, algunas irritaciones periféricas, enfermedades orgánicas del cerebro, y también puede presentarse en la histeria, como precursor de un ataque epiléptico y en las toxemias.

Vesícula: (lat. vesicula, dim. de vesica, ampolla). Vejiga pequeña u órgano en forma de bolsa o saco. // 2. Ampolla pequeña que se forma en la epidermis, llena generalmente de líquido seroso.

Vientre: (lat. venter, -tris). Abdomen. // 2. Parte central, prominente de un músculo fusiforme.

Víscera: (lat. viscus). Cualquier órgano interno grande, de

cualquiera de las tres grandes cavidades del cuerpo, especialmente del abdomen.

Vitiligo: (lat. vitiligo, roncha, mancha cutánea). Enfermedad cutánea adquirida y benigna de causa desconocida, caracterizada por la presencia de placas irregulares de diversos tamaños que carecen por completo de pigmento y que con frecuencia presentan márgenes hiperpigmentados. Las áreas de piel expuesta son las zonas afectadas con mayor frecuencia.

Vulva: (lat.). Genitales externos, especialmente los de la mujer. En una mujer comprende el monte de Venus, los labios mayores, los labios menores, el vestíbulo de la vagina y las glándulas vestibulares. En el hombre comprende el pene, el escroto y los testículos.

Y

Yeyuno: (lat. jejunum). Una de las tres porciones del intestino delgado, situada a continuación del duodeno y a la que sigue el íleon. El yeyuno tiene un diámetro ligeramente superior, un color más intenso y una pared más gruesa que el íleon, y contiene unos pliegues gruesos circulares que no existen en la parte inferior del íleon.

Bibliografía

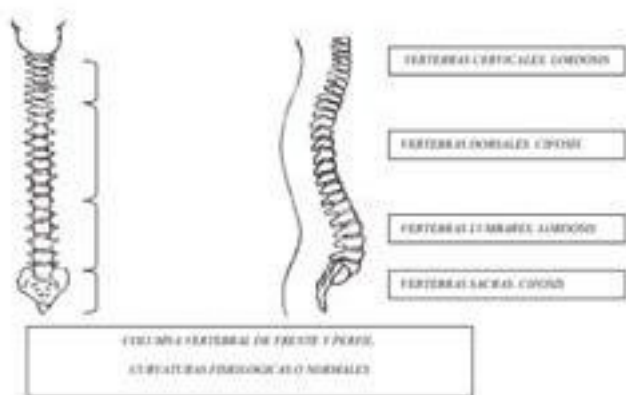
- Bouchet A. y Cuilleret J. Anatomía Descriptiva, Topografía y Funcional. Tórax. Editorial Médica Panamericana. 1979.
- Diccionario de Ciencias Médicas, Dorland. ("El Ate-neo" Editorial. Año 1974)
- Diccionario de Ciencias Médicas de Stedman (Panamericana Editorial)
- Diccionario Médico Mosby (virtual)
- Giménez, C. R. Manual de Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante. Tomo 2. Rosario. Argentina.
- Moore K.L. Anatomía con Orientación Clínica. 3ª Edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana. 1993
- Rouvière H. Y Delmas A. Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica y Funcional. 10ª Ed. Tomo 2. Barcelona, España. Editorial Masson. 1999.
- Testut L. y Latarjet A. Tratado de Anatomía Humana. 9ª Ed. Tomo 2. Barcelona, España. Salvat Editores. 1971.
- Testut-Jacob. Anatomía topográfica. Con aplicaciones médico quirúrgicas. Editorial Salvat. Tomo 1. 1923

ANATOMÍA NORMAL

Columna vertebral

- **Introducción**
- **Generalidades**
- **Descripción de las Distintas Vértabras**
- **Articulaciones de la Columna Vertebral**
- **Vascularización de la Columna Vertebral**

Introducción



La columna vertebral forma parte del esqueleto axial. Es un tallo longitudinal, óseo, resistente y flexible.

La columna vertebral se extiende desde el cráneo hasta el vértice del cóccix; forma parte del esqueleto del cuello y del dorso del tronco y la parte principal del esqueleto axial. Generalmente las columnas de los adultos miden de 72 a 75 cm. de longitud y una cuarta parte de esta se debe a los discos intervertebrales fibrocartilaginosos. Sus funciones son:

- Proteger la médula espinal y los nervios espinales.
- Soportar el peso del cuerpo.
- Proporcionar un eje en parte rígido y en parte flexible para el cuerpo y un pivote para la cabeza.
- Desempeñar una importante misión en la postura y locomoción.

La columna de un adulto consta de 33 vértebras, dispuestas en 5 regiones: 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 4 coccígeas.

El movimiento se produce solo en las 24 primeras vértebras. Las 5 vértebras sacras están unidas en los adultos formando el sacro, y las 4 coccígeas, el cóccix.

Las vértebras se van tornando cada vez mayores a medida que desciende la columna vertebral hasta el sacro y luego merman hacia la punta del cóccix. Estas diferencias estructurales obedecen a que las vértebras sucesivas soportan un peso corporal cada vez mayor según desciende la columna, hasta que dicho peso se transmite, en la cintura pélvica, a las articulaciones sacro-ilíacas.

Pese a que el movimiento entre dos vértebras adyacentes es

pequeño, en conjunto las vértebras y los discos intervertebrales que los unen, forman una columna extraordinariamente flexible, pero con la rigidez necesaria para proteger la médula que aloja en su interior.

La columna vertebral del adulto posee 4 curvaturas: la curvatura torácica y sacra tienen concavidad anterior (cifosis), y las curvaturas cervical y lumbar, concavidad posterior (lordosis).

Las primeras obedecen a diferencias de altura entre la parte anterior y posterior de las vértebras y las segundas, a diferencias de espesor entre las porciones anterior y posterior de los discos intervertebrales.

Generalidades

Toda vértebra comprende:

1. El cuerpo vertebral, que es una porción anterior abultada de la vértebra.
2. El arco neural, arco óseo de concavidad anterior. Circunscribe con la cara posterior del cuerpo un orificio, el agujero vertebral o raquídeo; este arco óseo está formado a cada lado por los pedículos hacia delante y las láminas vertebrales hacia atrás;
3. La apófisis espinosa, saliente medio y posterior.
4. Las apófisis transversas, dos eminencias horizontales y transversales.
5. Las apófisis articulares, cuatro salientes verticales, por la cual la vértebra se une a las vértebras vecinas.

Cuerpo vertebral: tiene la forma de un cilindro, presenta 2 caras y 1 circunferencia.

Las 2 caras, horizontales, son una superior y otra inferior. Ambas presentan una porción central excavada, irregular, bordeada por un rodete periférico de tejido compacto. La circunferencia está excavada en forma de canal, tanto por adelante, como a los lados del cuerpo vertebral. El segmento posterior de la circunferencia, en relación con el agujero vertebral, es cóncavo en sentido transversal y está deprimido en su porción central. En la circunferencia del cuerpo vertebral se observan agujeros vasculares.

Pedículos: son 2 columnas óseas, una derecha y otra izquierda, extendidas de adelante hacia atrás, desde el cuerpo vertebral al macizo óseo que da nacimiento a las láminas vertebrales, a las apófisis transversas y a las apófisis articulares. Los pedículos están aplanados transversalmente.

Sus bordes superior e inferior son escotados, cóncavos y limitan con los bordes correspondientes de los pedículos situados por arriba y por debajo de los orificios denominados "agujeros de conjunción o agujeros intervertebrales". La escotadura inferior del pedículo es frecuentemente más escotada que la superior.

Láminas vertebrales: se extienden desde los pedículos a la apófisis espinosa y limitan por detrás al agujero vertebral. Son aplanadas, cuadriláteras, se dirigen siguiendo un plano oblicuo de arriba hacia abajo, de adelante hacia atrás y de afuera hacia adentro. Muestran una cara posterior, una anterior, y 2

bordes, uno superior y otro inferior. Su cara anterior presenta una depresión rugosa, alargada transversalmente, limitada hacia arriba por una cresta. En esta depresión y en esta cresta, se inserta el ligamento amarillo subyacente.

Apófisis espinosa: nace del ángulo de unión de las láminas y se dirige hacia atrás.

Está aplanada transversalmente y presenta 2 caras laterales, un borde superior delgado, un borde inferior grueso, una base de implantación ancha y un vértice libre.

Apófisis transversas: se implantan por su base a la derecha y a la izquierda en el arco neural, por detrás de los pedículos. Se dirigen hacia fuera y terminan en un vértice libre. Poseen 2 caras: una anterior y otra posterior; 2 bordes, superior e inferior; una base y un vértice.

Apófisis transversas: son 4: 2 inferiores y 2 superiores. Son eminencias verticales implantadas en el arco neural, a nivel de la unión de los pedículos y de las láminas.

Termina en sus extremidades mediante una superficie articular por medio de las cuales se articula con las vértebras vecinas.

Apófisis articulares: limitado hacia adelante con el cuerpo, por fuera por los pedículos y por detrás por las láminas. Los agujeros superpuestos constituyen el conducto raquídeo.

Descripción de las Distintas Vértebras

Vértebras cervicales

Características generales de las vértebras cervicales:

Cuerpo: es alargado transversalmente y más grueso adelante que atrás. Presenta 6 caras: superior, inferior, anterior, posterior y laterales. La cara superior está limitada a cada lado por una cresta llamada gancho o apófisis semilunar. La cara inferior presenta dos superficies laterales biseladas que corresponden a los ganchos de las vértebras subyacentes. Sobre la cara anterior existe un saliente vertical medio. La cara posterior, cóncava hacia atrás, limita por delante el agujero vertebral. Por último, de cada cara vertebral surge el pedículo y la raíz anterior de la apófisis transversa del lado correspondiente.

Pedículos: se implantan en la parte posterior de las caras laterales del cuerpo, cerca de la cara superior, y se extienden hasta la apófisis articular. Se denomina agujero de conjunción al orificio comprendido entre dos pedículos de dos vértebras vecinas.

Apófisis articulares: forman una columna ósea vertical unida al cuerpo por el pedículo. Tiene dos caras articulares planas, una superior y una inferior talladas a bisel, la superior mira hacia atrás y hacia arriba, y la inferior hacia delante y hacia abajo.

Apófisis transversa: están formadas por la unión de dos

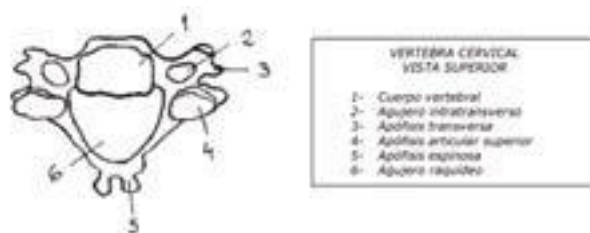
raíces: una anterior y otra posterior. La raíz anterior se implanta en la cara lateral del cuerpo, por delante del pedículo; la raíz posterior lo hace en el pedículo, a nivel de su unión con la apófisis articular. La apófisis transversa y sus dos raíces circunscriben, con el pedículo, el agujero transversal, que da paso a la arteria vertebral, a la vena vertebral y también en las vértebras C5 y C6, al nervio vertebral.

Cada apófisis está excavada en su cara superior por un canal transversal que contiene el nervio raquídeo y termina hacia fuera por dos tubérculos, uno anterior y otro posterior.

Láminas: Más anchas que altas, inclinadas hacia abajo y hacia atrás; se extiende desde las apófisis articulares a la apófisis espinosa.

Apófisis espinosa: formada por la unión de dos láminas. Su vértice termina en dos tubérculos laterales; su cara inferior está excavada por un ancho canal.

Agujero vertebral: es triangular, con una ancha base anterior.



Características particulares de ciertas vértebras:

Primera cervical o Atlas:

Es un hueso anular, más extendido transversalmente que las demás vértebras. Formado por 2 masas laterales unidas por 2 arcos óseos, uno anterior, y otro posterior. Estos segmentos circunscriben el agujero vertebral.

Masas laterales: están aplanadas de arriba hacia abajo. Se distinguen 6 caras.

La cara superior está ocupada por una superficie articular cóncava hacia arriba y alargada de atrás hacia delante y de afuera hacia adentro (cavidad glenoidea). Es elíptica, estrechada por 2 escotaduras laterales. La cavidad glenoidea mira hacia arriba y hacia adentro y se articula con el cóndilo correspondiente del hueso occipital.

La cara inferior presenta una superficie articular ovalada; es plana o ligeramente cóncava en sentido transversal y convexa de adelante hacia atrás; mira hacia abajo y adentro y se articula con la superficie articular superior del axis.

De las caras anterior y posterior surgen los arcos anterior y posterior. La cara posterior esta excavada, por arriba del arco posterior, por un canal que se relaciona con la arteria vertebral.

La cara externa sostiene las raíces de la apófisis transversa.

La cara interna presenta, cerca del origen del arco anterior, un grueso tubérculo sobre el cual se inserta el ligamento transverso.

Arco anterior: ligeramente arqueado, convexo hacia delante, y aplanado de adelante hacia atrás. Presenta en la línea media: por delante, el tubérculo anterior del atlas, en el cual se inserta el músculo largo del cuello; por detrás, una carilla articular cóncava, elíptica, que se articula con la apófisis odontoides de axis.

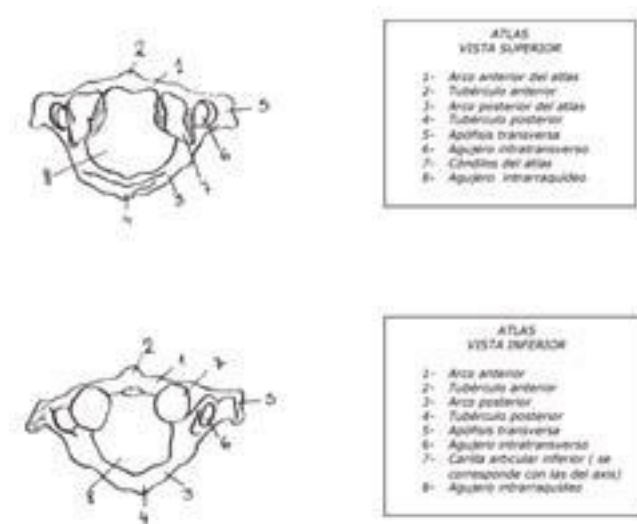
Arco posterior: cóncavo hacia delante. Presenta en la mitad de su cara posterior, el tubérculo posterior, que presta inserción a cada lado al músculo recto posterior

menor. Detrás de las masas laterales y sobre cara superior, presenta un canal transversal en el que caminan el primer nervio cervical y la arteria vertebral.

Apófisis transversas: son unituberculares y muy salientes hacia fuera, nacen a la mitad de la altura de las masas laterales por medio de 2 raíces que circunscriben el agujero transverso. Las 2 raíces se unen formando un tubérculo grueso, aplanado de arriba hacia abajo, que presta inserción a la mayor parte de los músculos rotadores y flexores laterales de la cabeza y del cuello.

Agujero vertebral: es mayor en todos sus diámetros que los de las demás vértebras.

Se reconocen 2 partes: una anterior, cuadrilátera, y otra posterior, semielíptica, separadas por el ligamento transverso. En la parte anterior se sitúa la apófisis odontoides del axis, la parte posterior, contiene la médula espinal.



Segunda vértebra cervical o Axis:

Cuerpo: presenta en su parte anterior una voluminosa eminencia vertical, la apófisis odontoides, destinada a articularse con el arco anterior del atlas, esta tiene forma de pivote cilindrocónico. En esta eminencia se reconocen: una base

muy ancha fijada al cuerpo del axis; una parte estrangulada, el cuello, por arriba de la base; y un abultamiento, el cuerpo, que termina en un vértice obtuso recubierto por rugosidades destinadas a las inserciones de los ligamentos oxipitoodontoides. El cuerpo de la apófisis odontoides, ligeramente aplanado de adelante hacia atrás, presenta dos carillas articulares elípticas con su eje mayor vertical; una anterior, convexa de arriba hacia abajo y transversalmente, se articula con el arco anterior del atlas; la otra, posterior, cóncava de arriba hacia abajo y convexa transversalmente, se relaciona con el ligamento transverso.

El cuerpo del axis presenta, además, una cresta media anterior, triangular de base inferior; y la cara inferior, fuertemente cóncava de adelante hacia atrás, que se prolonga hacia abajo y adelante por un relieve óseo que refuerza la extremidad inferior de la cresta media anterior.

Apófisis articulares: las superficies articulares superiores están situadas a cada lado de la apófisis odontoides, separadas de ella por un estrecho surco, son ovaladas, con su extremidad menor dirigida hacia delante y hacia adentro. Estas superficies son planas transversalmente, ligeramente convexas de adelante hacia atrás y un poco inclinadas hacia fuera.

Las superficies articulares inferiores están colocadas por debajo del extremo anterior de las láminas y tienen la misma orientación que las demás vértebras cervicales.

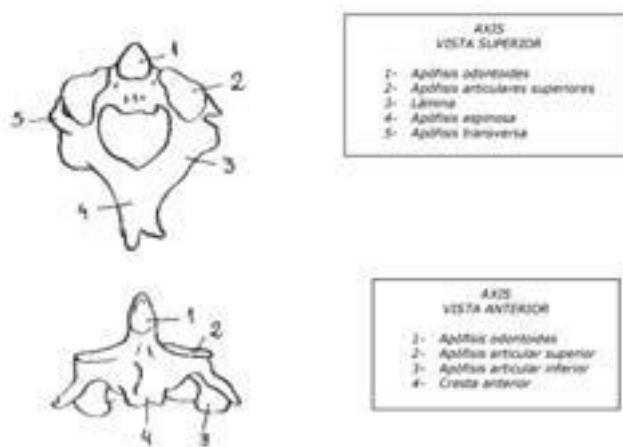
Pedículos: se extienden desde las superficies articulares superiores al extremo anterior de las láminas. No presentan la escotadura superior.

Apófisis transversas: la raíz posterior de la apófisis nace del pedículo; la anterior se implanta sobre el cuerpo. Esta raíz sostiene la parte externa de la superficie articular superior.

Láminas: son gruesas

Apófisis espinosa: es voluminosa, prismática triangular y termina por un extremo posterior bifurcado. Su cara inferior esta excavada por un canal anteroposterior. Sus cara superolaterales, socavadas y rugosas, prestan inserción a los músculos oblicuos mayores posteriores de la cabeza.

Agujero vertebral: tiene la forma de un triángulo cuya base anterior esta escotada en su parte media. Es mayor que el de las vértebras cervicales subyacentes, pero más pequeño que el del atlas.



Sexta vértebra cervical:

Presenta una particularidad: el tubérculo anterior de las apófisis transversas es más grueso y más saliente que el de las otras vértebras. Se llama “tubérculo carotídeo” o “tubérculo de Chassaignac”.

Séptima vértebra cervical:

Es una vértebra de transición entre las cervicales y las dorsales. El cuerpo presenta, a veces, en la parte inferior de sus caras laterales, una pequeña carilla articular en relación con la primera costilla. Las apófisis transversas son mayores y unituberculares. El agujero transverso es más pequeño y no está atravesado por la arteria vertebral, sino solamente por la vena vertebral. Las láminas son más altas que las otras vértebras cervicales. La apófisis espinosa tiene un solo tubérculo bastante largo y saliente, de donde deriva el nombre de “vértebra prominente” que se le da a ésta.

Vértebras dorsales

Cuerpo: es más grueso que el de las vértebras cervicales, y su diámetro transversal casi igual al diámetro anteroposterior. En la parte posterior de las caras laterales, cerca del pedículo, presenta dos carillas articulares costales, una superior y otra inferior, destinadas a articularse con la cabeza de las costillas. Estas superficies están talladas a bisel a expensas de la cara vecina. La cara posterior del cuerpo, en relación con el agujero vertebral, es muy cóncava hacia atrás.

Pedículos: se implantan en la mitad superior de la porción lateral de la cara posterior del cuerpo vertebral. Su borde inferior es mucho más escotado que el superior.

Láminas: igual de altas que de anchas.

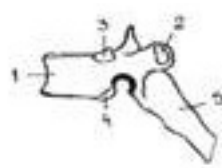
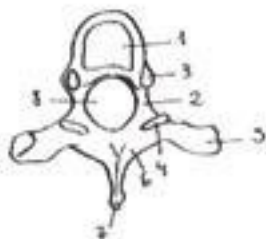
Apófisis espinosa: voluminosa y larga, muy inclinada hacia abajo y hacia atrás. Su vértice es unitubercular.

Apófisis transversas: se desprenden a cada lado de la columna ósea formada por las apófisis articulares, por detrás del pedículo. Dirigidas hacia fuera y un poco hacia atrás.

Su extremidad libre, ensanchada, presenta en su cara anterior una superficie articular, la carilla costal, en relación con la tuberosidad de las costillas.

Apófisis articulares: constituyen salientes por arriba y por debajo de la base de las apófisis transversas. La carilla articular de la apófisis superior mira hacia atrás, afuera y un poco hacia arriba. La carilla inferior presenta una orientación inversa.

Agujero vertebral: es casi circular.

**Caracteres propios de algunas vértebras dorsales:****Primera dorsal:**

El cuerpo recuerda al de las vértebras cervicales. Presenta en su cara superior los ganchos laterales; sin embargo, en sus caras laterales existen, por arriba, una carilla completa, que corresponde a toda la superficie articular de la cabeza de la primera costilla; por debajo, una semicarilla para la segunda costilla.

Décima dorsal:

No tiene carilla articular costal inferior en las partes laterales del cuerpo.

Undécima y duodécima dorsales:

El cuerpo de cada una presenta en sus caras laterales una sola carilla costal completa, relacionada con toda la superficie articular de la costilla correspondiente; dicha carilla está situada en la cara externa del pedículo y sobresale del mismo. La carilla costal de las apófisis transversas falta. La apófisis articular inferior de la duodécima dorsal es semejante a las apófisis articulares inferiores de las vértebras.

Vértebras lumbares

Cuerpo: es voluminoso, reniforme, con eje mayor transversal.

Pedículos: muy gruesos, se implantan en los tres quintos superiores del ángulo formado por la unión de la cara posterior con la cara lateral del cuerpo vertebral. El borde inferior es mucho más escotado que el superior.

Láminas: más alta que anchas.

Apófisis espinosa: es una lámina vertical, rectangular, gruesa, dirigida horizontalmente hacia atrás, que termina en un borde posterior libre y abultado.

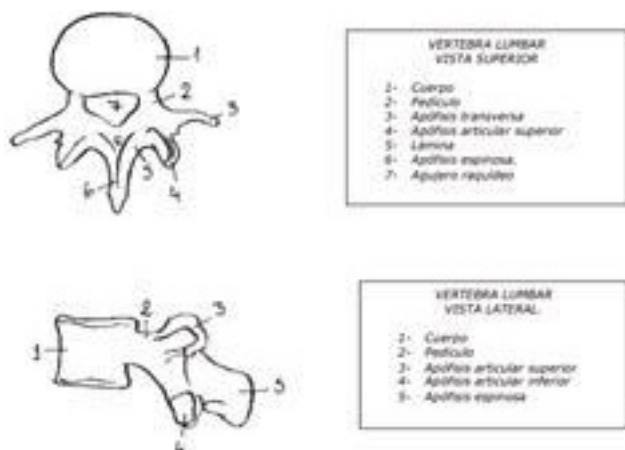
Apófisis transversas o costiformes: se implantan en la unión del pedículo y de la apófisis articular superior. Son largas, estrechas, y terminan en una extremidad afilada.

Representan las costillas lumbares.

Apófisis articulares: las superiores están aplanadas transversalmente. Su cara interna está ocupada por una superficie articular en forma de canal vertical. Su cara externa presenta, en el borde posterior de la apófisis, una eminencia llamada “tubérculo mamilar”.

Las apófisis inferiores muestran una superficie articular convexa en forma de segmento de cilindro.

Agujero vertebral: es triangular y sus tres lados son casi iguales.



Caracteres propios de ciertas vértebras lumbares:

Primera lumbar:

Su apófisis costiforme está menos desarrollada que la de las demás vértebras lumbares.

Quinta lumbar:

La altura del cuerpo es mayor por delante que por detrás.

Vértebras sacras y coccigeas

Las vértebras sacras y coccígeas están soldadas y forman dos huesos distintos, el sacro y el coccis.

Sacro: Es el resultado de la unión de las cinco vértebras sacras. Situado en la parte posterior de la pelvis, debajo de la columna lumbar y entre los huesos ilíacos. Forma con la columna lumbar un ángulo obtuso, saliente hacia delante, llamado ángulo sacro vertebral anterior o promontorio. Este ángulo mide 118° en la mujer y 126° en el hombre.

El sacro está excavado hacia adelante, su concavidad es más acentuada en la mujer que en el hombre. Tiene forma de pirámide cuadrangular, aplanada de adelante hacia atrás, de base superior y vértice inferior. Se describen en él: cuatro caras, una base y un vértice.

Cara anterior: cóncava de arriba hacia abajo y transversalmente. Su parte media está constituida por los cuerpos de las cinco vértebras sacras, separadas por cuatro crestas transversales. La altura de los cuerpos disminuye de arriba hacia abajo.

En las extremidades transversales de estas crestas se observan a cada lado cuatro orificios, los “agujeros sacros anteriores”, ovales, con su extremidad interna más amplia, dan paso a las ramas anteriores de los nervios sacros y se prolongan hacia fuera por unos canales. Todas convergen hacia la escotadura ciática mayor. La primera es ligeramente descendente y la segunda horizontal, en tanto que las dos últimas, sobre todo la última son ligeramente ascendentes. La distancia que separa cada agujero sacro anterior de la línea media disminuye de arriba hacia abajo.

Las vértebras segunda, tercera y cuarta prestan inserción al músculo piramidal.

Cara posterior: esta cara es convexa y muy irregular; presentando en la línea media una cresta, la “cresta sacra”, constituida por tres a cuatro tubérculos que alternan con depresiones. Estos tubérculos son resultado de la fusión de las apófisis espinosas. La cresta sacra se bifurca hacia abajo, a la altura del agujero sacro posterior tercero o cuarto, en dos columnitas óseas, las “astas del sacro”, que divergen de arriba y hacia abajo y limitan la “escotadura sacra” en cuyo vértice termina el conducto sacro.

A cada lado de la cresta se encuentran:

- El canal sacro, formado por la unión de las láminas vertebrales.
- Tubérculos sacros posterointernos, en número de tres o cuatro dispuestos en serie lineal y vertical resultantes de la fusión de las apófisis articulares.
- Los agujeros sacros posteriores, en número de cuatro de cada lado, más pequeños que los anteriores, están atravesados por las ramas posteriores de los nervios sacros y al igual que los anteriores, se van aproximando poco a poco a la línea media de arriba hacia abajo.
- Los tubérculos sacros posteroexternos o tubérculos conjugados, son más voluminosos que los posterointernos, están situados por fuera de los agujeros sacro posteriores y resultan de la soldadura de las apófisis transversas de las vértebras sacras.

En el intervalo comprendido entre dos tubérculos conjugados vecinos y por fuera de ellos se observa una depresión rugosa, perforada por agujeros vasculares llamada “fosa cribosa”; siendo la primera mucho más extensa y profunda.

Los músculos espinales se insertan en la cara posterior del sacro, en particular sobre la cresta sacra y en los tubérculos sacro posterointernos y posteroexternos. En estos últimos también se inserta el glúteo mayor.

Caras laterales: son triangulares, de base superior y se aprecian en ella dos segmentos, uno superior y otro inferior.

El segmento superior, ancho, corresponde a las dos primeras vértebras sacras. Su porción anteroinferior está ocupada por una superficie articular llamada “superficie auricular”, porque su contorno se asemeja al pabellón de la oreja. Se articula con la carilla articular del hueso coxal.

Por detrás de la superficie auricular se encuentra la primera fosa cribosa.

El segmento inferior de las caras laterales corresponde a las tres últimas vértebras sacras. Se presenta como un borde grueso, romo, rodeado de rugosidades destinadas a la inserción de los ligamentos sacrociáticos.

Base: mira hacia delante y hacia arriba. Su parte media presenta de adelante hacia atrás: la cara superior, reniforme, del cuerpo de la primera vértebra sacra; y el orificio superior, triangular de base anterior, del conducto sacro. Los bordes laterales de este son oblicuos hacia abajo, hacia adentro y hacia atrás, y limitan una escotadura cuyo vértice inferior corresponde a la extremidad superior de la cresta sacra.

Sus partes laterales están ocupadas, por delante por la aleta del sacro, de superficie lisa triangular, de base externa, cóncava.

va transversalmente y convexa de adelante hacia atrás.

Por detrás de las aletas se elevan las apófisis articulares superiores de la primera vértebra sacra. Su superficie articular, ligeramente cóncava, mira hacia adentro y hacia atrás. Las apófisis articulares están separadas de las aletas por dos canales que contribuyen a formar los agujeros de conjunción intermedios entre la quinta vértebra lumbar y el sacro.

Vértice: está ocupado por una superficie convexa, elíptica, cuyo eje mayor es transversal y que se articula con la base del coccis.

Conducto sacro: forma la parte inferior del conducto raquídeo. Es prismático triangular hacia arriba, se estrecha y se aplanan poco a poco hacia abajo. En su extremidad inferior, el conducto sacro está representado por un canal abierto hacia atrás, y limitado lateralmente por las astas del sacro.

El conducto sacro origina a cada lado cuatro conductos o agujeros de conjunción, que se bifurcan muy pronto para abrirse hacia delante y hacia atrás de la superficie del hueso en los agujeros sacros anteriores y posteriores.

Coccis: Es una pieza ósea aplanada de adelante hacia atrás, triangular, cuya base está orientada hacia arriba y el vértice hacia abajo. Está constituido por la unión de cuatro a seis vértebras atrofiadas.

Se distinguen: dos caras, dos bordes, una base y un vértice.

La cara anterior es ligeramente cóncava, la cara posterior es convexa. Ambas presentan surcos transversales, indicios de la separación primitiva de las vértebras coccígeas.

Los bordes laterales, irregulares, dan inserción a los ligamentos sacrociáticos y al músculo isquiococcigeo.

La base se articula con el vértice del sacro. Emite a cada lado dos prolongaciones: una vertical, llamada “asta menor del coccis”, que se une al asta correspondiente del sacro por un ligamento; la otra, transversal, se designa con el nombre de “asta lateral”.

El vértice es romo y frecuentemente está desviado de la línea media.

Articulaciones de la columna

Articulación occipito-atloidea

Clasificación: condílea

Superficies articulares: del lado del occipital, son dos cóndilos que miran hacia abajo y hacia fuera. Elípticos, alargados de atrás hacia delante y de afuera hacia adentro.

Del lado del atlas, presenta las cavidades glenoideas, cóncavas, elípticas, alargadas de atrás hacia delante y de afuera hacia adentro. Se orientan hacia arriba y hacia adentro.

Las cavidades glenoideas y los cóndilos presentan frecuentemente en su parte media un estrechamiento. Las superficies articulares están revestidas por una delgada capa de cartílago.

Medios de unión: está revestida por una cápsula delgada, reforzada hacia fuera y hacia atrás por haces fibrosos verticales y oblicuos, que constituyen el ligamento occipitoatloideo lateral.

Ligamentos:

- **Ligamento occipitoatloideo anterior:** formado por dos láminas fibrosas, una delante de la otra que descienden desde el borde anterior del agujero occipital al borde superior del arco anterior del atlas.
- **Ligamento occipitoatloideo posterior:** lámina fibrosa, delgada, extendida desde el borde posterior del agujero occipital al arco posterior del atlas. Se une lateralmente a la cápsula de las articulaciones occipitoatloideas; limita con una parte de esta un orificio por el que pasa la arteria vertebral y el primer nervio cervical.

Unión del occipital con el axis

El occipital está unido con el axis por ligamentos muy potentes:

- **Ligamento occipitoaxoideo:** es ancho y resistente. Desde el cuerpo del axis, asciende por detrás del ligamento cruciforme y se divide en tres haces: uno medio y dos laterales. El haz o ligamento occipitoaxoideo medio sube verticalmente y termina en el canal basilar del occipital. Los haces laterales oblicuos hacia fuera se fijan entre el agujero occipital y el orificio interno del conducto condíleo anterior.
- **Ligamentos occipitoodontoideos:** se extienden desde el occipital a la apófisis odontoides, manteniendo a esta dentro del anillo atloideo. Son tres, uno medio y dos laterales, colocados entre el ligamento occipitoatloideo anterior, por delante, y el ligamento cruciforme por detrás.

El ligamento occipitoodontoideo medio es delgado y se extiende desde la parte media del borde anterior del agujero occipital al vértice de la apófisis odontoides.

Los ligamentos occipitoodontoideos laterales son gruesos y resistentes y se dirigen desde la cara interna de los cóndilos occipitales a las partes laterales de la extremidad superior de la apófisis odontoides.

La unión del occipital con el atlas y el axis es también reforzada por los ligamentos vertebrales comunes anterior y posterior, que descienden uno por delante y otro por detrás de los cuerpos vertebrales, desde la apófisis basilar del occipital hasta el sacro.

Articulaciones Atloideoaxoideas

El atlas y el axis se unen a cada lado por dos articulaciones del género de las artrodias.

Superficies articulares: superficies inferiores de las masas laterales del atlas y superficies articulares superiores del axis.

Las superficies articulares del atlas miran hacia abajo y hacia adentro y son convexas de adelante hacia atrás, planas o cóncavas transversalmente. Las del axis se orientan hacia arriba y hacia afuera, son convexas de adelante hacia atrás y planas transversalmente.

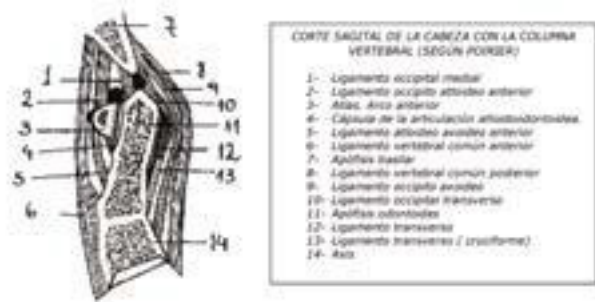
Estas superficies están revestidas por una capa de cartílago más gruesa en el centro que en la periferia; entonces convexas

en todos los sentidos, por lo tanto no son concordantes; aun así no existe un menisco o fibrocartilago interarticular.

Medios de unión: la cápsula articular es muy laxa, permitiendo a la articulación amplios movimientos; está reforzada hacia adentro por un haz fibroso conocido con el nombre de ligamento lateral inferior de Arnold.

Ligamentos atloideoaxoideos: son dos, uno anterior y uno posterior.

- **Anterior:** es una lámina fibrosa, vertical, gruesa en la parte media y delgada lateralmente. Se extiende del borde inferior del arco anterior del atlas a la cara anterior del cuerpo del axis, confundiendo a los lados con la parte anterior de las cápsulas articulares.
- **Posterior:** membrana delgada y laxa, une el borde inferior del arco posterior del atlas al borde superior de las láminas y de la base de la apófisis espinosa del axis; atravesado lateralmente por el segundo nervio cervical o sus ramas terminales.



Articulaciones de la columna cervical

Las vértebras cervicales tercera, cuarta, quinta, sexta y séptima están unidas entre sí de la misma manera que las demás del tronco; solo difieren las articulaciones de los cuerpos vertebrales y el ligamento supraespinoso. Unión de los cuerpos vertebrales: Se unen por un disco intervertebral y articulaciones uncovertebrales.

Las articulaciones uncovertebrales son artroideas. Las superficies articulares son: la carilla superior del gancho o apófisis semilunar de la vertebra infrayacente (inferior), y la carilla lateral inferior biselada de la vértebra suprayacente (superior). Esta articulación posee una cápsula articular reforzada delante por un haz ligamentoso.

Ligamento supraespinoso o cervical posterior: en el cuello, este ligamento se desarrolla ampliamente; de forma triangular separa los músculos de la nuca de un lado de los del opuesto. Su borde superior o base se inserta en la protuberancia occipital externa y en la cresta occipital; su borde anterior se fija a las apófisis espinosas de las vértebras cervicales y su borde posterior se extiende desde la protuberancia occipital externa hasta la apófisis espinosa de la séptima cervical.

Articulaciones de los cuerpos vertebrales: Sínfisis intervertebrales

Clasificación: anfiartrosis o sínfisis.

Superficies articulares: son las caras intervertebrales superior e inferior de los cuerpos vertebrales. La concavidad de estas superficies está regularizada en estado fresco por una delgada lámina de cartilago que reviste su porción central excavada.

Medios de unión: son los discos intervertebrales y los ligamentos periféricos:

1. Discos intervertebrales: se ubican entre cuerpo y cuerpo vertebral; tienen forma de lente biconvexa que se adapta e inserta por sus caras en las superficies articulares de los cuerpos vertebrales.

La altura de los discos varía según las regiones: disminuye ligeramente desde la columna cervical hasta la quinta o sexta vértebra torácica; aumenta después en forma gradual, hallando sus mayores dimensiones entre las vértebras lumbares.

ESTRUCTURA: se pueden distinguir dos partes en cada disco intervertebral: una periférica, el anillo fibroso, y una central, el núcleo pulpos.

ANILLO FIBROSO: es duro debido a que posee una textura muy tupida, formada por laminillas fibrosas dispuestas desde la periferia hacia el centro en capas casi concéntricas. En cada una de estas laminillas, las fibras se extienden entre los dos cuerpos vertebrales vecinos siguiendo una dirección oblicua, que es siempre la misma para todas las fibras de una lámina. Las fibras de las laminillas vecinas presentan una oblicuidad inversa.

Las fibras del anillo fibroso son oblicuas porque deben orientarse en el sentido de las tracciones a las que están sometidas. Estas tracciones se ejercen en sentido vertical u horizontal según se trate de movimientos de inclinación o rotación; por consiguiente, las fibras se orientan siguiendo una dirección intermedia entre las direcciones de tracción vertical y horizontal.

NÚCLEO PULPOSO: es una sustancia gelatinosa y blanda. No es exactamente central sino que está situado más cerca del borde posterior que de los otros puntos periféricos del disco. Blanquecino y casi transparente, se hace opaco, amarillento y cada vez más denso y más pequeño a medida que el sujeto avanza en edad; esta masa central está comprimida entre las dos vértebras vecinas. Está constituido por fascículos fibrosos delgados, separados entre sí por espacios llenos de tejido mucoso que contiene células grandes, vestigios notocordales.

2. Ligamentos periféricos: son dos cintas fibrosas de color blanco nacarado que se extienden en toda la altura de la columna, una anterior y otra posterior a los cuerpos vertebrales; se denominan:

- **Ligamento longitudinal anterior:** desciende por la cara anterior de la columna vertebral, desde la porción basilar del occipital hasta la cara anterior de la segunda vértebra sacra.

Entre el occipital y el atlas, el ligamento es una cinta estrecha y delgada, unida posteriormente a la membrana atlantooccipital anterior que se extiende desde la porción basilar del occipital al tubérculo anterior del atlas. Inferiormente al atlas, el ligamento se ensancha gradualmente de superior a inferior y ocupa, hasta la tercera vértebra torácica, el intervalo comprendido entre los músculos largos del cuello. Más inferiormente y en toda la altura de la columna torácica, el ligamento se extiende desde las caras laterales de los cuerpos vertebrales hasta la proximidad de las articulaciones costovertebrales. En la región lumbar, las cintillas laterales desaparecen, el ligamento longitudinal anterior desciende solamente sobre la cara anterior de los cuerpos vertebrales entre los músculos psoas mayor. En el sacro termina en la segunda.

El ligamento longitudinal anterior se adhiere a los discos intervertebrales y a las vértebras próximas a los discos, sobre todo en las partes salientes de los cuerpos vertebrales.

Está compuesto por fibras largas y superficiales, que se extienden sobre tres o cuatro vértebras, y por fibras cortas profundas que unen dos vértebras contiguas.

- **Ligamento longitudinal posterior:** situado sobre la cara posterior de los cuerpos vertebrales y de los discos intervertebrales. Se inserta superiormente en el canal basilar del occipital y termina inferiormente en la primera vértebra coccígea. Sus bordes laterales, regularmente festoneados, forman una serie de arcos cóncavos lateralmente y separados entre sí por partes salientes o dientes. Los arcos se sitúan frente a los cuerpos vertebrales y los dientes corresponden a los discos intervertebrales, de tal modo que el ligamento es ancho a la altura de los discos y estrecho frente a la parte media de los cuerpos vertebrales.

El ligamento está unido en su cara anterior a los discos intervertebrales y a la parte contigua de los cuerpos vertebrales.

En la extremidad superior de la columna, el ligamento longitudinal posterior se adhiere por su cara anterior a la membrana tectorial y por su cara posterior a la duramadre. En la región sacra, el ligamento se reduce a una estrecha cintilla que desciende hasta la base del cóccix, donde se inserta.

Está constituido, como el anterior, por fibras largas, que son superficiales o posteriores, y por fibras cortas, que son profundas y anteriores.

Articulaciones Cigapofisarias (de las apófisis articulares)

Clasificación: son articulaciones planas en las regiones cervical y torácica, y trocoide en la región lumbar.

Superficies articulares: la apófisis articular inferior de una vértebra se une a la apófisis articular superior de la vértebra infrayacente. Estas apófisis entran en contacto por medio

de carillas articulares, tapizadas por cartilago; planas en las regiones cervical y torácica y talladas en segmento de cilindro en la región lumbar.

Medios de unión: están unidas por una cápsula articular, laxa y delgada en la región cervical y más densa y resistente en la región lumbar. Esta cápsula está reforzada medialmente por el ligamento amarillo correspondiente. Las articulaciones torácicas y lumbares presentan además, un haz posterior de refuerzo llamado "ligamento posterior".

Sinovial: mas laxa en la columna cervical.

Unión de las láminas de los arcos vertebrales

Las láminas de los arcos vertebrales están unidas entre sí, desde el axis hasta el sacro, por ligamentos elásticos, gruesos y muy resistentes, llamados ligamentos amarillos a causa de su color. Superiormente al axis, existen membranas ligamentosas de una textura particular que sustituyen a los ligamentos amarillos.

Ligamentos amarillos: se encuentran en cada espacio interlaminar un ligamento derecho y otro izquierdo, unidos entre sí en la línea media. Su forma es rectangular y su anchura disminuye progresivamente desde la extremidad superior a la extremidad inferior de la columna vertebral, en tanto que su altura y espesor aumentan gradualmente en el mismo sentido.

Presentan un borde superior y un borde inferior; una cara anterior, separada de la dura madre por grasa y venas, y una cara posterior. A través de la extremidad medial se une al ligamento amarillo del lado opuesto; en su ángulo de unión se confunde con el borde anterior del ligamento interespinoso. La extremidad lateral se extiende hasta las articulaciones cigapofisarias y refuerza la parte medial de la cápsula de éstas.

Presentan además por detrás un haz de refuerzo llamado ligamento posterior. La sinovial es mayor en la región cervical.

Unión de las apófisis espinosas

Están unidas por ligamentos interespinosos y por el ligamento supraespinoso.

- **Ligamento interespinoso:** son membranas fibrosas que ocupan el espacio comprendido entre dos apófisis espinosas vecinas. Se insertan por su borde superior y por su borde inferior en las apófisis espinosas correspondientes. Sus caras laterales se relacionan con los músculos espinales. Su extremidad anterior se continúa con el ángulo de unión de los ligamentos amarillos. Su extremidad posterior se confunde con el ligamento supraespinoso.
- **Ligamento supraespinoso:** es un cordón fibroso que se extiende en toda la longitud de la columna vertebral, por detrás de las apófisis espinosas y de los ligamentos interespinosos. Se adhiere al vértice de las apófisis espinosas y se une, en el espacio comprendido entre las apófisis, con el borde posterior de los ligamentos interespinosos. En la región lumbar, el ligamento se confunde con el rafe producido por el entrecruzamiento de las fibras tendinosas de los músculos del dorso. En

la región dorsal, el ligamento es más delgado que en la región lumbar. En el cuello, se denomina ligamento cervical posterior. Forma por detrás de las vértebras un tabique intermuscular medio, que se extiende hasta la aponeurosis superficial.

Unión de las apófisis transversales

Las apófisis transversas están unidas entre sí por los ligamentos intertransversos.

En el cuello, los músculos intertransversos sustituyen estos ligamentos. En el dorso, unen los vértices de las apófisis transversas vecinas. En la región lumbar, están bastante desarrollados y unen los tubérculos accesorios que representan a las apófisis transversas.

Articulaciones sacrovertebrales

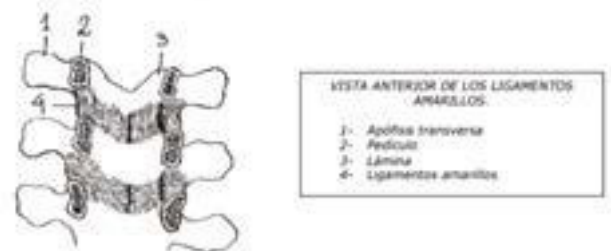
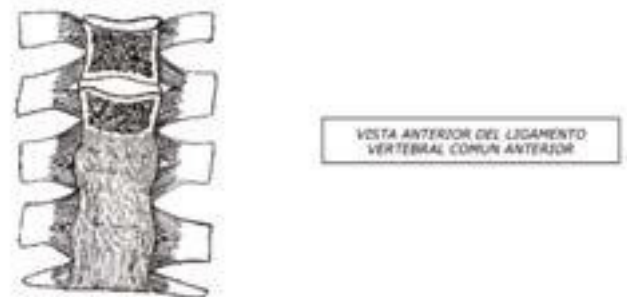
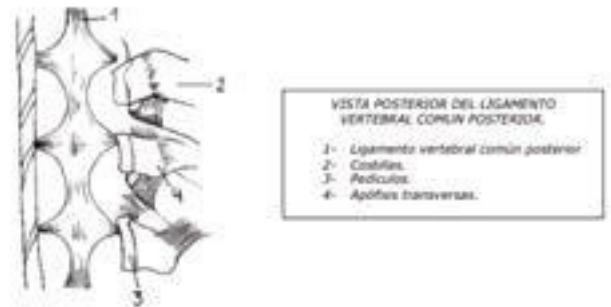
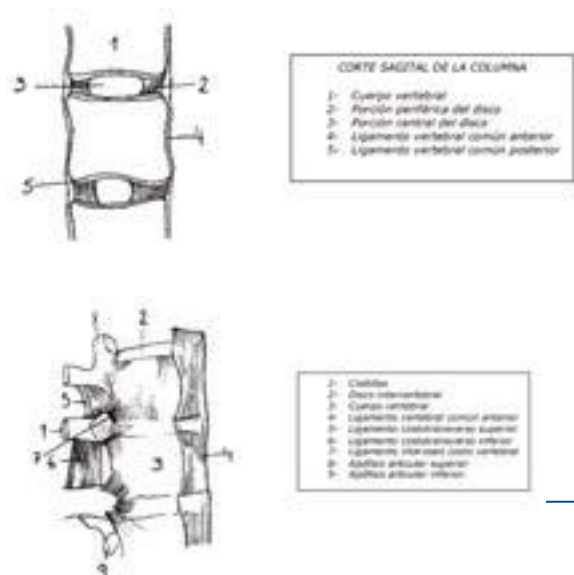
La articulación sacrovertebral es prominente hacia delante y semejante a las que unen las vértebras lumbares entre sí. Presentan dos características importantes:

1. la superficie articular del cuerpo de la primera sacra está inclinada hacia abajo y hacia delante, forma con la horizontal un ángulo de 45 grados.
2. las superficies de las apófisis articulares superiores del sacro miran un poco hacia adentro y sobre todo hacia atrás.

De estas dos disposiciones particulares, resulta que la quinta vértebra lumbar cabalga sobre la primera sacra. Además, y debido a la inclinación de la superficie articular de la primera sacra, la columna vertebral tendría la tendencia a deslizarse hacia delante si no estuviera mantenida por la acción de los ligamentos de la articulación y sobre todo por las apófisis articulares inferiores de la quinta lumbar, que se enganchan a las apófisis articulares superiores de la primera sacra.

Los ligamentos intertransversos de la articulación sacrovertebral están muy desarrollados. Cada uno de ellos parte de la apófisis transversa de la quinta lumbar y termina en la porción anterolateral de la aleta del sacro. Este ligamento se denomina *ligamento sacrovertebral*.

Articulación sacrococcígea



Clasificación: anfiartrosis.

Superficies articulares: elípticas, con eje mayor transversal. La superficie del sacro es convexa; la coccígea es cóncava.

Medios de unión:

- *ligamento interóseo*, análogo a un disco intervertebral. Está generalmente osificado en los ancianos.
- *ligamentos periféricos*, se dividen en anterior, posterior y laterales. El ligamento sacrococcígeo anterior está formado por haces fibrosos que descienden desde la cara anterior del sacro a la cara anterior del coccix, unos directamente y otros entrecruzándose por delante del coccix. El ligamento sacrococcígeo posterior se inserta por arriba en la escotadura sacra y en las astas del sacro; termina por dos haces laterales en la cara posterior del coccix. Los ligamentos sacrococcígeos laterales se componen de dos haces: uno interno, que une el asta del sacro con el asta menor del coccix; otro externo, que se extiende desde el borde lateral del sacro al vértice del asta lateral del coccix.

Articulación mediococcígea

Los discos intervertebrales, que en el recién nacido unen entre sí las piezas coccígeas, se osifican pronto; sin embargo, el ligamento interóseo que une la primera vértebra coccígea con la segunda no se osifica generalmente antes de los cuarenta años. Estas dos vértebras permanecen mucho tiempo unidas por una anfiartrosis que forma la articulación mediococcígea.

Vascularización de la columna vertebral

Las vértebras suelen recibir la irrigación de ramas de los vasos segmentarios, las arterias lumbares, con las que están íntimamente relacionadas. Las arterias espinales que nutren a las vértebras son ramas de:

- Las arterias vertebrales y cervicales ascendentes en el cuello.
- Las arterias intercostales posteriores en la región torácica.
- Las arterias subcostales y lumbares del abdomen.
- Las arterias ileolumbares y sacras laterales y mediales en la pelvis.

Arterias espinales: penetran en los orificios intervertebrales y se dividen, de ordinario, en arterias radicales terminales que se distribuyen a las raíces dorsales y ventrales de los nervios espinales y a sus cubiertas. Algunas arterias radicales se prolongan con arterias segmentarias medulares, espaciadas de forma irregular, y se anastomosan con las arterias de la médula espinal.

Venas espinales: forman plexos venosos a lo largo de la columna, tanto dentro como fuera del conducto vertebral: el plexo venoso vertebral interno y el plexo venoso vertebral externo, respectivamente. Las grandes venas basivertebrales, tortuosas, se encuentran en la sustancia de los cuerpos vertebrales. Emergen de los orificios situados en las superficies de los cuerpos vertebrales y drenan a los plexos venosos vertebrales externo y, en especial, interno. Las venas intervertebrales acompañan a los nervios espinales por los orificios intervertebrales y reciben venas de la médula espinal de los plexos vertebrales.

Movimientos de la columna vertebral

La columna vertebral puede realizar movimientos de flexión, extensión, rotación e inclinación lateral.

Los mismos son el resultado de la elasticidad y compresibilidad de los discos intervertebrales.

Limitan los movimientos: la tensión de las capsulas articulares, y la resistencia de los músculos y ligamentos dorsales.

Las vértebras de la región cervical y lumbar poseen, mayor movilidad.

La columna vertebral es el eje de distribución de las fuerzas. Posee dos zonas, por un lado las 24 vértebras presacras, y por otro las sacras. Son el sacro y el cóccix quienes soportan el conjunto de elementos anatómicos suprayacentes.

En posición vertical la línea de gravedad desciende desde

el centro de gravedad de la cabeza, la silla turca, hasta el vértice de la bóveda plantar. La línea de gravedad pasa por las caras anteriores de C6, C7 y de L3 y L4, pero en aquellos sujetos cuyas curvaturas vertebrales son más acentuadas, la línea de gravedad pasa por delante de la concavidad dorsal anterior y por detrás de la los cuerpos de las vértebras.

La columna vertebral como protección de la médula espinal

El conducto raquídeo constituye un espacio osteofibroso cuyos límites están conformados por la cara anterior de los cuerpos vertebrales hacia delante, las caras mediales de los pedículos hacia fuera, y las láminas hacia atrás.

Es importante destacar la función del ligamento vertebral común anterior, cuya disposición mantiene en posición normal el núcleo pulposo de los discos intervertebrales, impidiendo la hernia del mismo.

En el interior del conducto raquídeo se halla: la médula espinal, sus cubiertas meníngeas, el líquido cefalorraquídeo, tejido celular adiposo, e importantes plexos venosos intrarraquídeos.

ANATOMÍA NORMAL

Cráneo

El cráneo es una caja ósea ubicada en la parte posterosuperior de la cabeza. Nos presenta para su descripción, dos aspectos importantes: el continente y el contenido.

Continente: está constituido por el conjunto de las paredes craneales, el cráneo óseo o esquelético, revestido exteriormente por partes blandas pericraneales.

Contenido: aloja en su interior la porción más elevada del sistema nervioso central, el encéfalo, con sus envolturas y sus vasos.

Con respecto al continente, ocho huesos contribuyen a su formación. Cuatro impares y dos pares.

Impares:

- Frontal.
- Etmoides.
- Esfenoides.
- Occipital.

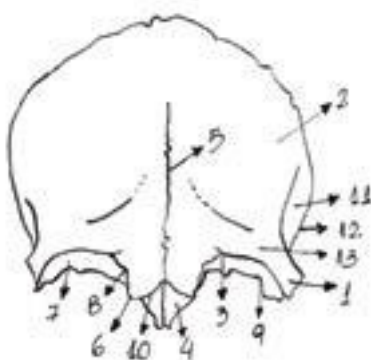
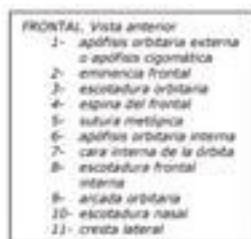
Pares:

- Temporales.
- Parietales.

Frontal

Es un hueso impar, medio, simétrico, ubicado en la parte anterior del cráneo, delante de ambos parietales y del esfenoides, con quienes se articula. Se ubica por encima del etmoides, los huesos propios de la nariz, los malares, los unguis y los maxilares superiores; con éstos huesos también se halla articulado; formando parte así del macizo facial.

Dada su configuración, presenta tres caras, separados por tres bordes.



Cara anterior: también llamada exocraneal o cutánea. Corresponde a los tegumentos, de los que está separada por los músculos frontales.

Es convexa y lisa en toda su extensión. Presenta en los individuos jóvenes, una sutura central, la sutura frontal media o metópica; por debajo de la misma existe una eminencia, la protuberancia frontal media o glabella, a los lados encontra-

mos las eminencias frontales laterales.

Por debajo de la protuberancia frontal lateral se encuentran los arcos ciliares u orbitarios, arqueados transversalmente, los cuales corresponden a las cejas.

En la parte lateral e inferior se halla una cresta marcada, la cresta lateral del frontal, que limita una pequeña superficie triangular, la carilla temporal del frontal.

Cara inferior u orbitaria: esta cara, corresponde a la pared superior de la órbita, y a la región etmoidonasal.

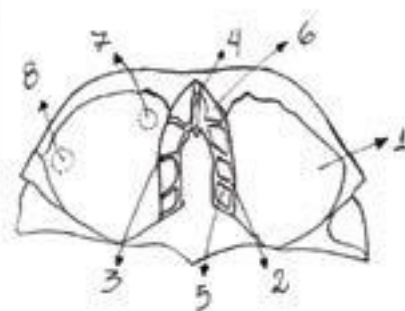
Está separada de la cara anterior por los arcos ciliares y la glabella. Su dirección es horizontal generalmente.

Ofrece en su centro una escotadura en forma de U abierta hacia atrás, la escotadura etmoidal. Delante de esta escotadura se encuentra la espina nasal del frontal.

La espina nasal del frontal se articula hacia adelante con los huesos propios de la nariz y hacia atrás con la lámina perpendicular del etmoides.

En los bordes de la escotadura etmoidal se encuentran dos orificios que corresponden a los senos frontales, por detrás se observan semicarillas articulares que en el cráneo articulado son completadas por las del etmoides. Se encuentran, además, dos canales transversales, uno anterior y otro posterior, que reunidos con los canales que presenta la cara superior del etmoides forman dos conductos que comunican las cavidades orbitarias con el endocráneo.

A cada lado de la escotadura ubican dos superficies triangulares, cóncavas y lisas, llamadas fosas orbitarias. Se distinguen en ella, adelante y afuera la fosita lagrimal y hacia delante y adentro la fosita troclear.

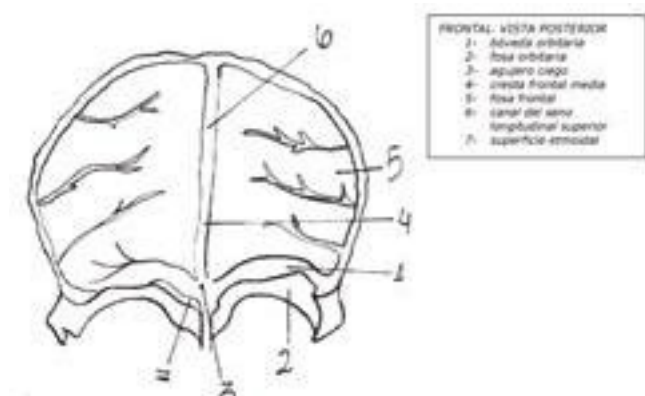


Cara posterior o cerebral: es una cara cóncava, que mira hacia atrás en sus tres cuartos superiores, y convexa, dirigida hacia arriba en su cuarto inferior.

Se relaciona en toda su extensión con los lóbulos cerebrales.

Presenta en la línea media, en sentido supero-inferior: un canal, que corresponde al seno longitudinal superior, una cresta frontal, el agujero ciego y, por último, la escotadura etmoidal.

A cada lado de la línea media se encuentran: las fosas frontales, hacia arriba, y las eminencias orbitarias, hacia abajo y atrás. Las eminencias presentan: depresiones, que son impresiones digitales y prominencias, que son eminencias mamilares, en relación con las anfractuosidades y circunvoluciones del lóbulo anterior del cerebro o frontal.



Borde anterior: también llamado orbitonasal, separa la cara anterior de la inferior. Su recorrido es irregular; presenta en la línea media la escotadura nasal. A cada lado se ven los arcos orbitarios, gruesos en su parte interna, y delgados y cortantes por la externa; que describen un arco regular de concavidad inferior. A nivel de su tercio interno presenta una escotadura que puede convertirse en agujero, la escotadura o agujero supraorbitario, por dentro de ella existe otra escotadura denominada escotadura frontal interna.

Cada arco orbitario termina, en sus dos extremos, por dos apófisis dirigidas hacia abajo, son las apófisis orbitarias internas y externas.

Los arcos orbitarios, prominentes, ofician de protección para el globo ocular.

Borde superior: o parietal, ofrece una forma semicircular, dentado, se articula con el borde anterior de los parietales. Se halla biselado a expensas de la tabla interna en la porción superior, y de la tabla externa en la porción inferior. Separa la cara anterior de la posterior.

Borde posterior: o también llamado esfenoidal; separa la cara posterior de la inferior. Es casi rectilíneo, delgado y cortante.

En su parte media se halla interrumpido en la línea media por la escotadura etmoidal.

Se articula en todos sus puntos con las alas menores del esfenoides.

En la unión del borde posterior con el borde superior, existe una pequeña carilla triangular; rugosa que se corresponde con las alas mayores del esfenoides.

Configuración interna. Senos frontales: el frontal es un hueso grueso en su porción vertical y en la apófisis orbitaria externa, y muy delgada en la bóveda orbitaria y en la porción horizontal.

Por encima y a los lados de la escotadura nasal, el frontal está excavado por dos cavidades, los senos frontales, que se abren en las fosas nasales por el conducto etmoidal. Los senos son triangulares y se encuentran separados por un tabique anteroposterior.

Las cavidades sinusales están comunicadas, además, con el meato medio de las fosas nasales por el conducto frontal extendido desde el piso del seno en dirección oblicua hacia abajo, adentro y atrás.

La cavidad del seno frontal está tapizada por una mucosa, dependiente de la mucosa de las fosas nasales.

Etmoides

Es un hueso impar, central, simétrico, situado delante del esfenoides, en la escotadura etmoidal del frontal; formando parte de la base de cráneo, órbitas y fosas nasales.

Consta de tres piezas a saber: la lámina vertical y media, la lámina horizontal o cribosa y las masas laterales.

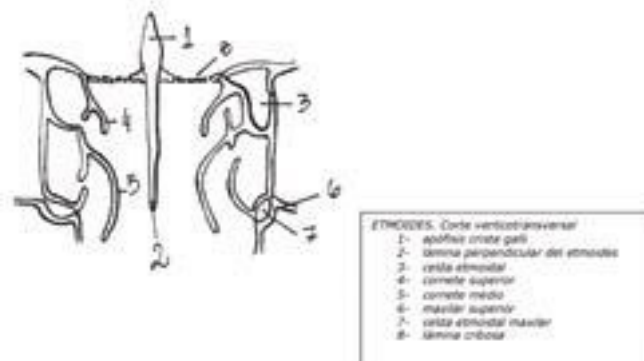


Lámina vertical: esta lámina se halla dividida en dos porciones, una superior y otra inferior, por la lámina horizontal.

- **Porción superior:** está constituida por una apófisis vertical, triangular, símil a la cresta de gallo, por ello se la denomina, apófisis crista galli. En ella se consideran una base, un vértice y dos bordes anterior y posterior. La base descansa sobre la lámina horizontal. El vértice, redondeado y liso, da inserción a la hoz del cerebro. El borde anterior se articula con el frontal y completa el agujero ciego. El borde posterior se corresponde con la cisura interhemisférica.
- **Porción inferior:** a este segmento se lo llama lámina perpendicular del etmoides, forma parte del tabique que separa a las fosas nasales entre sí; posee pequeños canales recorridos por vasos destinados a la mucosa olfatoria.

Su forma es pentagonal, posee cinco bordes:

- uno superior que se confunde con la lámina horizontal
- uno anterior que se articula con la espina nasal del frontal y los huesos propios de la nariz.
- uno anteroinferior que se une al cartílago del tabique de las fosas nasales.
- uno posterior que se articula con la cresta esfenoidal anterior del cuerpo del esfenoides uno posteroinferior que se une al borde anterior del vómer.

Lámina horizontal o cribosa: cuadrilátera, se extiende entre las masas laterales, excavadas en sentido transversal, tienen el aspecto de dos canales anteroposteriores llamados canales olfatorios, porque son el receptáculo para los bulbos olfatorios.

Esta llena de agujeros con disposición irregular, que dan paso a los filetes del nervio olfatorio, arterias etmoidales y prolongaciones de la duramadre. Algunos de estos orificios, adoptan la forma de una hendidura, la hendidura esfenoidal u orificio etmoidal interno.

Existe un orificio constante llamado agujero etmoidal anterior o externo que se une al canal etmoidal anterior de las masas laterales.

Masas laterales: se hallan suspendidas de los bordes laterales de lámina cribosa.

Tienen forma de cubo, por lo que presentan seis caras: externa, interna, superior, inferior, anterior y posterior.

Cara externa: se la conoce con el nombre de lámina pirameal o hueso plano, forma parte de la pared interna de la cavidad orbitaria.

Cara interna: forma parte de la pared externa de las fosas nasales. Presenta dos láminas muy delgadas, espiraladas que se dirigen hacia abajo y adentro, se denominan cornetes superior y medio, se fijan a esta cara por su borde superior.

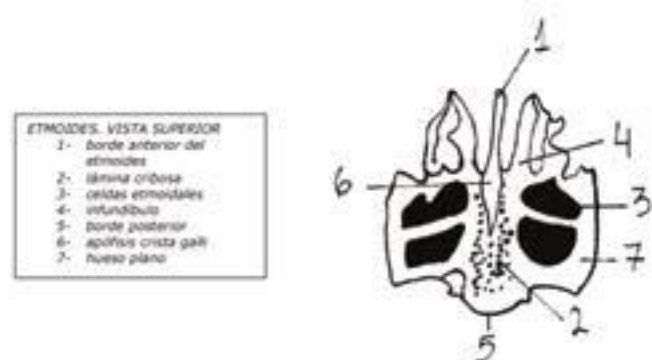
- Cornete superior: se implanta por arriba y atrás. Su extremidad anterior se une al cornete medio.
- Cornete medio: se fija en toda la longitud de la cara interna, su extremo anterior y posterior rebasan los límites de esta cara articulándose con el maxilar y el palatino respectivamente.

Los cornetes limitan con la pared interna unos espacios denominados meatos, se designan con el nombre de meato superior y medio. El meato medio presenta en su extremidad anterior, una delgada lámina ósea, llamada apófisis unciforme, la misma dirigiéndose hacia abajo y atrás se subdivide en dos laminillas una inferior y otra posterior.

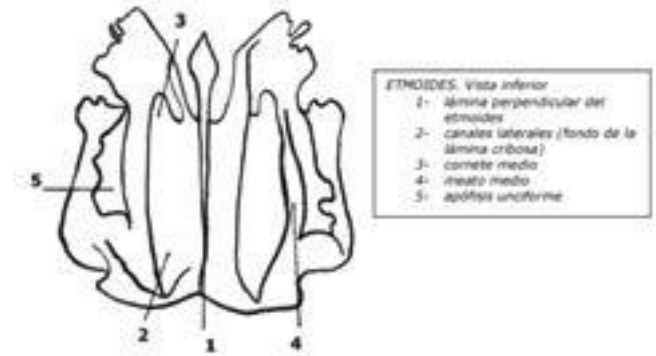
Cara superior: situada por fuera de la lámina cribosa, presenta semiceldillas irregulares que en un cráneo articulado completan las semiceldillas frontales.

Ofrece, además, dos canales transversales que reunidos con los análogos ubicados a cada lado de la escotadura etmoidal del frontal, constituyen los conductos etmoidales anterior y posterior o conductos orbitarios internos.

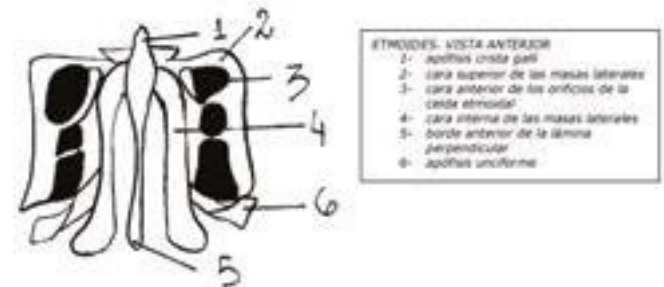
Entre las celdillas, existe una constante ubicada en la parte más anterior del hueso, a cada lado de la apófisis crista galli, muy ancha en su abertura, se estrecha a medida que desciende adquiriendo la forma de embudo, por ello se denomina infundíbulo.



Cara inferior: en esta cara se pueden describir desde adentro hacia fuera: el borde inferior del cornete medio, el meato medio, una superficie rugosa que se articula con el maxilar superior y finalmente una lámina ósea delgada orientada hacia atrás llamada apófisis unciforme.



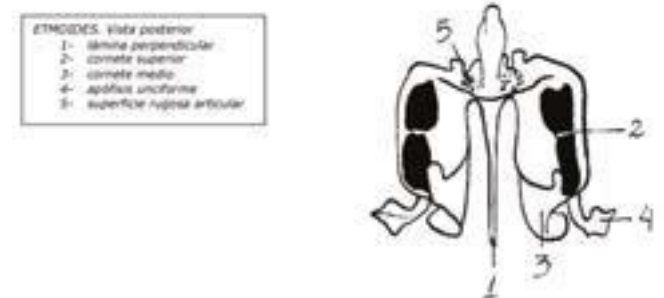
Cara anterior: presenta cavidades o semiceldillas, que se completan hacia adelante con el hueso unguis y el maxilar superior.



Cara posterior: de figura cuadrilátera, irregular y rugosa, se articula con el cuerpo del esfenoides y con la apófisis orbitaria del palatino.

El etmoides está constituido en su mayor parte por tejido compacto encontrándose sólo esponjoso en la apófisis crista galli y lámina perpendicular.

El tejido óseo ofrece en las masas laterales, la forma de laminillas y láminas muy delgadas y frágiles. Estas reunidas unas con otras en forma irregular, circunscriben un sistema de cavidades anfractuosas, conocidas con el nombre de celdillas o células etmoidales; cuyo conjunto constituyen el laberinto etmoidal. Estas cavidades están tapizadas por mucosa pituitaria.



Esfenoides

El esfenoides es un hueso impar, central y simétrico, que ocupa la parte anterior y media del piso del cráneo; enclavado como una cuña entre el frontal y el etmoides por delante, y el occipital por detrás.

Examinando su anatomía, en conjunto el esfenoides se compone de: un cuerpo cúbico; de dos alas menores, anexas a la cara lateral del cuerpo; de dos alas mayores, anexas a sus caras laterales; y de dos apófisis pterigoides, anexas a su cara inferior.

Cuerpo: presenta forma cuboidea, en consecuencia se describen en él seis caras: superior, inferior, anterior, posterior y laterales.

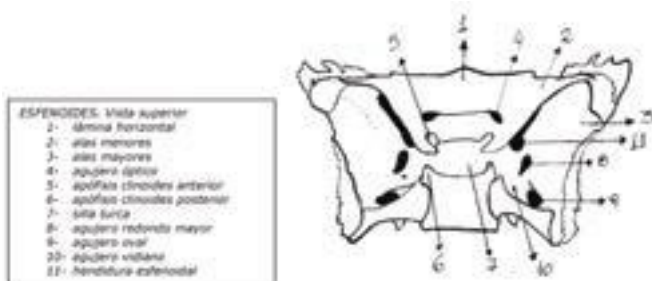
Cara superior: es endocraneal, ofrece en sentido antero-posterior los siguientes elementos:

- una superficie cuadrilátera, el yugum esfenoidal; en la que existen a cada lado de la línea media dos canales anteroposteriores poco profundos, llamados canales olfatorios. Su borde anterior sobresale en el centro, formando una punta la crista cribosa que se une a la apófisis crista galli.
- un canal transversal, el canal óptico, que termina por sus extremos en los agujeros ópticos.
- una excavación profunda, la fosa pituitaria o silla turca, que aloja el cuerpo pituitario o hipófisis.

Por delante, la silla turca está limitada por una eminencia mamelonada, el tubérculo pituitario; por detrás por una lámina ósea, la lámina cuadrilátera del esfenoides. En sus cuatro ángulos existen cuatro eminencias, conocidas como apófisis clinoides; se distinguen dos anteriores, dependencia de las alas menores, y dos posteriores que representan los ángulos libres de la lámina cuadrilátera.

Existe algunas veces, una apófisis clinoides media, intermedia a las descritas, que generalmente existe reducida a un pequeño tubérculo.

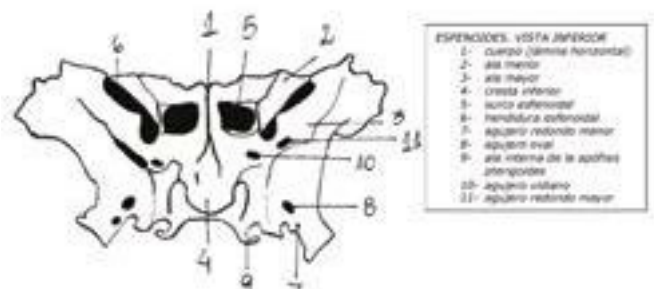
La cara superior del cuerpo presenta un borde superior delgado y cóncavo, la cara anterior lisa y cóncava, correspondiente a la silla turca (compartimiento medio del cráneo), la cara posterior anfractuosa, se continua con la apófisis basilar del occipital (compartimiento posterior del cráneo).



Cara inferior: esta cara posee en la línea media una cresta denominada cresta inferior del esfenoides, la misma se adapta a un canal que expone el vómer. Hacia adelante, cuando la cresta llega a la cara anterior del hueso, hace eminencia en forma de espolón: es el pico o rostrum del esfenoides.

Existen en esta cara dos surcos a describir:

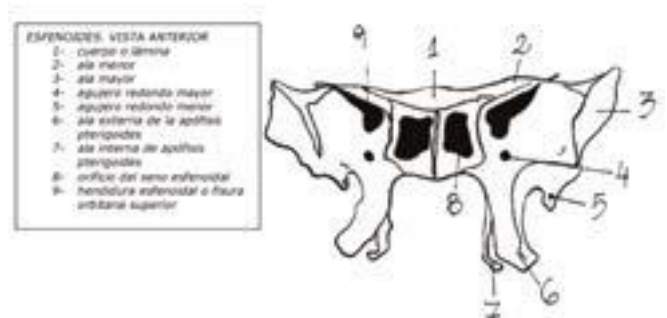
- uno ubicado a ambos lados de la cresta, que aloja al borde de la base del vómer.
- un segundo surco, que se desarrolla en la apófisis pterigoides, implantada en esta cara del esfenoides, el cual coincide con su homólogo ubicado en el palatino, precisamente en su apófisis esfenoidal, de tal modo que ambos constituyen el conducto esfenopalatino.



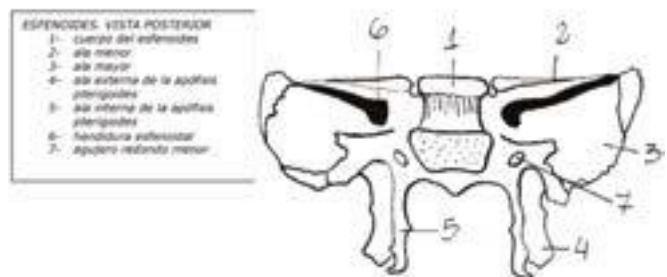
Cara anterior: esta cara se articula con el etmoides. Encontramos en la línea media y de arriba hacia abajo: una lámina horizontal delgada, articulable con la lámina cribosa del etmoides.

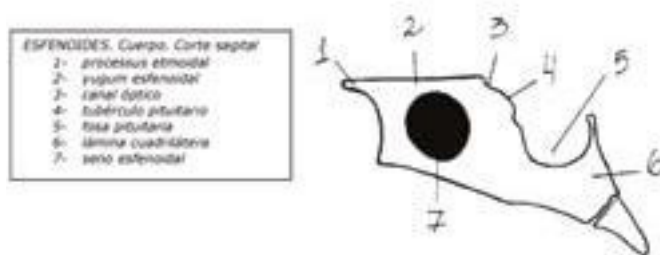
Por debajo, encontramos una cresta medial vertical, la misma se corresponde con la lámina vertical del etmoides, y se une por debajo con la cresta inferior para formar el pico.

A los lados, encontramos un canal vertical que forma la bóveda de las fosas nasales; un orificio irregular que da paso al seno esfenoidal, y una superficie rugosa que debe articularse con las masas laterales del etmoides, esta última superficie posee semiceldillas que se articulan con las etmoidales posteriores.



Cara posterior: orientada hacia abajo y hacia delante; su superficie cuadrilátera y rugosa se suelda con el occipital.





Caras laterales: en estas caras se fijan, hacia arriba y adelante, las alas menores, hacia abajo y hacia atrás, las alas mayores. El espacio comprendido entre la raíz inferior del ala menor y el borde anterior del ala mayor dibuja una hendidura denominada esfenoidal.

A cada lado están separadas de la silla turca por un canal profundo, el canal cavernoso, continuación del conducto carotídeo.

El canal cavernoso descubre dos curvas que le dan forma de S itálica.

Alas menores: se hallan constituidos por dos láminas horizontales, anexas a la parte anterior y superior del cuerpo del esfenoides.

Se originan a partir de dos raíces, una superior y otra posteroinferior, que circunscriben junto al cuerpo del esfenoides el conducto óptico.

Estas apófisis poseen forma triangular, de base interna, y debemos considerar en ella:

dos caras, una superior y otra inferior, dos bordes, uno anterior y otro posterior, un vértice y una base.

- Cara superior: plana, lisa, se continua hacia adelante con el frontal, precisamente con las eminencias orbitarias de su cara cerebral o posterior.
- Cara inferior: de aspecto liso y plano, forma la parte más profunda de la pared superior de la órbita y limita hacia arriba la hendidura esfenoidal.
- Borde anterior: cortado en bisel a expensas de su cara inferior, se articula con el borde posterior del frontal y de la lámina cribosa.
- Borde posterior: ligeramente cóncavo y cortante hacia fuera, se redondea por su parte interna para terminar en una eminencia angulosa, la apófisis clinoides anterior. Posee, además, el surco que describe el recorrido de la arteria oftálmica.
- Vértice: termina en una punta aguda, conocida como apófisis unciforme o xifoide.
- Base: soldada al cuerpo del esfenoides, se halla atravesado por el agujero óptico o conducto óptico.

Alas mayores: a partir de su origen en la porción posterior e inferior del cuerpo del esfenoides, se despliegan hacia fuera y luego hacia arriba. Se describen en ellas dos caras y dos bordes.

Cara endocraneal: cóncava hacia arriba y hacia atrás. Medialmente presenta tres orificios constantes:

- *Agujero redondo mayor:* ubicado por detrás y dentro de la hendidura esfenoidal. Da paso al nervio maxilar

superior y venas emisarias.

- *Agujero oval:* perfora el ala mayor por detrás y por fuera del agujero redondo mayor, permite el paso de la arteria meningea menor, del nervio maxilar inferior y pequeñas venas emisarias.
- *Agujero redondo menor:* situado por detrás y fuera del agujero oval, atravesado por la arteria meninge media y ramos meningeos del nervio maxilar inferior.
- Pueden encontrarse dos orificios inconstantes:
- *Agujero de Vesalio:* de hallarse, se ubica por delante y dentro del agujero oval, pasan por él venas emisarias.
- *Orificio superior del conducto innominado de Arnold:* da paso al nervio petroso menor, se ubica por dentro y por detrás del agujero oval.

Además de los orificios en la cara endocraneal aparecen eminencias irregulares y canales vasculares.

Cara exocraneal: esta cara presenta una cresta vertical denominada malar, que la divide en dos partes o porciones: porción orbitaria y porción temporocigomática.

- *Porción orbitaria:* orientada hacia adentro y adelante, es parte constituyente de la pared externa de la cavidad orbitaria. Es triangular, plana, su base anterior y externa se confunde con la cresta malar, el vértice, posteroexterno, coincide con la extremidad anterior de la raíz del ala mayor. El borde superior limita hacia abajo la hendidura esfenoidal. Su borde inferior limita hacia arriba la hendidura esfenomaxilar.
- *Porción temporocigomática:* está dividida en dos partes por una cresta denominada esfenotemporal; la porción superior o temporal, y la inferior o cigomática. Dicha cresta termina en su extremo anterior en el tubérculo esfenoidal. La porción superior o temporal mira hacia afuera y forma parte de la fosa temporal. La porción inferior o cigomática tiene una orientación horizontal y forma parte de la fosa cigomática, constituyendo su pared superior.

Borde interno: su trayecto permite describir tres segmentos en el: segmento anterior, segmento medio y segmento posterior.

- *Segmento anterior:* corresponde al borde superior de la porción orbitaria de la cara exocraneal, y el labio inferior de la hendidura esfenoidal.
- *Segmento medio:* representa su unión en el cuerpo del esfenoides.
- *Segmento posterior:* orientado hacia fuera y atrás. Limita hacia delante el agujero rasgado anterior, formando su borde anterior, por el resto de su extensión se articula con el hueso peñasco. En su labio inferior se encuentra un semicanal que corresponde a la trompa de Eustaquio. En este segmento posterior hace prominencia una prolongación ósea orientada hacia atrás y hacia afuera, denominada lingula, esta divide el agujero rasgado anterior en forma incompleta en dos porciones.
- *Hendidura esfenoidal:* es una abertura de dirección

oblicua, estrecha hacia fuera, se ensancha en su extremo interno. Permite el paso de los siguientes elementos que poseen como finalidad llegar a estructuras de la cavidad orbitaria. Estos elementos son: el nervio motor ocular común, el nervio motor ocular externo, el nervio patético, el nervio oftálmico y la vena oftálmica.

Borde externo: describe una curva cóncava hacia atrás y arriba, cortada en bisel, se articula en toda su extensión con la escama del temporal.

Ambos bordes interno y externo, se unen hacia adelante por medio de una superficie triangular, rugosa que se articula con el hueso frontal hacia adelante y el ángulo anteroinferior del parietal hacia arriba y hacia atrás.

Los mismos bordes se reúnen hacia atrás, prolongándose hacia abajo con una apófisis vertical llamada espina del esfenoides.

Apófisis pterigoides: las apófisis pterigoides son dos columnas óseas, situadas en la parte inferior del hueso, descenden verticalmente. Son cuadriláteras y en ella se deben considerar: una base, dos alas y una fosa o excavación.

Base: se implanta por medio de dos raíces, una externa y otra interna. La externa, gruesa, se desprende del ala mayor; la raíz interna, pequeña nace de la cara inferior del cuerpo. Está atravesada por un conducto horizontal, extendido desde el agujero rasgado anterior hasta el fondo de la fosa pterigomaxilar. Las dos raíces se prolongan por dos hojas, que se sueldan por delante, permaneciendo aisladas por detrás. Son las alas internas y externas de la apófisis.

Ala interna: se caracteriza por ser estrecha, cuadrilátera, cóncava hacia adentro, vertical, extendida desde la base del cráneo hasta la bóveda palatina. Por su cara medial integra la pared externa de las fosas nasales. La cara externa forma por dentro, la excavación pterigoidea; esta cara presenta en su parte superior una fosa oval, fusiforme, la fosa escafoide; por dentro de esta depresión se distingue una laminilla ósea, el proceso vaginal. Su borde anterior se fusiona con el borde anterior del alaexterna. Su extremo inferior presenta un gancho orientado hacia atrás y hacia afuera.

Ala externa: externa y ancha, cuadrilátera, se inclina hacia afuera. Los bordes anteriores de las dos alas se reúnen y forman en la apófisis pterigoides una verdadera cara anterior. En su parte inferior la cara se escota, las dos alas recobran aquí su individualidad. Esta escotadura se articula con la apófisis piramidal del palatino.

Fosa pterigoidea: constituye una excavación profunda comprendida entre las dos alas.

Configuración interna: el esfenoides prácticamente se halla constituido por tejido compacto; el tejido esponjoso se halla únicamente en la parte posterior del cuerpo y la base de la apófisis pterigoides, así como en las porciones más gruesas

del ala mayor y borde posterior del ala menor.

Los senos esfenoidales, en número de dos, se hallan en el cuerpo, por debajo de la silla turca, separados por un tabique medial. Pueden existir tabiques secundarios que los subdividen en cavidades irregulares. Se abren en el meato superior de las fosas nasales.

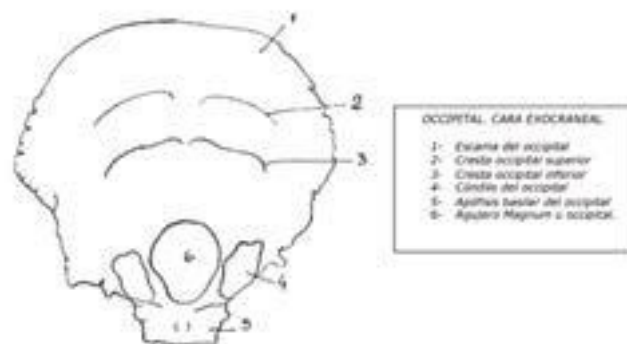
Occipital

El occipital es un hueso impar, medio y simétrico, que ocupa la parte posterior, inferior y media del cráneo.

Forma parte de la base y bóveda craneal. Descansa sobre la primera vértebra cervical o atlas.

Es cóncavo hacia arriba y adentro, y convexo hacia abajo y atrás.

Posee forma romboidal. Se consideran en él dos caras: una posteroinferior o exocraneal y otra anterosuperior o endocraneal, cuatro bordes, dos superiores o parietales y dos inferiores o temporales y cuatro ángulos, uno superior, otro inferior y dos laterales.



Cara exocraneal o posteroinferior: su inspección general nos advierte la presencia de un vasto orificio llamado agujero occipital o foramen mágnun, de forma oval, con un diámetro anteroposterior de 35 mm y transversal de 30 mm.

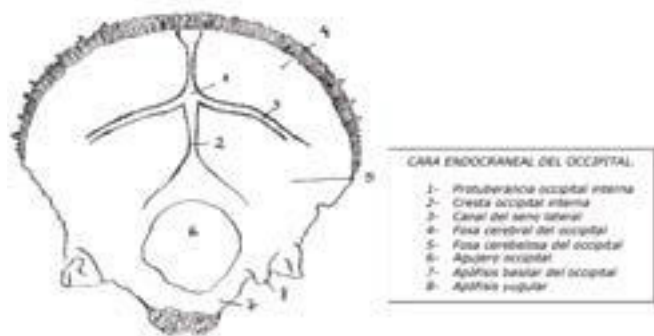
Pone en comunicación la cavidad craneal con el conducto vertebral; dando paso al bulbo y sus envolturas, a los nervios espinales, a las raíces ascendentes del hipogloso mayor y los vasos vertebrales.

El plano del orificio occipital se acerca a la horizontal, característica de los bípedos.

Se distinguen en esta cara cuatro partes que caracterizan las relaciones con el agujero occipital: una anterior, llamada cuerpo o apófisis basilar, dos laterales o masas laterales y una posterior, la escama del occipital.

- **Cuerpo o apófisis basilar:** cuadrilátera, más extendida longitudinalmente, de dirección oblicua dirigida hacia arriba y de atrás a adelante. Presenta en la línea media, un tubérculo denominado faríngeo, que se transforma en apófisis. La porción de la apófisis basilar ubicada por delante del tubérculo faríngeo corresponde a la bóveda faríngea; la misma presenta en la línea media una depresión denominada fosa navicular, en el fondo de ella puede desarrollarse una depresión llamada fosa faríngea. A cada lado de la línea media está recorrida por dos crestas curvas a saber: una anterior o cresta sinostósica y otra posterior o muscular.

- *Masas laterales:* se destaca en ellas, una eminencia articular, convexa, elíptica, es el cóndilo del occipital; ubicado a cada lado del foramen magnum, en su mitad anterior. El cóndilo está estrechado en su parte media, por delante y fuera de él se observa una depresión llamada fosita condílea anterior, en el fondo de la cual se abre el conducto condíleo anterior, el cual permite el paso de la arteria meníngea posterior y el nervio hipogloso mayor. Por detrás del cóndilo se desarrolla la fosa condílea posterior, en la cual se origina el conducto condíleo posterior, el mismo es incostante, y da paso a una arteria rama de la meníngea posterior.
- *Escama del occipital:* ancha, aplanada, romboidal. En la línea media se observa una protuberancia rugosa, la protuberancia occipital externa o inión. De la misma, parte la cresta occipital externa que se extiende hasta el borde del foramen magnum. A los lados de la línea media se reconocen dos crestas curvas, transversales, cóncavas o líneas nuchales superior e inferior. La cresta superior se extiende hasta la protuberancia occipital externa, y la inferior se detiene en la cresta occipital, en la zona media de la misma.



Cara endocraneal o anterosuperior: esta cara está en relación con la masa encefálica. Presenta por delante del agujero occipital, un canal inclinado hacia abajo y hacia atrás, es el canal basilar. Este canal aloja a la protuberancia anular y el bulbo raquídeo.

A los lados del agujero magnum se hallan los orificios condíleos anterior y posterior.

Por detrás del agujero occipital encontramos cuatro fosas denominadas: fosas cerebelosas o inferiores y fosas cerebrales o superiores.

Los límites de separación de estas fosas están marcados por crestas y canales; cuyo punto de reunión es la parte media, constituyendo la protuberancia occipital interna. Las dos fosas cerebelosas están separadas entre sí por una cresta media, la cresta occipital interna, que se extiende desde la protuberancia occipital al agujero occipital; da inserción a la hoz del cerebro.

Ambas fosas cerebrales están separadas entre sí por un canal medio, profundo, sagital, que aloja al seno longitudinal superior.

Cada fosa cerebral está separada de la fosa cerebelosa por un canal transversal que aloja la primera porción del seno lateral; llamado canal lateral.

Bordes:

Bordes parietales:

- Oblicuos hacia abajo y hacia afuera; rectilíneos.
- Están provistos de dientes que engranan con el parietal, para constituir la sutura lambdoidea. Su dirección puede interrumpirse por la presencia de huesos wormianos.

Bordes temporales:

- Dirigida oblicuamente hacia abajo y adentro.
- Están divididos por la apófisis yugular en dos partes casi iguales. La apófisis yugular, limita hacia adelante el canal lateral, y presenta hacia afuera una carilla articular para una eminencia homóloga que expone el hueso temporal en su porción petrosa.
- La porción del borde situado por detrás de la apófisis yugular, dentado escasamente, se articula con la porción mastoidea del temporal.
- La porción del borde que se ubica por delante de la apófisis, ofrece una escotadura de borde liso, interrumpida en su parte media por una pequeña espina; que contribuye en un cráneo articulado a formar el agujero rasgado posterior. A continuación de la escotadura, el borde presenta una superficie rugosa; de forma triangular con el vértice del peñasco.

Ángulos:

- *Ángulo superior:* agudo, dentado; se aloja en el ángulo entrante, que forman los parietales. Puede ser reemplazado por un hueso wormiano.
- *Ángulo inferior:* grueso y truncado; se articula con el cuerpo del esfenoides. A este nivel ambos huesos, occipital y esfenoides se sueldan prematuramente.
- *Ángulos laterales:* obtuso y dentados, miran hacia fuera y corresponden al punto de unión del parietal con el temporal.

Configuración interna:

El occipital está constituido por dos capas de hueso compacto que presionan una capa de tejido esponjoso. Esta última falta a nivel de las fosas occipitales.

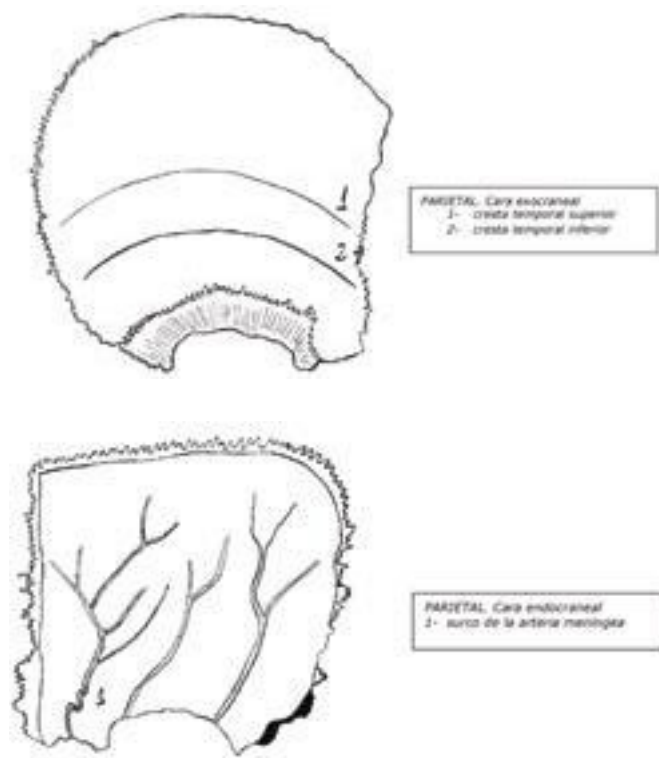
El tejido esponjoso es grueso en: bordes, protuberancia externa e interna, cóndilos, contorno del agujero occipital y la apófisis basilar, aquí es posible que se desarrollen verdaderas cavidades o senos basilares en comunicación hacia adelante con los esfenoidales.

Parietal

Forma la mayor parte de las paredes del cráneo, se halla situado encima del temporal, detrás del frontal y delante del occipital; a cada lado de la línea media.

De forma cuadrilátera, presenta: dos caras (externa e interna), cuatro bordes (superior, inferior, anterior y posterior), cuatro ángulos (anterosuperior, anteroinferior, posterosuperior y posteroinferior).

Cara externa: Exocraneal, convexa, ofrece en el centro una eminencia redonda, la eminencia parietal. Por debajo se encuentran dos líneas curvas semilunares de concavidad inferior, denominadas, líneas curvas temporales superiores e inferiores.



Cara interna: Endocraneal, cóncava, en el centro existe una depresión, la fosa parietal.

Se encuentra un sistema de canales ramificados, que se han comparados con las nervaduras de una hoja de higuera. El canal principal, que da origen a las ramas restantes, nace del ángulo anteroinferior del parietal; desde aquí se dirige hacia arriba y atrás. Estos canales pueden transformarse en conductos; alojan el recorrido de los vasos menígeos medios.

Se halla sembrada de digitaciones y eminencias mamilares, que corresponden a las circunvoluciones del cerebro.

Presenta cerca de su borde superior, una serie de depresiones o fositas, en relación con cuerpos irregulares, granulosos, que se desarrollan en las meninges, denominados corpúsculos de Pacchioni. Dichas fositas reciben el nombre de fositas de Pacchioni.

Bordes:

Borde superior: este borde, en un cráneo articulado corresponde a la línea media. Es grueso y dentado, se articula con el lado opuesto para formar la sutura sagital. Se halla excavado en su cara interna por un canal medio, que forma el canal longitudinal superior. Cerca de este borde, a 2 o 3 cm del ángulo posterosuperior, existe un orificio denominado agujero parietal. Frente al agujero parietal, las dentaduras son poco marca-

das, esta parte casi rectilínea de la sutura se denomina obelión.

Borde inferior: este borde cóncavo, delgado, cortante, biselado, a expensas de su lámina externa, se articula con la escama del temporal.

Borde anterior: dentado, se articula con el frontal, biselado a expensas de su lámina externa en su tercio superior y de su lámina interna en su tercio inferior.

Borde posterior: profundamente dentado, se articula con el occipital para formar la sutura lambdoidea.

Ángulos:

- **Ángulo anterosuperior:** es recto, se articula por delante con el frontal y hacia adentro con el parietal contralateral.
- **Ángulo anteroinferior:** delgado, agudo y prolongado, se articula con el ala mayor del esfenoides.
- **Ángulo posterosuperior:** obtuso, se articula con el occipital y el parietal del lado opuesto.
- **Ángulo posteroinferior:** truncado o bien escotado, se aloja en el ángulo entrante formado por la mastoide del temporal con la escama del mismo hueso. Por su cara endocraneal se observa un fragmento del canal del seno lateral.

Configuración interna:

Esta constituido por dos placas de hueso compacto, con una capa intermedia de hueso esponjoso o diploe, que puede ser continua o puede poseer una distribución en forma de islotes irregulares, siendo más importante su grosor en la parte superior.

Temporal

Es un hueso par, ocupa cada lado de la caja craneal, contiene en su espesor a los órganos esenciales de la audición. Forma parte de la base y de la bóveda craneal.

Morfológicamente, difiere según las edades. En el adulto es posible distinguir las siguientes porciones: porción escamosa o concha, porción petrosa o peñasco y la porción mastoidea.

1. Peñasco: Es la porción más compleja del hueso, dadas sus conexiones, conductos y cavidades.

- Posee forma de pirámide cuadrangular, con dos caras superiores o endocraneales y dos caras inferiores o exocraneales.
- Su eje es oblicuo hacia adentro y adelante.

Caras:

Cara anterosuperior: mira hacia delante y arriba. Esta cara ofrece para su descripción:

- hacia adentro, una fosa oval que aloja al ganglio de Gasser, la fosita gasseriana.
- en la unión del tercio medio con el tercio externo, se evidencia la eminencia arcuata; determinada por el conducto semicircular superior.

- entre la fosita gasseriana y la eminencia arcuata, se hallan orificios como: el hiato de Falopio que da paso al conducto del mismo nombre, y los hiatos accesorios, que dan paso al nervio petroso superficial mayor, el nervio petroso superficial menor y los ramos procedentes del nervio de Jacobson (ramo del glossofaríngeo).
- por delante de la eminencia arcuata se halla una delgada lámina ósea, que forma el techo de la caja del tímpano, el tegmen tympani.

Cara posterosuperior: en la extremidad interna se observa el canal del seno petroso inferior.

En la unión del tercio interno con el medio, se ubica un orificio de forma oval, el orificio del conducto auditivo interno, este da paso al nervio facial, auditivo e intermediario de Wrisberg.

Por fuera y por encima del conducto auditivo interno se halla una depresión, la fosa subarcuata, que permite en el recién nacido el paso de vasos y duramadre.

Hacia afuera del conducto auditivo interno se halla una hendidura que da paso al acueducto del vestíbulo.

Completamente por fuera se halla un ancho canal correspondiente al seno lateral, de dirección vertical en este sector.

Cara anteroinferior: no es completamente visible, su parte interna forma el lecho que aloja la trompa de Eustaquio.

La porción oculta comprende:

- una zona externa o periférica que se adhiere a la escama.
- una zona central que se continúa con el tegmen tympani.

La cara anteroinferior presenta en su tercio externo y posterior una lámina delgada ósea, que constituye la pared anterior del conducto auditivo externo; formando parte de la cavidad glenoidea, precisamente su porción no articular, ubicada por detrás de una cisura, denominada cisura de Glaser. Está lámina ósea, desprende una prolongación que abraza la apófisis estiloides llamada apófisis vaginal.

Hacia adelante y adentro de la cavidad glenoidea se desarrolla la apófisis tubárica que forma la porción ósea de la trompa, por delante de la misma se hallan presentes los orificios de los conductos del músculo del martillo y el conducto óseo de la trompa por debajo.

Por adelante y por dentro de estos orificios, existe un canal que forma con su homónimo ubicado en el ala mayor del esfenoides, un canal más ancho, esfenopetroso o tubárico que corresponde a la trompa de Eustaquio.

Cara posteroinferior: esta cara nos presenta los siguientes accidentes:

- hacia atrás, la apófisis estiloides.
- por detrás de la apófisis estiloides, el orificio estilomastoideo, por el mismo se hace exocraneal el nervio facial.
- por detrás y por dentro del orificio estilomastoideo se halla la carilla yugular, la cual se articula con la apófisis yugular del occipital.
- por delante de la carilla yugular se halla la fosa yugular
- por delante de la fosa yugular se ubica el orificio infe-

rior del conducto carotídeo.

- entre la fosa yugular y el orificio carotídeo inferior se halla el orificio inferior del conducto timpánico o de Jacobson.

Bordes:

Borde superior: separa ambas caras superiores, ligeramente descendente de afuera hacia adentro; presenta:

- surco para el nervio motor ocular externo.
- depresión para los troncos del nervio trigémino
- una cresta que presta inserción a la tienda del cerebelo
- canal del surco petroso superior.

Borde inferior: este borde separa las dos caras, anteroinferior y posteroinferior. Es cortante y muy marcado hacia atrás; apenas se distingue hacia delante donde forma el límite interno del conducto tubárico.

Borde anterior: forma el límite entre la cara anteroinferior y la anterosuperior, parte de su trayecto corresponde a la cisura petroescamosa. Por delante está separado de la escama por un ángulo entrante en el cual penetra la extremidad posterior del ala mayor del esfenoides. Este borde se separa del ala mayor hacia adelante por el agujero rasgado anterior.

Borde posterior: forma el límite entre las caras posteroinferior y la posterosuperior.

Presenta de atrás hacia adelante: la carilla yugular y la escotadura que completa junto al occipital el agujero rasgado posterior. La escotadura del agujero rasgado posterior está interrumpida por la espina yugular del temporal, que lo divide en dos porciones, una posterior o venosa, que corresponde a la vena yugular interna, y otra anterior o nerviosa que corresponde a los nervios glossofaríngeo, neumogástrico y espinal.

Por delante del agujero rasgado posterior este borde se une al occipital por medio de un fibrocartilago, relacionándose con el seno petroso inferior y el petrooccipital.

Base: La base se confunde con la región mastoidea. Esta representada en su cara exocraneal por el orificio del conducto auditivo externo. Este orificio es elíptico, su eje mayor se dirige de arriba hacia abajo. Está formado por la escama hacia arriba y el hueso timpanal (petrotimpánico) hacia adelante, abajo y atrás.

Vértice: Es truncado e irregular. Presenta al orificio carotídeo. Se corresponde con el ángulo formado por el cuerpo del esfenoides y el ala mayor del mismo hueso.

2. Porción escamosa o escama:

Se trata de una lámina ósea semicircular, en la cual se pueden describir dos caras, endocraneal y exocraneal, y un borde circunferencial.

Cara exocraneal: La presencia de la apófisis cigomática en

ella, la divide en dos segmentos: superior o temporal e inferior o basilar.

La parte superior o temporal es una superficie ósea lisa y convexa. Presenta un canal desarrollado por el trayecto que describe la arteria temporal profunda media.

La parte inferior o basilar constituye la base del cráneo y presenta los siguientes elementos:

- cóndilo del temporal o raíz transversa.
- por detrás del cóndilo una depresión elíptica, la cavidad glenoidea, en cuyo fondo transita la cisura de Glaser que la divide en un segmento anterior articular y un segmento posterior no articular.
- los tubérculos cigomáticos anterior y posterior.
- por delante del cóndilo, una superficie plana subtemporal.

Apófisis cigomática:

Comprende dos segmentos, uno transversal o base, y otro anterior o apófisis cigomática anterior.

Segmento basal o transversal: orientado hacia adentro y abajo. Posee una cara superior excavada en canal y una cara inferior de la que se desprenden dos raíces:

- **Raíz longitudinal:** orientada hacia atrás y arriba, para continuarse con la cresta temporal inferior del parietal. Presenta un abultamiento hacia adelante del conducto auditivo externo llamado tubérculo cigomático posterior.
- **Raíz transversa o cóndilo del temporal:** convexa en sentido anteroposterior, se articula con la mandíbula.

Segmento anterior o apófisis cigomática anterior propiamente dicha: presenta para su descripción:

- **Cara externa:** convexa, saliente.
- **Cara interna:** cóncava.
- **Borde superior:** estrecho.
- **Borde inferior:** grueso y rugoso.
- **Extremidad anterior:** tallada en bisel para articularse con el malar.

Cara endocraneal: La superficie de esta cara es irregular por la presencia de depresiones determinadas por las circunvoluciones cerebrales y los surcos que excavan las ramas de la arteria meningea media.

Borde de la escama: Posee un segmento adherente y otro libre. La parte adherente, hacia atrás, se confunde con la porción mastoidea y hacia adelante se continúa con la cisura petroescamosa y la cisura de Glaser.

La parte libre describe los dos tercios de una circunferencia. Se extiende desde el vértice del ángulo comprendido entre la escama y la parte anterior del peñasco hasta el vértice del ángulo que separa la escama de la mastoides. Esta tallada en bisel, se articula hacia arriba y atrás con el parietal y hacia adelante y abajo con el ala mayor del esfenoides.

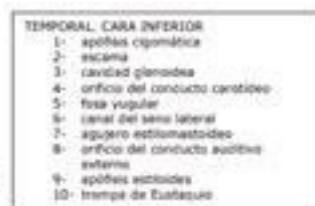
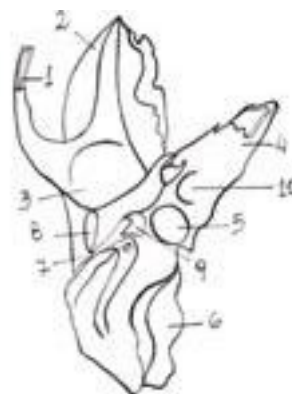
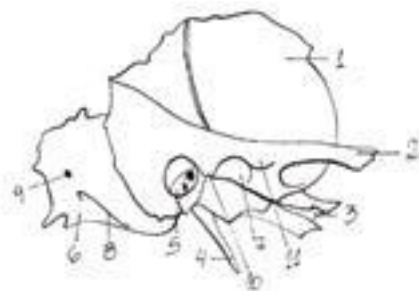
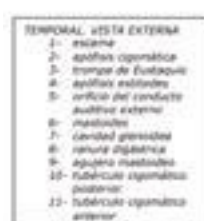
3. Porción mastoidea:

Ocupa la región posterior e inferior del hueso, por detrás del conducto auditivo externo. Se distingue en ella:

- **Cara exocraneal:** presenta rugosidades atrás y abajo,

para prestar inserciones musculares. En la cercanía de su borde posterior presenta el orificio mastoideo. La porción inferior se continua hacia abajo por medio de una apófisis cónica, la apófisis mastoidea. Su cara interna presenta un surco anteroposterior o ranura digástrica.

- **Cara endocraneal:** es una superficie lisa, participa en la constitución del piso posterior de la cavidad endocraneana. Se talla en ella el segmento descendente del seno lateral.
- **Borde circunferencial:** posee un segmento adherente que se confunde con la escama y el peñasco y un segmento libre articular para el parietal hacia arriba y el occipital hacia atrás.



Construcción General del Cráneo

Consideraciones Generales

A- Conformación exterior.

B- Conformación interior.

C- Constitución anatómica.

D- Desarrollo. Fontanelas.

El cráneo en su conjunto constituye el continente que protege a estructuras encefálicas. Situado en la región posterior y superior de la cabeza, se halla constituido por piezas óseas articuladas entre sí.

A. Conformación exterior

El cráneo, en general, posee la forma de un ovoide, de eje mayor anteroposterior, que se ensancha progresivamente hacia atrás.

Si trazamos una línea imaginaria que recorra de atrás hacia delante la protuberancia occipital externa, la arcada cigomática y el arco superciliar, es posible dividirla en dos regiones, a saber:

1. *Superior o bóveda*
2. *Inferior o base*

1. Bóveda

Conformación exterior

La bóveda forma la mayor parte del ovoide craneal. Su exploración es posible dado que es una estructura superficial cubierta por aponeurosis y cuero cabelludo en casi toda su extensión, excepto en la región lateral que se halla ocupada por los músculos temporales.

Regularmente convexa, se distinguen a ambos lados las eminencias parietales, y hacia atrás el inión o protuberancia occipital externa, reconocible a través de la palpación.

La porción inferior de las caras laterales de la bóveda se aplanan para constituir la fosa temporal.

Constitución anatómica

La bóveda se halla formada por el frontal, los dos parietales, la escama de los temporales y la parte superior del occipital. Estos huesos uniéndose los unos con los otros originan suturas de trayectos sinuosos.

En la línea media de adelante hacia atrás encontramos:

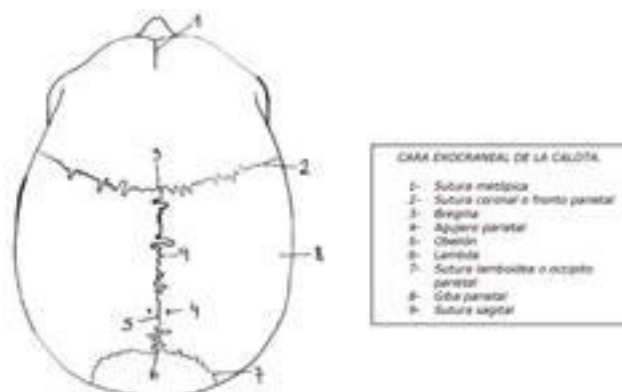
1. La sutura metópica o mediofrontal, que separa los dos frontales del feto y del recién nacido. La misma desaparece poco después del nacimiento, de tal modo que en el adulto existe un solo frontal, aunque puede persistir esta sutura a modo de vestigio.
2. La sutura biparietal o sagital, con el agujero parietal situado en las cercanías de esta sutura; a este nivel, la línea de sutura se rectifica adoptando el nombre de obelión.

A los lados presenta:

1. Por delante la sutura frontoparietal o coronal. La intersección en que se unen la sutura metópica y sagital con la coronal constituye el bregma.
2. Hacia atrás la sutura parietooccipital o lamboidea. El punto de unión de esta sutura con la sutura sagital se llama lambda.

En la fosa temporal hallamos:

1. Por delante, las suturas que unen el ala mayor del esfenoides con el frontal, parietal y escama del temporal. El conjunto de estas suturas, denominado pterión, puede adquirir la forma de la letra K, y más a menudo la de la H en vertical u horizontal.
2. Hacia atrás las diferentes suturas que unen occipital, parietal y mastoides forman, al unirse, el asterión.



La región temporal se halla limitada hacia arriba y atrás por una línea curva, muy visible que empieza por delante en la apófisis orbitaria externa y termina por detrás en el asterión, esta curva recibe el nombre de línea curva temporal.

Existen dos líneas temporales una superior y otra inferior; ambas se confunden hacia delante cerca de la sutura coronal y se separan hacia atrás en inmediaciones de la mastoides.

Hacia abajo y adelante presenta una abertura oval, antero-posterior, que pone esta región en comunicación con la fosa cigomática. Esta abertura está limitada por: la cresta esfenotemporal hacia adentro, la apófisis cigomática y el hueso malar hacia fuera, la cara interna del hueso malar hacia delante y la raíz transversa de la apófisis cigomática hacia tras.

2. Base

La base de cráneo está circunscripta a cada lado por una línea curva que une de adelante hacia atrás:

- la apófisis orbitaria externa del frontal.
- el tubérculo cigomático.
- la apófisis mastoides.

Sobre esta línea curva encontramos:

- arcos orbitarios.
- ala mayor del esfenoides.
- la cresta esfenotemporal.
- la raíz longitudinal de la apófisis cigomática.
- la línea curva occipital superior, que nos conduce hasta la protuberancia occipital externa.

El área de la base es muy irregular y extensa, es posible dividirla en regiones para facilitar su estudio. Para ello se pueden trazar dos líneas imaginarias:

- una línea transversal que se extiende desde un tubérculo cigomático a otro (línea bicigomática).
- otra línea transversal que una ambas apófisis mastoides (línea bimastoidea).

Estas líneas permiten dividir a la base del cráneo en tres porciones:

1. Porción anterior o zona facial, delante de la línea bicigomática
2. Porción media o zona yugular, entre ambas líneas
3. Porción posterior o zona occipital, por detrás de la línea bimastoidea

1. Porción facial o anterior: constituida por el frontal, esfenoides y etmoides.

En la línea media encontramos de atrás hacia adelante:

- espina nasal del frontal
- lámina perpendicular del etmoides
- cresta esfenoidal inferior

A los lados encontramos:

- Lámina cribosa del etmoides y cuerpo del esfenoides que forman un canal que corresponde al techo de las fosas nasales en la línea media.
- Por fuera encontramos la cara inferior de las masas laterales del etmoides y la mitad superior de la órbita, formada por los huesos de la cara.
- Por detrás de la órbita y por fuera de la apófisis pterigoides encontramos la superficie esfenocigomática del ala mayor del esfenoides.

En la zona facial se abren los siguientes agujeros y conductos:

- agujeros olfatorios
- hendidura etmoidal
- agujero etmoidal
- conductos etmoidales
- agujero óptico
- hendidura esfenoidal
- orificio del surco esfenoidal

2. Zona yugular: en ella encontramos:

En la línea media:

- la apófisis basilar del occipital (con el tubérculo faríngeo y fosa navicular).

A los lados: se desarrollan dos cuadriláteros regulares formados por la escama del temporal, el ala mayor del esfenoides, la cara inferior del peñasco y la porción precondílea del occipital. Cada cuadrilátero posee cuatro eminencias óseas que limitan los cuatro ángulos de esta figura:

- tubérculo cigomático
- apófisis pterigoides
- cóndilo del occipital
- apófisis mastoides

En esta zona encontramos:

- la apófisis estiloides
- apófisis vaginal
- espina del esfenoides
- conducto auditivo externo
- cavidad glenoidea temporal
- agujero redondo menor
- agujero oval
- agujero estilomastoideo
- agujero rasgado posterior y anterior
- conducto carotídeo
- conducto de Jacobson
- acueducto del caracol
- agujero condíleo anterior
- conducto vidiano

3. Zona occipital: está enteramente formada por el occipital.

Encontramos a cada lado de la línea media:

- el cóndilo del occipital
- apófisis yugular
- apófisis mastoides

En la línea media encontramos:

- el agujero occipital
- la protuberancia occipital externa
- la cresta occipital externa (une las dos eminencias anteriores)

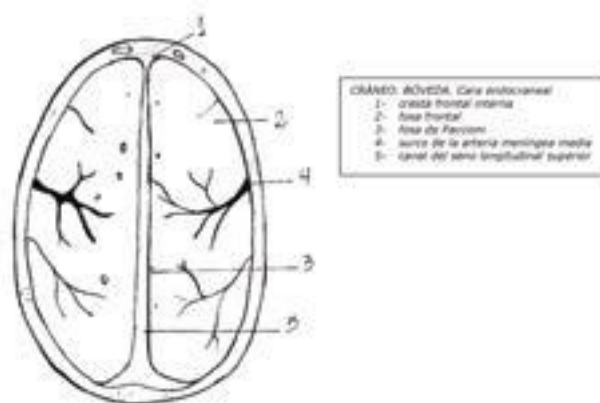
De la protuberancia occipital externa parte hacia afuera la línea curva occipital inferior.

De la parte anterior de la cresta nace el reborde posterior del agujero occipital.

B. Conformación interna

Aquí también dividiremos al ovoide craneal en dos regiones:

1. Bóveda o región superior
2. Base o región inferior



1. Bóveda

La cara endocraneal nos presenta sucesivamente:

En la línea media, de adelante hacia atrás:

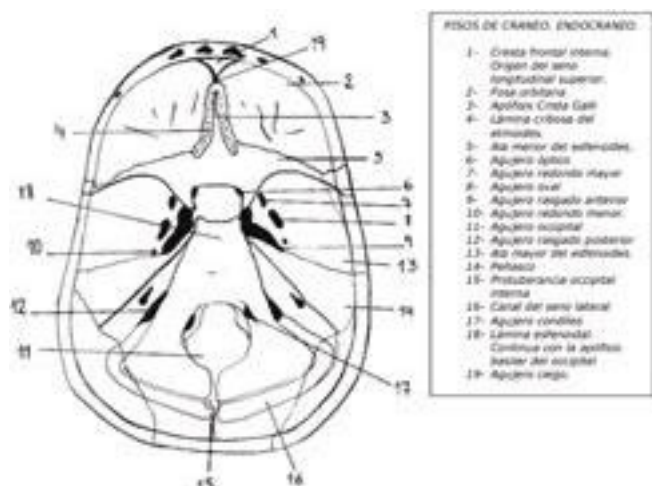
- cresta frontal
- canal del seno longitudinal superior
- protuberancia occipital interna

A los lados encontramos, de adelante hacia atrás:

- fosas frontales
- sutura frontoparietal
- fosa parietal
- sutura parietooccipital
- fosa cerebral del occipital

A los lados de la sutura sagital encontramos:

- agujero parietal
- depresiones, en número variable denominadas fositas de Paccioni surcos determinados por el recorrido de la arteria meníngica media.



2. Base

La base de cráneo o piso, en general se dispone formando un plano inclinado hacia atrás y hacia abajo.

Posee un aspecto irregular, atravesada por agujeros y cruzada por múltiples eminencias.

Para su descripción se la divide en tres planos o pisos:

1. Piso anterior o zona anterior
2. Piso medio o zona media
3. Piso posterior o zona posterior

1. Piso anterior

Se halla limitado por: hacia delante, el plano que separa la bóveda de la base craneal; hacia atrás, por el borde posterior del ala menor del esfenoides (a los lados) y el canal óptico (en la línea media).

Está constituido por:

- cara posterior del frontal
- lámina cribosa del etmoides
- cara superior del esfenoides; en la línea media
- eminencias orbitarias y
- alas menores del esfenoides; hacia los lados

En este piso encontramos:

En la línea media, en sentido anteroposterior:

- cresta frontal
- agujero ciego
- apófisis crista galli
- canal óptico
- agujero óptico

A los lados, encontramos:

- canales olfatorios
- agujeros olfatorios
- hendidura etmoidal
- agujero etmoidal
- surco etmoidal
- sutura frontoetmoidal
- eminencias orbitarias
- sutura frontoesfenoidal

2. Piso medio

El límite anterior está dado por el canal óptico y el borde

posterior del ala menor del esfenoides.

Hacia atrás el límite lo establecen el borde superior de la lámina cuadrilátera del esfenoides (en el centro) y el borde superior del peñasco (a los lados).

En la formación de este piso intervienen:

- cuerpo del esfenoides
- ala mayor del esfenoides
- escama del temporal
- cara anterior del peñasco

En la zona media encontramos:

- silla turca o fosa pituitaria
- lámina cuadrilátera del esfenoides
- canal cavernoso
- apófisis clinoides anteriores y posteriores

A los lados encontramos las fosas esfenotemporales, en ellas hemos de considerar nueve orificios:

- hendidura esfenoidal
- agujero redondo mayor
- agujero oval
- agujero redondo menor
- conducto innominado de Arnold (inconstante)
- agujero de Vesalio (inconstante)
- hiato de Falopio
- agujero rasgado anterior
- orificio interno del conducto carotídeo

3. Piso posterior

Está limitado hacia atrás por el límite convencional que separa la base de la bóveda craneal, hacia delante se halla limitado por el borde superior de la lámina cuadrilátera y el borde superior del peñasco.

Está constituido por:

- vertiente posterior de la lámina cuadrilátera del esfenoides,
- cara posterior y superior del peñasco
- cara interna del occipital, exceptuando las fosas cerebrales que forman parte de la bóveda craneal.

Presenta una única sutura, la sutura temporooccipital, ya que la sutura esenooccipital tiende a desaparecer en el cráneo adulto.

En esta zona craneal encontramos:

En la línea media, en sentido anteroposterior:

- canal basilar
- agujero occipital
- cresta occipital interna
- protuberancia occipital interna

A los lados encontramos:

- las fosas cerebelosas
- el canal petroso superior (borde superior del peñasco)
- conducto auditivo interno
- acueducto del vestíbulo
- agujero condíleo anterior
- agujero condíleo posterior
- canal lateral (determinado por el recorrido del seno lateral)

- agujero mastoideo
- canal petroso inferior
- agujero rasgado posterior

C. Constitución anatómica

El esqueleto craneal, cubierto exteriormente por un periostio delgado, está tapizado en su cara interna por duramadre que oficia de un verdadero periostio.

Los huesos craneales están constituidos por dos láminas de tejido compacto, la lámina o tabla interna y la lámina o tabla externa; entre las cuales se interpone una capa de tejido esponjoso llamado diploe que es variable en toda su extensión.

La lámina interna o vítrea, al poseer sus curvas un radio menor se comporta como un hueso frágil en los traumatismos, dado que la ruptura ante un trauma comienza por las fibras sometidas a mayor incurvación.

El diploe es rico en vasos, su espesor varía según las regiones, por ejemplo desaparece en la porción escamosa del temporal. En general, puede afirmarse que el espesor aumenta en la línea media desde el frontal al inión (protuberancia occipital), disminuye hacia los laterales.

El cráneo está irrigado por las arterias que irrigan el cuero cabelludo (ramas de la carótida externa) y por las arterias meníngeas, fundamentalmente la meníngea media (ramo arterial procedente de la arteria maxilar interna).

Las venas situadas en el espesor del cráneo, denominadas venas diploicas, se anastomosan con venas extracraneales y drenan principalmente en el seno longitudinal superior y en el seno lateral.

D. Desarrollo. Fontanelas.

El cráneo es primitivamente membranoso, su mitad inferior se transforma en cartilago, mientras su parte superior queda en estado de simple membrana.

La osificación se produce en el seno del tejido cartilaginoso para la base y en el interior del tejido fibroso para la bóveda. En ésta la osificación se hace, en cada uno de los huesos de cráneo, desde el centro hacia la periferia, y como en la época del nacimiento no está terminada, resulta que en el recién nacido falta en la periferia de los diversos huesos, es decir, allí donde convergen los unos con los otros.

Estos espacios membranosos no osificados son las FONTANELAS. Gracias al ligero cabalgamiento que sufren los huesos de la bóveda, es posible que la cabeza fetal atraviese el conducto pelviano en el momento del parto.

Pudiendo las fontanelas percibirse con el dedo por medio del tacto vaginal, constituyen una excelente señal para diagnosticar la posición de la cabeza del feto en la excavación.

Las fontanelas se dividen en dos grupos:

1. Fontanelas medias
2. Fontanelas laterales

1. Fontanelas medias

En número de dos, se distinguen en anterior y posterior.

La fontanela anterior o bregmática, es la mayor, corresponde a la unión de las frontales y parietales. De forma romboidal, de eje mayor anteroposterior de 4 a 5 cm y 2,5 a 4 cm de ancho.

Se cierra entre los 12 y 18 meses.

La fontanela posterior o lambdoidea, está situada en el punto de convergencia del occipital y los dos parietales, es pequeña y de forma triangular. Se cierra entre los 2 y 3 meses.

2. Fontanelas laterales

Las fontanelas laterales, menos importantes que las precedentes, son en número de cuatro, dos a cada lado. De las dos fontanelas, una es anterior y corresponde al pterión, es decir, al punto de unión del frontal, parietal y temporal y ala mayor del esfenoides, es la fontanela pterica. La otra posterior, está situada en el asterion, entre el parietal, occipital y la porción mastoidea del temporal, es la fontanela astérica.

Además de las fontanelas normales, existen otras en la línea media, denominadas anormales o supernumerarias. Ellas son:

- fontanela sagital, entre ambos parietales a nivel del obelion
- fontanela nasofrontal o glabellar, entre ambos huesos propios de la nariz y el frontal.
- fontanela metópica, situada en el cuarto inferior del frontal.
- fontanela cerebelosa, ubicada en la base de la escama del occipital.

Terminología. Antropología

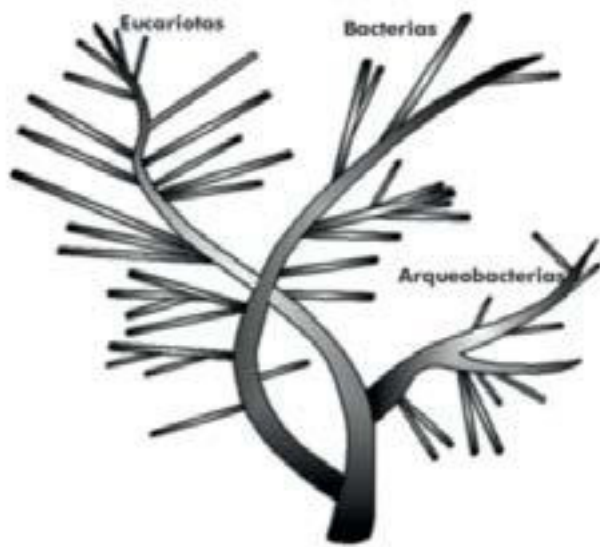
- *Punto mentoniano*: punto más anterior e inferior de la mandíbula.
- *Punto alveolar*: punto más anterior y declive del borde alveolar superior.
- *Punto espinal*: ocupa en centro de la espina nasal anterior.
- *Nasión*: situado en la raíz de la nariz sobre la sutura nasofrontal.
- *Glabella*: abultamiento entre dos crestas superciliares.
- *Ofrion*: (ceja) situado en la mitad del diámetro frontal inferior.
- *Bregma*: punto de unión de las tres suturas, coronal, sagital y metópica.
- *Obelión*: (flecha) ubicado a nivel de los agujeros parietales en la sutura sagital.
- *Lambda*: punto de unión de la sutura sagital con la lambdoidea.
- *Inion*: (nuca) base de la protuberancia occipital externa.
- *Opistion*: (posterior) borde posterior del agujero occipital.
- *Basión*: (base) borde anterior del agujero occipital.
- *Gonion*: (ángulo) corresponde al vértice del ángulo del maxilar inferior.
- *Punto malar*: situado en el punto más externo del malar.
- *Dacrion*: (lágrima) situado en el ángulo interno de la órbita.
- *Estefanión*: (corona) punto donde la sutura frontoparietal o coronal cruza la línea temporal.
- *Pterion*: (ala) región de la fosa temporal donde se encuentran cuatro huesos: frontal, parietal, temporal y esfenoides.
- *Asterion*: (estrella) punto en que se encuentran el occipital, parietal y la apófisis mastoides del temporal.

BIOLOGÍA

La evolución biológica

Stella Maris Martínez. Cátedra de Biología

Todos los seres vivos, de las bacterias al hombre, pertenecen a una gran familia que se ha desarrollado a través de un proceso de cambio y diversificación en el transcurso de la historia de la Tierra.



Árbol Filogenético Universal

Evolución biológica: proceso de cambio y diversificación en el tiempo de los seres vivientes que afecta todos los aspectos de su vida: morfológicos, fisiológicos, de conducta y ecológicos. Es la responsable de la enorme variedad de especies biológicas.

La evolución es un proceso universalmente verificado que no arroja dudas razonables y tiene consecuencias fundamentales para la Biología y para la Medicina.

Teoría de la Evolución: es la descripción comprensiva, explicativa y con poder predictivo del origen de las especies por transformación del mundo viviente.

Una teoría científica es una proposición fundamental con muy amplio poder explicativo, muy cuidadosamente formulada y reiteradamente comprobada. **Debe diferenciarse el significado de teoría en el lenguaje científico de teoría en el lenguaje cotidiano en el que se hace referencia a algo especulativo.**

La Teoría de Darwin

El naturalista inglés Charles Darwin (1809-1882) en su obra "El origen de las especies", formuló dos ideas fundamentales: la existencia de evolución biológica y la existencia de un

mecanismo básico responsable, la selección natural.

La selección natural obra sobre variaciones individuales puramente casuales para permitir que se perpetúen los individuos mejor adaptados. La selección opera a través de la reproducción diferencial que es la diferente capacidad de los individuos para dejar descendencia.

El aporte crucial de Charles Darwin se centró en dos aspectos:

- En las especies de con reproducción sexual no hay dos individuos iguales siendo al azar el origen de estas variaciones individuales (no se sabe a priori si serán o no adaptativas).
- Propuso a la selección natural como el mecanismo del proceso evolutivo

La selección natural opera a través de la reproducción diferencial.

Reproducción diferencial: diferente capacidad de los individuos para dejar descendencia.

**Factores que interactúan en la evolución por selección natural:
La Crisis del Darwinismo:
Hacia el Neodarwinismo**

Darwin no pudo explicar cuáles eran las causas de las variaciones individuales al azar ni los mecanismos que aseguraban su transmisión a la descendencia. Aunque no se conocieron entre sí, para la misma época **Gregor Mendel** proponía sus Principios o Leyes de la Herencia (1822-1855). Mendel demostró que cada carácter estaba regido por dos unidades independientes e inalterables: una procedente del padre y la otra de la madre. Posteriormente, se llamó genes a dichas unidades y Genética a la ciencia que estudia la herencia.

Asimismo, se definieron dos conceptos fundamentales: genotipo y fenotipo.

Genotipo: los genes de un organismo respecto de una característica; el conjunto de genes que determinan las características hereditarias de un organismo (equivalente a genoma).

Fenotipo: el conjunto de caracteres desarrollados por el individuo.

Neodarwinismo

A mediados del siglo XX, surge el Neodarwinismo de los aportes al Darwinismo de la Genética, la Biología y la Paleontología.

1. Aportes de la Genética (Theodosius Dobzhansky)

Se produjo la síntesis de los aportes de la Genética cono-

cidos por entonces y la Teoría de la Evolución por Selección natural de Darwin.

La Genética de poblaciones tiene en cuenta dos niveles en el proceso de selección:

- El plano individual o de los fenotipos cada uno de los cuales sufre directamente la acción del medio.
- El plano poblacional de los genes (que se denomina pool de genes) que pasa de generación en generación y en los que se registran los cambios evolutivos.

Pool de genes o acervo genético: es la suma total de genes y de sus diversos alelos en una población de organismos de la misma especie.

El efecto de la selección natural determina que nuevos alelos o combinaciones genéticas aumenten o disminuyan la **eficacia biológica (mayor supervivencia y fertilidad)** del individuo. Cuando esto sucede, la frecuencia de dichos genes aumentará en la población.

La eficacia biológica se define para cada individuo como su contribución de descendientes a la siguiente generación. Los componentes principales de la eficacia biológica son la viabilidad y la fertilidad.



El melanismo Industrial

Las dos variantes fenotípicas de la mariposa Biston betularia

La mariposa nocturna *Biston betularia* presenta por razones genéticas una variedad de color blanco y una negra. En Inglaterra, hasta la Revolución Industrial, la blanca fue más común porque se disimulaba bien contra el fondo claro de los líquenes que cubrían los árboles donde se posa de día y no era visible para los pájaros que se la comen. Durante la Revolución Industrial, a fines del siglo XIX, la polución del aire destruyó los líquenes dejando los troncos desnudos. Ahora la forma negra (o melánica) se mimetizaba mejor contra los árboles y la blanca fue reemplazada en gran medida por ella. En la actualidad, la calidad del aire ha mejorado y existen regiones donde los árboles han sido nuevamente cubiertos por los líquenes. Por eso la frecuencia de la forma blanca de *Biston betularia* está aumentando.

Esta especie pudo responder a los sucesivos cambios ambientales porque disponía de riqueza genética, de variabilidad para el carácter color. El fenómeno de adaptación de esta ma-

riposa se conoce como **melanismo industrial** y es un ejemplo la ventaja resultante para una especie de que sus miembros conserven variabilidad genética.

La variabilidad fenotípica es la diferencia que existe entre los individuos de una misma especie como consecuencia de poseer genotipo diferente y/o enfrentar ambientes diferentes.

Los genes que confieren mayor adaptación a los individuos aumentan la eficacia biológica de los mismos. Como consecuencia, el neodarwinismo afirma que irán aumentando progresivamente su frecuencia en la población y se irán eliminando los genes más desfavorables. **Si esta sustitución de genes abarca un número importante de loci, la población acabará siendo muy distinta de la inicial y se originará una nueva especie.**

Especiación: es el proceso evolutivo que lleva a la aparición de una nueva especie.

2. Aportes de la Biología

El biólogo Ernst Mayr aclaró el concepto de **especie** para los organismos con reproducción sexual:

Especie: es el conjunto de poblaciones naturales que se cruzan entre sí real o potencialmente y que han quedado reproductivamente aisladas de otras poblaciones (Ernst Mayr).

Aislamiento reproductivo significa que en condiciones naturales los miembros de especies diferentes no se cruzan entre sí. Mayr formuló además uno de los mecanismos de especiación, conocido como **especiación alopátrica** o geográfica. Este proceso comienza con la separación geográfica entre poblaciones de una misma especie.

3. Los aportes de la Paleontología: Tiempos y modos de la evolución: (George Gaylord Simpson.)

Gaylord Simpson verificó que la evolución biológica puede consistir en la acumulación de pequeñas variaciones en el seno de las poblaciones, tal como afirmaba el Darwinismo. Estudió los registros fósiles del caballo y comprobó la aparición de pequeños cambios que progresivamente invaden la población y conducen a la diferenciación gradual de la misma ocurriendo primero **microevolución**. De persistir la tendencia evolutiva, se produce aislamiento reproductivo y la diferenciación definitiva de nuevas especies o **especiación**. Este proceso de cambio, al prolongarse durante millones de años, da origen a descendientes que se clasifican como pertenecientes a diferentes géneros, familias, etc. Este gran proceso evolutivo se denomina **macroevolución**.

Microevolución: Son los cambios evolutivos que conducen a la formación de nuevas razas geográficas (o subespecies) a menudo como resultado de alteraciones de un solo gen o de un pequeño número de ellos en tiempos relativamente breves. Es potencialmente reversible.

Macroevolución: Son cambios evolutivos en muchos genes o en casi todo el genoma seguidos por la aparición de nuevas especies (especiación) y que permiten su clasificación en cate-

rias taxonómicas progresivamente mayores incluyendo géneros, familias, etc. Es irreversible.

Las modificaciones de frecuencia de ambas formas de Biston vetularia, ya descritas, es un ejemplo de microevolución.

Patrones evolutivos de las especies

El proceso de origen de nuevas especie sigue dos patrones fundamentales diferentes, aunque no los únicos, que pueden alternarse.

- **Anagénesis o evolución filética:** los grandes cambios evolutivos ocurren linealmente dentro de una línea evolutiva de modo que una nueva especie sustituye a la precedente.
- **Cladogénesis o radiación adaptativa:** es el proceso evolutivo por el cual una especie da origen a dos o más especies. La evolución cladogenética es la responsable de la extraordinaria diversidad del mundo viviente (Ejemplo: la radiación de los mamíferos).

El Neodarwinismo afirma que la evolución puede visualizarse como un proceso:

- Aparición de variación genética, heredable, que surge en forma aleatoria por mutación y -en los organismos con reproducción sexual- por recombinación.
- Selección de aquellas variantes genéticas que pasen más efectivamente a la siguiente generación. **El mecanismo del cambio es siempre la selección natural.**
- Con el tiempo, se produce la modificación lenta y progresiva de la composición genética de las poblaciones.

Para esta teoría no existe diferencia cualitativa entre la **microevolución** (sustitución de genes dentro de una misma población que origina nuevas razas o variedades) y la **especiación** o **macroevolución** (que origina nuevas especies). La diferencia entre ambos procesos es sólo cuantitativa.

Teoría del Equilibrio Puntuado

En la década del 70 los paleontólogos N. Eldredge y S. Gould afirman:

- **El cambio gradual no conduce a la especiación.**
- **El neodarwinismo no puede explicar la estasis evolutiva.**
- **Las poblaciones poseen mecanismos de homeostasis genética.**

Estasis evolutiva: ausencia de evolución comprobada en algunas especies durante miles y aun millones de años. La macroevolución se produce por una drástica y brusca alteración de los mecanismos de homeostasis genética. La homeostasis genética se quiebra después de largos períodos de estabilidad en un **punto o nodo** y comienza un proceso evolutivo rápido de unos pocos miles de años. A continuación la nueva especie recobra la estabilidad.

La teoría del equilibrio puntuado establece que las especies pasan largos períodos de estabilidad hasta que sobreviene un punto o nodo que inicia una etapa de crisis en la que se producen cambios drásticos que conducen a la extinción o a

la especiación. El motivo de la crisis suele ser una profunda modificación del ambiente.

La hominización

Como toda especie viviente, el ser humano es el producto de un prolongado proceso evolutivo. Su conocimiento nos ayudará, tal vez, a comprender las necesidades humanas y a ponderar cuáles son las condiciones ambientales a las que estaríamos mejor adaptados a fin de conservar nuestra salud.

Datos recientes aportados por el estudio de fósiles, indican que hace unos 4.000.000 de años ya existían seres que se habían separado del resto de los primates y cuya evolución condujo a la aparición de Homo sapiens, nuestra especie, hace alrededor de 130.000 años.

Todos los seres humanos actuales pertenecen a la especie Homo sapiens.

Los seres humanos son **primates**, uno de los géneros comprendidos en la clase **mamífera**.

El origen de los primates es antiguo, contemporáneo a los dinosaurios en el período terciario, hace 200 millones de años.

Los primitivos primates del período terciario eran pequeños seres insectívoros (que comen insectos), arborícolas (que viven en los árboles), de vida nocturna, alertas, activos, y ágiles entre las ramas.

Los primates actuales comprenden varios grupos:

- Prosimios: tarsios y lémures
- Monos del Nuevo Mundo o monos de cola larga (o monos americanos)
- Monos del Viejo Mundo (o monos sin cola)
- Grupo **Hominoideo** que abarca:
 - **Monos antropoides:** gibónes, orangutanes, gorilas y chimpancés.
 - **Homínidos u Homínidos.**

Homínidos: categoría que comprende a los hombres actuales y a todos sus ancestros ya extinguidos.

Los primates presentan el cerebro de mayor tamaño con relación al tamaño del cuerpo (tamaño relativo) entre todos los mamíferos. A su vez, dentro de los primates también hay una escala ascendente en el tamaño relativo del cerebro que va desde los prosimios hasta los monos antropoides, pasando por los monos del Nuevo y del Viejo Mundo, y que culmina en el gran cerebro de Homo sapiens que es tres veces superior al de los monos antropoides modernos (chimpancé: 450 cm³).

Otra adaptación evolutiva de los primates es la mano que adquirió un pulgar oponible para asir las presas. La extremidad de los dedos se ensanchó, almohadilló y ganó sensibilidad. Las garras fueron reemplazadas por uñas planas. Esta adaptación, común a todos los primates, en combinación con la visión binocular, les permitió ampliar la capacidad exploratoria en su activa vida nocturna.

El registro fósil de los primates es poco abundante y el propio del hombre no es una excepción. Sin embargo es posible ordenar las líneas evolutivas de los monos antropomorfos actuales que partiendo del linaje básico de los primates, culminan con las especies actuales.

Radiación adaptativa de los monos antropomorfos y de los homínidos



El proceso de hominización

Hominización: es el proceso evolutivo que a partir de ancestros comunes con el chimpancé, culminó con la aparición del *Homo sapiens* hace alrededor de 100.000 años.

Se tendrá en consideración dos géneros homínidos: *Australopithecus* y *Homo*.

Género *Australopithecus*

Los *Australopithecus* o australopitecos (literalmente “mono del sur”), comprenden a varias especies homínidas ya extinguidas que aparecieron en África hace alrededor de 4 millones de años. Los últimos australopitecos se desaparecieron hace dos millones de años. Nunca salieron de África.

La característica que define a estos antiguos homínidos es la adquisición de la bipedestación o bipedia que es muy anterior al aumento del volumen cerebral y cuya presencia define a todos los homínidos.

Los restos fósiles más famosos corresponden a una hembra de la especie *Australopithecus afarensis*, a quien su descubridor llamó Lucy. Está datados en alrededor de 3 millones de años de antigüedad.

El examen de los huesos de la cadera, del fémur y del pie permite afirmar que eran bípedos completos. Pese a ello, los australopitecos poseían una capacidad craneana pequeña, comparable a la del chimpancé actual (350 a 450 cm³).

Pruebas de la bipedia de los australopitecos: restos de huesos de la pelvis y del miembro inferior de características muy semejantes a las del hombre actual así como las impactantes huellas fósiles de Laetoli (África) que muestran una caminata que ocurrió en África hace más de 3 millones de años.

Si bien existieron varias especies de australopitecos, todas tuvieron en común la marcha bípeda, un cráneo pequeño con una capacidad de entre 400 y 500 cm³ ligeramente superior al de un chimpancé y una perceptible reducción del tamaño de los dientes respecto de los monos actuales. Estos homínidos habían abandonado el bosque y vivieron en la pradera. Es probable que hayan utilizado algún tipo de herramienta aunque hasta ahora no se han hallado evidencias.

Géneros homínidos más antiguos

Recientemente se han hallado en África restos fósiles que señalan la existencia de otros géneros y que podrían haber sido antecesores humanos aun más antiguos que el *Australopithecus*, tales como *Ardipithecus ramidus* y *Orrorin tugenensis*, de 6 millones de años de antigüedad.

Aparición del género *Homo*

El rasgo evolutivo característico del género *Homo* es el progresivo aumento del volumen cerebral (recordar que la bipedia es una adquisición evolutiva alcanzada por el género *Australopithecus*)

Homo habilis

El estudio de fósiles indica que durante un tiempo los australopitecos convivieron en distintos puntos de África con otro homínido de mayor capacidad craneana que pertenecía a un nuevo género, *Homo*. Como cerca de sus restos se encontraron las primeras herramientas de piedra, se lo llamó *Homo habilis*. El volumen cerebral alcanzó los 700 cm³.

Las herramientas de piedra que se atribuyen a *Homo habilis* son las más antiguas encontradas hasta ahora y tienen alrededor de 2.4 millones de años.

Homo erectus

Se han hallado restos óseos de una especie que apareció en África hace alrededor de un millón y medio de años: *Homo erectus*. Su capacidad craneana era mayor que la del *Homo habilis* y que era un cazador-recolector cuyas herramientas de piedra fueron más elaboradas que las de *Homo erectus*. Sabemos que usó el fuego aunque no se conoce si podía encenderlo, y que, en ocasiones vivió en cavernas.

Fue el primer homínido que salió de África hace 1 millón de años y pasó a Europa y Asia para, finalmente, extinguirse. Se han hallado restos fósiles en África, Asia y Europa.

Homo sapiens

Homo sapiens, nuestra propia especie, apareció en África hace alrededor de 150.000 años.

Los individuos de la especie *Homo sapiens* tienen un volumen cerebral superior a 1.350 cm³. En un adulto, lo habitual es de 1.400 a 1.500 cm³.

Si bien el origen de *Homo sapiens* sigue suscitando dudas y discusiones entre los expertos, en los últimos años, con los estudios de Biología molecular, ha cobrado relevancia la hipótesis del Origen Único (también conocida como “del Arca de Noé” o “Fuera de África”). La misma sostiene que una única población de *Homo erectus* africano habría evolucionado hasta *Homo sapiens* y que, entre 50.000 y 75.000 años atrás, pequeños grupos de estos *Homo sapiens* totalmente evolucionados fueron saliendo de África. Pasaron primero a Asia y a Europa, después a Oceanía y finalmente llegaron a América desde Siberia.

Las causas de estas migraciones estarían relacionadas a la extrema desertización de África como consecuencia de los dramáticos cambios climáticos de la última glaciación.

Los grupos de *Homo erectus* que habían abandonado África un millón de años atrás y que poblaron exitosamente vastas regiones de Asia y Europa, no evolucionaron a *Homo sapiens* sino que, se extinguieron en su totalidad.

La teoría más aceptada sostiene que todos los humanos modernos descendemos de una población de *Homo sapiens* africana.

El enigmático Hombre de Neandertal (*Homo neanderthalensis*)

Mientras que en África una población local de *Homo erectus* evolucionaba hacia *Homo sapiens*, ciertas poblaciones europeas de *Homo erectus* daban origen a ***Homo neanderthalensis***.

Su capacidad craneana excedió la de *Homo sapiens* ya que oscilaba entre 1.500 y 1.600 cm³. El mayor volumen cerebral fue a predominio de los lóbulos parietales a diferencia de nuestro cerebro de en donde predomina el desarrollo de la corteza prefrontal.

Los neandertales fueron una especie homínida propia de Europa, plenamente adaptado a las duras condiciones de la glaciación y con una cultura compleja que incluía ritos funerarios, elaboración de adornos, etc.

En la actualidad existen evidencias irrefutables de cruces entre ellos y nuestra propia especie ya que todas las poblaciones actuales conservamos en nuestro genoma un

2 a 4 % de genes neandertales.

Finalmente 30.000 a 40.000 años atrás, después de haber coincidido en Europa con poblaciones de *Homo sapiens* provenientes de África, los neandertales se extinguieron sin que sepamos a ciencia cierta las causas.

*Excepto ***Homo sapiens***, todos los homínidos se han extinguido, incluido el misterioso y avanzado *Homo neanderthalensis*. Los seres humanos pertenecemos a una única especie: ***Homo sapiens***.*

BIOLOGÍA

El ser humano como especie: la perspectiva biológica

Stella Maris Martínez.

La pregunta ¿qué es el hombre? la hemos formulado desde hace muchísimos años. Una base sencilla que puede servir de punto de partida es preguntarse sobre la naturaleza biológica del hombre. Desde Darwin en adelante quedó claro, basado en una creciente cantidad de evidencias, que *Homo sapiens*, nuestra especie, evolucionó desde especies precedentes bajo la influencia directora de la selección natural y que *Homo sapiens* está emparentado por ancestros comunes con los grandes monos modernos.

Sabemos que la humanidad tiene millones de años de existencia. Nuestro propio género, *Homo*, alrededor de dos a dos millones y medio años y *Australopithecus*, un género anterior, alrededor de 4 millones. Durante este larguísimo período, nos hemos adaptado a ambientes cambiantes y hemos atravesado innumerables catástrofes. Los humanos actuales, así como todos los seres vivos que nos acompañan, podríamos considerarnos sobrevivientes de una interminable serie de adversidades. Sobrevivimos porque la presión de la selección natural favorece las constituciones genéticas más apropiadas para enfrentar los desafíos del ambiente. Hay que tener presente que desde el punto de vista evolutivo, lo que cuenta para definir que un individuo es exitoso es que deje mayor número de descendientes que otros. De esta forma, esos genes favorables pasan a la siguiente generación y con el tiempo llegarán a ser los más frecuentes en la población. Un problema importantísimo ligado al éxito de los seres humanos debe haber sido resolver cómo criar a los hijos eficazmente ya que nuestra la infancia es prolongada y desvalida. *Homo sapiens* recorrió este desfilar exitosamente y prevalecimos mientras otras especies próximas se extinguían, entre ellas el enigmático y avanzado hombre de Neanderthal.

El camino evolutivo que recorrimos, de acuerdo con las evidencias disponibles, fue errático. No parece haber sido una senda derecha y segura hacia algún tipo de perfección. Se dice de la especie humana que es la especie única: todos los seres humanos actuales somos *Homo sapiens*. Singularizados, entre tantos aspectos, por ser primates de posición erecta, enteramente bípedos y dotados de un cerebro complejo y voluminoso. Pero no siempre fue así.

Ahora sabemos que todos los seres vivos, desde las bacterias al ser humano, pertenecen a una misma gran familia que se ha desarrollado en el curso de la historia evolutiva del planeta. Al presente se han logrado identificar más de 2 millones de especies, pero es un cálculo muy conservador. Todos compartimos el mismo código genético y las proteínas que nos forman están construidas a partir de los mismos 20 aminoácidos.

Existe una jerarquía de organización que comienza en lo subatómico, continúa a través de átomos, moléculas, células, tejidos, órganos, individuos, poblaciones, hasta las comunida-

des y ecosistemas. El fenómeno de la vida en toda su complejidad ocurre únicamente desde el nivel celular hacia arriba.

Se han encontrado evidencias de bacterias que habrían vivido 3.800 millones de años atrás. *Homo sapiens* apareció en África hace unos 100.000 ó 120.000 años. Su historia evolutiva se habría iniciado con los *Australopithecus*, un género de homínido primitivo pero que está dentro de la familia humana. Estos antecesores eran bípedos, vivían en tierra y no en los árboles y empleaban las manos para manipular como lo hacemos nosotros aunque seguramente con mucha menos habilidad. Sus dientes llegaron a ser tan semejantes a los nuestros que resultan difíciles de distinguir, según palabras de un anatomista tan distinguido como George Gaylord Simpson. Su cerebro, sin embargo era pequeño, unos 500 cm³, más próximo al de un chimpancé que al de un humano moderno.

Los australopitecos prevalecieron millones de años y, de hecho, coexistieron con la primera especie del género *Homo*, *Homo habilis*, aparentemente el primer constructor de herramientas de piedra. En los 2 millones de años siguientes aparecen y se extinguen varias especies del género *Homo*. Particularmente interesante es *Homo erectus*, el primer hombre que salió de África y habitó Asia, Europa y algunas regiones de Oceanía. Tuvo mucho éxito, al menos las poblaciones que sobrevivieron en Asia, algunas de las cuales vivieron hasta hace 18.000 años. El origen de *Homo sapiens* moderno no parece relacionado con estas poblaciones, sino que habría evolucionado a partir de una población de *Homo erectus* que había permanecido en África. Su salida de África se produjo bastante rápidamente, y se extendió progresivamente por todo el mundo. En este proceso fue reemplazando a las demás especies de homínido que encontraba, por ejemplo al Hombre de Neanderthal que muchos consideran una variante europea evolucionada a partir de otras poblaciones de *Homo erectus*.

Son signos distintivos de la evolución homínida:

- El compartir ancestros primitivos con otros primates actuales,
- La adquisición precoz de la posición erecta y la bipedestación. Cambios que afectaron sin duda aptitudes y hábitos, por ejemplo alimenticios, como bien lo muestra la disminución del tamaño de los dientes. Sólo cuando la evolución de la postura humana y de la dentición estuvieron completas empezó el gran aumento del tamaño de cerebro.

El género humano es precisamente eso, un género, que abarca actualmente a una especie definida y única, *Homo sapiens*, a la que todos pertenecemos. Desde el punto de vista biológico, esto significa que los individuos de las poblaciones humanas, aun las más alejadas y aisladas, pueden aparearse entre sí, y de

hecho lo hacen si tienen la oportunidad, produciendo vástagos fértiles. No existe aislamiento reproductivo entre poblaciones humanas.

Decir que el ser humano es una especie biológica entre dos millones y que los estudios de ADN comparado prueban nuestro parentesco con el chimpancé no significa, en absoluto, que los biólogos ignoren las condiciones únicas de *Homo sapiens*. Los otros expertos de esta mesa lo tratarán sin duda con profundidad, pero deseo establecer que para la Biología *Homo sapiens* es una especie única. Los seres humanos son bípedos culturales y sociales que poseen lenguaje y con una extraordinaria capacidad de fabricar instrumentos. El lenguaje humano es un hecho único, no sólo como forma de comunicación sino como medio de pensamiento, memoria, introspección, capacidades tan propias del ser humano.

En resumen, para la Biología el hombre es un animal con “rarezas” que lo hacen único y con muchas cosas comunes a cualquier otro animal: nace, crece, se reproduce y muere. También come, respira y se moviliza. La naturaleza humana incluye la naturaleza común de todos los animales. El problema que se presenta al biólogo, es resolver cómo y por qué la evolución orgánica produjo un animal capaz de evolución cultural, que posee sentido moral y, que además, es consciente de ello.

Desde un punto de vista estrictamente biológico es posible pensar que las tendencias sociales y el sentido ético humanos representan adquisiciones evolutivas. Estas características habrían conferido ventaja selectiva a los individuos flexibles con aptitud para discernir entre diferentes acciones posibles en función de los resultados previsibles y la consiguiente responsabilidad. Este tipo de adaptación sólo sería posible en un medio social cooperativo que permita el aprendizaje. Pero esto no explica las complejidades propias de dichas capacidades. Para ello será imprescindible recurrir a otros niveles de estudio y comprensión.

BIOLOGÍA

Jerarquía de sistemas en biología

Calderari S, Dabín C, Di Masso R, Martínez SM, Montenegro S, Tarrés MC

El ecólogo estadounidense Eugene Odum sugirió que los seres vivos pueden considerarse dentro de diferentes NIVELES DE ORGANIZACIÓN. Ahora enfocaremos esos niveles o jerarquías desde el punto de vista de sistemas, considerando que cada uno de ellos representa un tipo de SISTEMA BIOLÓGICO.

En la figura siguiente se observa el espectro de los niveles de organización de Odum:

Debe notarse que cada nivel de organización (de izquierda a derecha) incluye un componente biótico (como condición de vivo) que interactúa con un componente abiótico (cosa inanimada), a través de un intercambio de materia y energía.

Cada uno de los niveles que interactúa produce un sistema biológico funcional. El lector mismo es un organismo biológico, que emplea energía y sustancias de su ambiente externo para mantenerse como un SISTEMA al nivel orgánico de organización. Cambia los alimentos que ingiere y el aire que aspira, por desechos que elimina y el aire que exhala. Además, su sistema corporal incluye varios SUBSISTEMAS menores.

Está constituido por órganos, los cuales constan de tejidos constituidos por células con su material genético y toda su complejidad química. En cada caso, el sistema persiste debido a las interacciones con los componentes abióticos del ambiente (intercambio de materia y energía).

A simple vista, parecería que los componentes pequeños y “simples” se presentan a la izquierda del diagrama, mientras que los grandes y “complejos” aparecen a la derecha. Tal observación es simplista. Cada uno de los componentes bióticos representa un nivel de organización con sus complejidades propias y sus propias “leyes”. Los problemas de estructura y función celular son tan complejos como los problemas de las comunidades.

Conocer un nivel no necesariamente ayuda a comprender los principales problemas de otro nivel, ya sea hacia la derecha o hacia la izquierda del espectro. Cada uno de ellos es un sistema diferente con complejidades e interacciones que no pueden predecirse conociendo las características de otro nivel.

Consideremos el agua (H₂O). Posee propiedades exclusivas que no se encuentran ni en el hidrógeno, ni en el oxígeno. Aun conociendo todo lo relacionado con estos elementos en estado libre (H₂ y O₂), no se cuenta con la capacidad necesaria para predecir que su combinación determinará las propiedades del agua. Lo mismo sucede a la inversa: es imposible pensar intuitivamente que el agua, un líquido, se degrada en dos gases altamente inflamables.

La ecología trata principalmente el lado derecho del espectro de organización, especialmente los sistemas (o supersistemas) población, comunidad y ecosistema. Dado que el ser humano es un organismo que vive en poblaciones que interactúan con otras en un ecosistema, resulta importante recordar la definición de dichos términos:

POBLACIÓN: Grupo de organismos de la misma especie que vive en un área específica.

COMUNIDAD: Todas las poblaciones de organismos que habitan e interactúan en un área determinada. La comunidad incluye a todos los seres vivos (componente biótico) de una zona determinada.

ECOSISTEMA: Es la comunidad en relación con el ambiente inanimado, actuando como un conjunto.

Cuando se considera a todos los organismos vivientes del planeta se hace referencia a la BIOSFERA.

Componentes Bióticos	Genes	Células	Órganos	Organismos	Poblaciones	Comunidades
Interactuando	↕	↕	↕	↕	↕	↕
Con Componentes Abióticos	Materia ↔ Energía					
Producen	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Sistemas Biológicos	Sistemas genéticos	Sistemas celulares	Sistemas orgánicos	Sistemas organizmicos	Sistemas poblacionales	Ecosistemas

FISIOLOGÍA HUMANA

Guía para Dirigir el Estudio Individual N° 1

Bernasconi, María Virginia. Profesora Adjunta.

Objetivos

De enseñanza:

- Guiar al estudiante para que se inicie en el estudio de la Fisiología General y de la Fisiología Médica en particular.

De aprendizaje:

- La acepción del término Fisiología y su relación con las Ciencias, para comprender su importancia en la Promoción de la Salud, la Prevención de enfermedades y la comprensión del Proceso Salud-Enfermedad-Atención.
- El concepto de homeostasis y de homeodinamia u homeocinesis para comprender la relevancia fisiológica de los mecanismos de control.
- Los conceptos relacionados a equilibrio estático y equilibrio dinámico para comprender, en esta primera aproximación, el establecimiento de gradientes entre compartimientos y el mantenimiento del volumen celular.
- La diferencia entre las explicaciones teleológicas y mecanicistas de los procesos biológicos, para facilitar la comprensión causa-efecto en los fenómenos fisiológicos.
- La relevancia de expresar en un Gráfico de Coordenadas el tipo de relación (Ley que la describe) entre 2 (dos) variables fisiológicas, para poder comprender cómo se modificará si se afecta alguna variable interviniente.

Contenidos

Introducción al estudio de la Fisiología y sus métodos de estudio

Niveles de organización de los seres vivos. Concepto de Sistemas. Concepto de Variables en relación a Sistemas. Concepto de homeostasis y de homeodinamia. Equilibrio termodinámico o estático y estado estable o equilibrio dinámico. Funciones y procesos.

Bibliografía

- Best & Taylor. BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA. Dvorkin-Cardinali. Editorial Panamericana. 13° Edición: Capítulo 0 y Anexo B. 14° Edición: Capítulo 0 e Introducción de la Parte I.

Referencias bibliográficas optativas

- Burggren W; *Comparative developmental physiology: An Interdisciplinary Convergence*; Annu. Rev. Physiol. 2005. 67:203–23
- Silverthorn, D.U.; *Restoring physiology to the undergraduate biology curriculum: a call for action*; Dee U. Advan Physiol Educ 27:91-96, 2003.



- Usted comienza el estudio de la Fisiología Humana, una de las disciplinas básicas para la comprensión del proceso salud-enfermedad.

¿Cuál es el objeto de estudio de la Fisiología General?

¿Y de la Fisiología Humana?

Recuerde alguna Clasificación de Ciencias que haya estudiado.

Ubique en ella a la Fisiología.

Comprenda cuál es su método de estudio (proceso por el cual un conocimiento es validado).

- Aunque la metodología y la organización de los servicios de salud en la medicina occidental aún siguen, en general, el paradigma del modelo biomédico, el modelo biopsicosocial planteado desde los años 70 es cada vez más discutido. En el 2001 el Consejo de Investigación y el Instituto de Medicina de los Estados Unidos ha urgido a los científicos a trabajar en él. Esto desafía aún más a la Fisiología dado que su conocimiento implica comprender

las modificaciones (biológicas, psicológicas y conductuales) que provoca, en el organismo vivo, la interacción con el medioambiente natural y social.

Revise los Contenidos generales de su texto de Fisiología e intente comprender cómo, la mayoría, estarán influenciados por cambios del ambiente físico y social.

- Por otra parte, la Fisiología Comparada (estudio de los mecanismos fisiológicos en las distintas especies) aporta información indispensable sobre los mecanismos adaptativos que se han desarrollado (y continúan haciéndolo) en el transcurso de la evolución. De allí que, los conocimientos que aprenderá en Biología y en otras disciplinas sobre evolución biológica, teoría de la evolución, selección natural, reproducción diferencial, especie, ser humano y persona aportarán elementos claves para una buena formación en Fisiología.

Cuando estudie los fenómenos evolutivos trate de comprender la importancia que tiene su conocimiento para que un fenómeno biológico pueda ser explicado.

- En el transcurso de la evolución los organismos unicelulares se transformaron en organismos multicelulares con diferentes grados de complejidad, siendo el hombre, según nuestro conocimiento actual, el resultado último de este proceso. Los organismos unicelulares se mantenían con vida tomando directamente desde el exterior los sustratos metabólicos y el O₂, y eliminando hacia él los productos del metabolismo. En los organismos multicelulares, al multiplicarse, las células se especializaron para funciones diferentes, se agruparon en órganos o se dispersaron por el organismo, y quedaron aisladas del exterior. Los organismos desarrollaron un sistema de compartimientos líquidos. De esta manera la membrana celular separa el interior de las mismas o Compartimiento Intracelular (LIC) de su entorno o Compartimiento Extracelular (LEC) constituido por el Compartimiento Intersticial (CI), inmediato a las células, y el Compartimiento Plasmático (LP), mediano, y separado del CI por el endotelio capilar. Las células sustraen y/o agregan al LEC productos relacionados con el metabolismo, agregan sustancias de secreción, intercambian iones, etc.. Ese “medio interno” que rodea a las células y que les provee sustancias (sustratos metabólicos, gases, hormonas, etc.) o les recibe sus productos metabólicos o de secreción, debe mantener su composición dentro de un rango favorable a la vida.

Conozca el concepto de homeostasis y de homeodinamia u homeocinesis.

- Cuando en un sistema una de sus variables (temperatura, potencial eléctrico, concentración de una sustancia, etc.), varias de ellas o todas mantienen sus valores constantes, puede ser como resultado de un estado de equilibrio termodinámico o implicar la presencia de un mecanismo de control de dicha o dichas variables.

Conozca el concepto de equilibrio.

Diferencie el equilibrio termodinámico o estático del equilibrio estacionario o dinámico o estado estable.

Defina un sistema de control.

Conozca los principales elementos que componen un sistema de control.

¿Qué entiende como sistema de control por retroalimentación negativa? Busque un ejemplo.

¿Qué entiende por sistema de control por retroalimentación positiva? Busque un ejemplo.

- Para facilitar el estudio de la Fisiología el estudiante debería comprender que su comprensión se basa en el entendimiento de la Física y de la Química. También que necesitará adquirir habilidades para reconocer que los sistemas fisiológicos son sistemas dinámicos.

Comprenda el concepto de sistemas abiertos y de sistemas cerrados.

Comprenda el concepto de sistemas estáticos y dinámicos

La diferencia entre sistemas lineales y no lineales.

La diferencia entre sistemas deterministas y no deterministas.

- También deberá tener en cuenta que los fenómenos fisiológicos deben comprenderse a diferentes niveles de organización (átomos, moléculas, organelas, células, tejidos, órganos, sistemas y organismo) y que es necesario comprender las causas (mecanismo o procesos) de los fenómenos fisiológicos

Averigüe la diferencia entre fundamentación funcional o teleológica y fundamentación causal o mecanicista de un fenómeno fisiológico

- Es sumamente necesario que el estudiante adquiera el hábito de dar relevancia a las Tablas (A), a los Gráficos que representan la relación entre dos variables fisiológicas en un sistema de coordenadas (B) o los que muestran la evolución de una variable fisiológica en función del tiempo (C). También que se familiarice con Esquemas que sintetizan un proceso fisiológico.

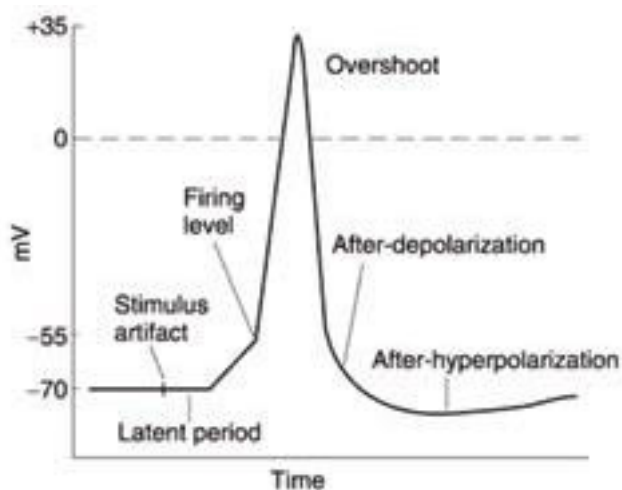
A. Tabla: Valores de concentración de algunos iones dentro y fuera de una neurona motora espinal de mamífero.

Ion	Dentro de la Célula	Fuera de la Célula	Potencial de Equilibrio
Na	15	150	+60
K	150	5.5	-90
Cl	9	125	-70

B. Gráfico: Relación entre la velocidad de contracción muscular y la carga o peso que se opone a la misma.



C. Gráfico: Cambios del Potencial de Membrana en función del tiempo en respuesta a un estímulo umbral o subumbral (Potencial de acción).



(1) Las Guías de Estudio Individual, como su nombre lo indica, tienen como objetivo ayudar al estudiante a una lectura y comprensión completa del material bibliográfico. Se indican, mediante preguntas, aquellos contenidos base para la interpretación de los procesos. Por eso, las respuestas no son para memorizarse sino para ayudar a interpretar, comprender o integrar los procesos fisiológicos que se están abordando. El estudiante puede comprobar su nivel de comprensión del tema, intentando resumirlo en un Esquema o construyendo un Gráfico de relación entre las variables que se están abordando. Recuerde que los Exámenes Finales son orales. Para que esta Guía facilite el estudio, el estudiante debe leer primero la Bibliografía correspondiente al tema en alguno de los textos de Fisiología y comprenderla. Recién entonces debería intentar responder esta Guía, revisando el Texto de Fisiología ante toda duda.



UNIDAD 2

MATERIAL DE ESTUDIO



CONTENIDO

Material Bibliográfico

- **Biología-Genética Mendeliana**

Guías de Estudio

- **Química Biológica: Taller de Integración I**
- **Química Biológica- Aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos y transferencia de la información genética**

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

BIOLOGÍA

Genética Mendelina

Ricardo Di Masso, Stella M. Martínez, María Cristina Tarrés. Compilación: Silva, Patricia. Cátedra de Biología.

La Genética que estudiaremos se denomina Genética Mendeliana porque se inició con Gregor Mendel a mediados del siglo XIX. Los informes científicos que presentó este genial monje austriaco, al cabo de 10 años de laboriosa tarea, fueron leídos por la comunidad científica de su época con respeto pero con indiferencia. Mendel fue un gran precursor gracias a que trabajó con un rigor matemático inusitado para la Biología de la época. Sus resultados lo llevaron a predecir la existencia de los genes, que él llamó “factores individuales”, en momentos en que apenas existían conceptos rudimentarios sobre célula y jamás se había visto un cromosoma ni se tenía idea de los genes.

La Genética comprende actualmente varias especializaciones. Entre ellas están la Genética molecular, la Genética cuantitativa, la Genética de las poblaciones, la Citogenética, etc.

Nota: actualmente un gen puede definirse como: “segmento de ADN que se encuentra luego de un promotor y que puede ser transcrito por una ARN polimerasa y originar un ARN funcional (mARN, rARN, tARN, snARN, ribozima u otros tipos de ARN)”. Curtis. Biología. 7ª Edición en español. 2008. Capítulo 10: El flujo de información genética: los caminos del DNA a la proteína, pág. 207.

Los genes podrían imaginarse como segmentos no fragmentados que se suceden en los filamentos de la doble hélice de ADN.

En los organismos diploides los genes se ubican por pares a lo largo de cada par de cromosomas. Cada miembro del par recibe el nombre de alelo.

Alelo es cada una de las diferentes alternativas que puede tener un gen para transmitir diferentes modalidades de un determinado carácter.

Cada par de genes alélicos tiene:

1. Una posición determinada en el cromosoma conocida como locus (plural: loci), en que se ubica el gen.
2. Ciertas funciones específicas, como transmitir caracteres del ser vivo al que pertenece, por ejemplo el color de las semillas.

Siguiendo con el ejemplo, los distintos colores de semillas que puede tener la especie estudiada, dependen de las caracte-

rísticas de los alelos que transmiten ese carácter. En cada uno de los organismos diploides, cada carácter surge de la interacción de por lo menos un par de alelos (puede ocurrir que un carácter dependa de varios genes, pero eso no es tema de la Genética Mendeliana). Si dejamos de lado al individuo y contamos el número de alelos para determinado carácter en todo el conjunto de individuos de la especie, ese número puede llegar a ser muy grande, es decir que pueden existir muchos alelos diferentes para cada carácter, distribuidos en todos los individuos de la especie.

Cuando en un individuo los dos genes alélicos son iguales, es decir que porta un solo alelo de los posibles en la especie, se dice que el individuo tiene un genotipo homocigota (o puro) para dicho carácter. Si por el contrario, ambos alelos son diferentes, se dice que el individuo tiene un genotipo heterocigota (o híbrido) para el carácter en cuestión.

Genotipo y Fenotipo

Desde los descubrimientos en Biología Molecular a partir de la segunda mitad de este siglo, el concepto abstracto de GENOTIPO se materializó en la estructura concreta del ácido desoxirribonucleico (ADN), en cuya secuencia de nucleótidos está contenida la información genética.

La Genética Molecular se inicia al descubrirse que los genes están constituidos por ADN, formados por secuencias de nucleótidos que tienen la capacidad de autoduplicarse. La información genética está contenida en la secuencia de cuatro bases nitrogenadas: adenina, timina, citosina y guanina, que integran los nucleótidos junto con otros compuestos. Esto constituye el **código genético** que es universal, es decir, común a todos los seres vivos. El código transforma una señal informativa (pares de bases) en otro tipo de señal (aminoácidos). La información contenida en el código dirige la síntesis de proteínas que consta de dos pasos. En el primero (transcripción), se copia la secuencia de bases de uno de los filamentos de ADN, en un filamento complementario de ácido ribonucleico (ARN) que tiene las mismas bases que el ADN, a excepción de la timina, que en el ARN está sustituida por uracilo. En el segundo paso (traducción), el programa genético es leído a partir del ARN, en codones o tripletes, que son grupos de tres bases consecutivas. Las cuatro bases forman en el ARN 64 codones, que codifican los 20 aminoácidos, que pueden formar una proteína. En la síntesis de proteínas, los aminoáci-

dos especificados por la secuencia de bases a lo largo del gene (ADN) y transcriptos en la secuencia de codones (ARN), son traducidos en aminoácidos que van siendo añadidos uno a uno a la cadena proteica en crecimiento. Una vez formada, la proteína adopta su forma tridimensional específica. Las propiedades características de cada proteína están determinadas por la secuencia de aminoácidos en la cadena, y las características de los organismos dependen en gran medida de sus proteínas.

Dogma Central



Las secuencias de nucleótidos del ADN constituyen el lenguaje del código genético, común a todas las especies vivas. Estos descubrimientos han tenido efectos gigantescos en el avance del pensamiento biológico. Ahora sabemos con gran precisión cuán increíblemente único es cada ser humano. El ADN contenido en una gameta humana consiste en aproximadamente 3 billones de pares de nucleótidos alineados en doble hélice, distribuidos en 23 cromosomas. En la célula somática se duplica la cantidad mencionada.

La distinción entre **genotipo** y **fenotipo** está en la raíz de la Genética. El genotipo es el conjunto de genes que caracteriza a cada ser vivo. Por razones prácticas, se suelen ejemplificar genotipos con sólo uno o dos pares de genes. Cuando una célula huevo que contiene al genotipo se desarrolla, permite la expresión del genotipo. La expresión del genotipo se llama fenotipo. Este incluye, por ejemplo: modalidades o valores de peso, estatura, color de ojos, grupos sanguíneos, etc. Se puede incluir en el **fenotipo** cualquier característica física, química, fisiológica o de comportamiento de cada ser vivo. En la cadena de eventos que permite el tránsito de genotipo a **fenotipo**, la influencia del ambiente puede ser crucial. Es por eso que se define al **fenotipo** como el resultado de la interacción entre el **genotipo** y el **ambiente**.

Mendel trabajó con diferentes variedades homocigotas de plantas de arveja de jardín (*Pisum sativum*). En condiciones normales estas plantas se reproducen por autofecundación lo que asegura la permanencia de su homocigosis. Las claves del estudio de Mendel fueron:

1. Fecundar diferentes variedades entre sí, provocando sin saberlo nuevas combinaciones alélicas (heterocigosis).
2. Elegir para su estudio "caracteres unitarios", es decir, bien definidos y constantes (los caracteres de este tipo se conocen hoy como "mendelianos"). Todos los caracteres que eligió tenían dos alternativas (alelos) cada uno. Entre ellos estuvieron los siguientes:

Caracter	Alelo
Color de semilla	amarillo - verde
Textura de semilla	lisa - rugosa

3. Repetir sus experimentos en muchas plantas.
4. Examinar cuidadosamente los resultados efectuando el recuento preciso de los individuos que mostraban cada alternativa de cada carácter. Sus resultados más importantes constituyen hoy las llamadas **leyes de Mendel**. Pero antes de proseguir con ellas será conveniente recordar las fuentes de variabilidad que presentan los organismos con reproducción sexual como el ser humano.

Fuentes de variabilidad

La mayor parte de la variabilidad de los seres vivos se debe a la reproducción sexual. Los siguientes puntos integran el concepto de división meiotica:

1. Sólo las células diploides experimentan meiosis.
2. Cada célula diploide se divide dos veces, produciendo en total cuatro células.
3. Cada una de las cuatro células contiene la mitad de la cantidad de cromosomas que había en la célula diploide original, y recibe el nombre de célula haploide (gameta).
4. Las células haploides producidas por meiosis contienen nuevas combinaciones de cromosomas.

Ejercitación

1. ¿Cuáles son las diferencias más importantes entre mitosis y meiosis?
2. ¿Puede haber una célula somática normal con un número impar de cromosomas? Justifique.
3. En las gametas ¿hay información para todos los caracteres de cada padre o sólo para la mitad de los caracteres? Justifique.
4. Leer el siguiente texto, identificar y definir los siguientes términos: homocigota, heterocigota, dominante, recesivo, caracteres, fenotipo, genotipo, locus/loci. Un par de alelos en la rata, C y c, tienen acción sobre el color de pelaje, de manera que las combinaciones de alelos CC y Cc permiten que se produzca pigmentación, pero la combinación cc determina albinismo. Las ratas poseen en otro cromosoma el gen R, que segrega independientemente para color negro. Cuando se cruzan ratas negras puras con ratas albinas, producen solamente progenie de pelaje negro en la primera generación.

Las Leyes de Mendel

Mendel estudió generaciones sucesivas. Utilizó para designarlas la nomenclatura ya citada: generación P: parental o de los padres; F1: filial primera o de los primeros hijos; F2: generación filial segunda, etc.

En sus experimentos observó siete rasgos característicos: 1) la altura de las plantas, 2) la localización de la flores a lo largo del tallo, 3) el color de las vainas, 4) la forma de las vainas, 5) la forma de las semillas, 6) el color de las semillas, 7) el color del tegumento de las semillas, pero en un clásico ejemplo didáctico se muestran los resultados obtenidos con las dos variables ya mencionadas: color y forma de las semillas.

En la generación P cruzó plantas de semillas amarillas con plantas de semillas verdes. Como ya se ha indicado, estas eran todas homocigotas para ese carácter. Mendel cruzó homocigotas recesivos (semillas verdes), con homocigotas dominantes (semillas amarillas). En las plantas de la F1 obtuvo todas semillas amarillas, como si el carácter verde hubiera desaparecido. Dejó que las plantas de la F1 se autofecundaran y comprobó que en la F2 aparecían semillas verdes en una proporción igual a $\frac{1}{4}$ (25%) del total.

Al efectuar el mismo experimento pero estudiando la textura de las semillas, observó que en la F1 todas las semillas eran lisas, y que la modalidad rugosa sólo reaparecía en $\frac{1}{4}$ de las semillas de la F2.

Incluidos estos experimentos en el contexto de todo lo que hoy se conoce en Genética, se deduce retrospectivamente que Mendel estudió la interacción alélica dominancia - recesividad en varios caracteres de arvejas de jardín.

De acuerdo con la nomenclatura actual, Mendel estudió los siguientes pares de alelos para color de semillas: "A" (mayúscula = dominante), que expresa el color amarillo, y "a" (minúscula = recesivo), que expresa color verde. Y los siguientes alelos para textura de semillas: "L" (mayúscula = dominante) y "l" (minúscula = recesivo), que expresan textura lisa y rugosa respectivamente.

Ejercitación

- De acuerdo con la nomenclatura actual para alelos dominantes y recesivos, indique cómo designar a los siguientes alelos:

Caracter	Alelo dominante	Alelo recesivo
Color de pelaje	negro	blanco
Existencia de las en moscas	alado	sin alas

Primera Ley de Mendel

Retomemos ahora las arvejas de Mendel. En la generación P, el progenitor de genotipo AA (no importa si masculino o femenino), transmitió gametas "A". El otro progenitor, de genotipo aa, gametas "a". Al esquematizar esto en una cuadrícula gamética se obtiene:

	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

F1

*Genotipo F1: 100% heterocigota o híbrido.

*Fenotipo F1: 100% amarillas.

Al fecundarse dos individuos de la F1, ambos podían transmitir gametas "A" como "a". El nuevo esquema es el siguiente:

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

F2

50% heterocigota o híbrido.

- Genotipo F2 25% homocigota dominante.
25% homocigota recesivo.

75% amarillas.

- Fenotipo F2

25% verdes.

Resumiendo, ya podemos expresar la

Primera Ley de Mendel o Principio de la Segregación

Cada progenitor transmite a cada hijo una sola de las dos formas alélicas a través de la correspondiente gameta. De modo que cada una de las formas alélicas (iguales o diferentes) que posee un individuo se hereda separadamente.

Si se parte de progenitoras homocigotas diferentes, y cuando la interacción alélica es dominancia - recesividad, en la F1 todos los individuos tienen igual fenotipo, con la modalidad dominante. En la F2 reaparece el fenotipo con la modalidad recesiva en el 25% de los individuos.

Ejercitación

- Buscar el significado del término "segregación".
- Siguiendo el esquema de cuadrícula gamética ya ejemplificado, confeccione las cuadrículas correspondientes a las F1 y F2 para el carácter "textura de semillas" y sus modalidades, utilizando la nomenclatura aceptada convencionalmente. Repita el esquema experimental de Mendel.

Segunda Ley de Mendel

Mendel observó también que en las plantas progenitoras, teniendo en cuenta dos caracteres simultáneamente, las semillas eran sólo de los dos tipos siguientes: amarillas - lisas o bien verdes - rugosas. Mendel se preguntó si las semillas amarillas eran siempre necesariamente lisas y las verdes, rugosas; o si podrían redistribuirse las modalidades, de modo de obtener, por ejemplo, semillas amarillas y rugosas. Para averiguar esto

siguió los mismos pasos experimentales ya descriptos. En la F1 obtuvo todas plantas amarillas y lisas. Si se esquematizan los resultados mediante una cuadrícula gamética o de Punnett, se obtiene lo siguiente:

	AL	AL
al	AaLl	AaLl
al	AaLl	AaLl

F1

En un paso posterior, al cruzar entre sí los individuos de la F1, observó una F2 sumamente variada, en la que aparecían las modalidades ya conocidas “amarillo - liso” y “verde - rugoso”, pero también las nuevas modalidades: “amarillo - rugoso” y “verde - liso”.

Si se representa la obtención de F2 mediante la cuadrícula de Punnett, es necesario ampliarla, ya que los gametos posibles para cada progenitor pasan a ser cuatro:

	AL	AL	aL	al
AL				
Al				
aL				
al				

F2

• Fenotipo F2:

- 9/16: amarillo-lisos.
- 3/16: amarillos-rugosos.
- 3/16: verdes-lisos
- 1/16: verdes-rugosos.

Ejercitación

1. Completar el cuerpo de la cuadrícula gamética que muestra la F2 de la 2ª Ley de Mendel, con los genotipos correspondientes.
2. Indique, entre los individuos obtenidos:
 - a- Uno totalmente homocigota dominante.
 - b- Uno totalmente homocigota recesivo.
 - c- Uno homocigota para color e híbrido (o heterocigota) para textura (es un individuo monohíbrido).
 - d- Uno homocigota para textura e híbrido (o heterocigota) para color (es un individuo monohíbrido).
 - e- Un dihíbrido (o doble heterocigota).

Segunda Ley de Mendel o Principio de la Distribución Independiente

Cada progenitor transmite en forma independiente formas alélicas de diferentes caracteres. Es decir, que cuando se forman los gametos, los alelos del gen para una característica dada segregan independientemente de los alelos del gen para otra característica.

Es necesario hacer la salvedad que la Segunda Ley se cumple si los genes se ubican en cromosomas diferentes. Los caracteres color y textura de semillas estudiados por Mendel estaban codificados por genes que, casualmente, estaban situados en diferentes pares de cromosomas.

Ejercitación

1. a- ¿Cuántos pares de alelos están involucrados en la demostración de la primera ley de Mendel?
b- ¿Cuál debe ser la interacción alélica?
c- ¿Con cuántas y cuáles generaciones se trabaja?
2. a- ¿Cuántos pares de alelos están involucrados en la demostración de la segunda ley de Mendel?
b- ¿Cuál debe ser la interacción alélica?
c- Indique otro tipo de interacción alélica ¿Podría dar un ejemplo?
d- ¿Cómo deben estar ubicados los pares de alelos en los cromosomas para asegurar la repetición de los resultados de Mendel? Justificar.
e- ¿Cómo eran los genotipos de la generación P qué utilizó Mendel? ¿y los de F1?
f- ¿Cuántos fenotipos distintos aparecen en F1? ¿y en F2?

Breve noción acerca del desarrollo de la genética a partir de Mendel

A partir del redescubrimiento de los experimentos de Mendel, la Genética ha evolucionado aceleradamente. Actualmente la biotecnología permite construir nuevos genotipos mediante la manipulación de genes individuales. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la información transmitida por cada gen es compleja y no es independiente de la que transmite el resto del genotipo. Es decir que los genes interactúan entre sí y que, para que cierta información genética se exprese, suele ser necesaria la influencia de otro u otros genes.

La información que almacenan los genes es más compleja que la de la computadora más sofisticada. De ella dependen desde la especie a que pertenece un ser vivo hasta la capacidad de responder con diferentes comportamientos a estímulos ambientales, pasando por la forma, ubicación y función de cada parte del cuerpo. Es por eso que para erradicar una enfermedad genética, no bastaría con extraer el gen responsable porque seguramente ese gen comparte con otros la codificación de la enfermedad. Y si para ese caso fuera único, probablemente sería corresponsable de otras muchas y variadas funciones y estructuras imprescindibles para la armonía vital.

Proyecto Genoma Humano

El Proyecto Genoma Humano ha sido un gran esfuerzo cooperativo internacional para investigar el genoma humano de manera integral. En él participan centros de diferentes países, de los cuales los principales se encuentran los Estados Unidos y en el Reino Unido así como compañías privadas.

El objetivo primero del proyecto fue determinar la secuencia entera de los tres mil millones de pares de bases nucleotídicas en el ADN del genoma humano y ubicar los genes dentro de él. En 2000 se publicó una primera aproximación de la secuencia de bases a lo largo de las moléculas de ADN de los cromosomas humanos, lo que se ha ido completando y perfeccionando en los años siguientes. Otro paso es la descripción completa de la estructura y función del conjunto de proteínas que pueden ser producidas por las células humanas, es decir el proteoma humano. Esta etapa es muy compleja y requiere más tiempo que los quince años inicialmente planificados para el desarrollo del Proyecto del Genoma Humano.

El número exacto de genes en el genoma aún se sigue discutiendo pero se considera que se aproxima a 25.000 a 28.000. El reducido número de genes de la especie humana (mucho menor que el que se esperaba) no implica un número igualmente reducido de proteínas ya que se ha estimado que el número de proteínas es mayor a 100.000. Cabe aclarar que sólo una porción muy pequeña del ADN está ocupada por genes que codifican proteínas, ya que la mayor parte son genes reguladores que controlan el funcionamiento del resto con un altísimo grado de sofisticación.

Si bien desde el punto de vista ético existen diversas posturas a favor y en contra del Proyecto Genoma Humano (ha entrañado entre otros, el riesgo de que se llegara a patentar genes), en el año 2003 se logró describir por primera vez las características generales del genoma de la especie humana. Esto abre la posibilidad de un progreso considerable, impensable antes, en el esclarecimiento de la etiología genética de las enfermedades humanas.

En los últimos años se ha ido secuenciado el genoma de numerosas especies de animales y plantas.

Bibliografía

- CURTIS, H., BARNES, N. Biología. 6ª edición. Ed. Panamericana. Tema: Leyes de Mendel (Cáp. 12), Código genético (Cáp. 14), Genoma Humano (Cap. 19, 532-536).
- PASSARGE, E. Genética: texto y atlas, 2º Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2004. 470 p.
- SOLARI, A. Genética humana: Fundamentos y aplicaciones en la medicina. 3º Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2004. 568 p.

QUÍMICA

Taller de integración I: membranas biológicas

Este taller pretende generar un espacio de discusión para integrar los contenidos de la disciplina Química Biológica y relacionarlos con conceptos de otras disciplinas del área Crecimiento y Desarrollo.

El objetivo de este taller es analizar la estructura y función de las membranas biológicas, integrando conceptos de proteínas, transferencia de información genética y su relación con otras disciplinas del Área como Fisiología e Histología.

MODALIDAD DE TRABAJO:

La modalidad del encuentro sobre Integración de contenidos de la disciplina Química Biológica consiste en la discusión de las respuestas a las preguntas planteadas más abajo. Por ello, es necesario dedicar el tiempo adecuado a la lectura comprensiva de la bibliografía y a la resolución de las preguntas previo al taller.

La dinámica del taller depende del trabajo previo al taller y de la contribución personal, de la iniciativa en la participación y de la receptividad hacia los aportes de los otros compañeros.

También es importante el uso efectivo del tiempo de duración del taller. Por lo tanto, la participación espontánea y el control del tiempo para las discusiones contribuyen a la optimización del uso del mismo.

CONTENIDOS

Constitución química de las membranas biológicas (UP2)

Membranas celulares: composición química. Estructura y propiedades de los ácidos grasos como componentes de los lípidos de membrana. Estructura de los lípidos que componen las membranas biológicas: glicerofosfolípidos, esfingofosfolípidos, cerebrósidos y gangliósidos.

Características de las membranas: asimetría y fluidez. Función del colesterol en las membranas. Proteínas integrales y periféricas.

IMPORTANTE: recuperar contenidos desarrollados durante los seminarios del Módulo Introductorio y que aparecen descriptos en UP 1 y UP2 (NOCIONES BÁSICAS DE QUÍMICA, PROTEÍNAS; TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA)

RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS:

- Química Biológica. Antonio Blanco-Gustavo Blanco. Editorial El ateneo. Cap. 5 “Lípidos”, Cap. 11 “Membranas”
- Bioquímica. Conceptos esenciales. Feduchi-Romero-Yáñez-Blasco-García Hoz. Cap. 3

- “Lípidos”, Cap. 9 “Membranas biológicas”. De los capítulos de Lípidos, solo considerar los contenidos referidos a la estructura de los lípidos pertenecientes a la membrana.

OTROS RECURSOS

- Aplicar conceptos desarrollados en otras disciplinas (Histología, Fisiología, etc)

CONSIGNAS:

La superficie externa de las células está revestida por la membrana plasmática. Las organelas membranosas intracelulares también están rodeadas por membranas cuya organización básica es similar a la de la membrana plasmática. El envoltorio nuclear está compuesto por dos membranas paralelas con un espacio perinuclear interpuesto y presenta poros nucleares.

Todas las membranas biológicas están constituidas por lípidos y proteínas.

- ¿Cuáles son las funciones que cumplen las membranas biológicas en las células?
- Los lípidos de las membranas biológicas son moléculas anfipáticas ¿Cómo se comportan las moléculas polares y apolares en el agua? Explique las interacciones que ocurren en cada caso.
¿Qué significa que una molécula sea anfipática?
- Los ácidos grasos son un componente estructural de los lípidos de las membranas.
¿Cuál es la estructura de un ácido graso?
- Explique el concepto de ácido graso saturado e insaturado. ¿Qué tipos de isómeros se generan por la presencia de dobles enlaces en las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos?
- ¿Todos los ácidos grasos adoptan la misma disposición espacial?
- Defina temperatura de fusión y explique la relación entre la temperatura de fusión y la presencia de dobles enlaces en los ácidos grasos.
- Identifique en un esquema de los diferentes fosfolípidos (glicerofosfolípidos y esfingomielina) y glucolípidos la parte polar y no polar y determine a qué moléculas corresponde cada parte.
- ¿Cómo es la fluidez de las membranas biológicas de acuerdo a la composición de los lípidos?
- ¿Qué función cumple la presencia del colesterol en las membranas plasmáticas?
- ¿Cómo se clasifican las proteínas de membrana según su interacción con la bicapa lipídica?
- ¿Pueden las proteínas de membrana asociarse con moléculas de otra naturaleza?

12. ¿Qué niveles de organización estructural presentan las proteínas integrales y periféricas? Explique cómo esta organización está relacionada con su función en la membrana.
13. ¿Qué características definen a las proteínas integrales?
¿Qué funciones tienen en la membrana?
¿Cómo se disponen las cadenas laterales de los aminoácidos de las proteínas integrales en relación con la bicapa lipídica?
14. ¿Cómo se relaciona la estructura de las proteínas de membrana con los diferentes tipos de transporte a través de la membrana?
15. Las proteínas periféricas no alcanzan el centro hidrofóbico de la bicapa lipídica. ¿Cómo están unidas a la membrana?
16. ¿Qué funciones específicas desempeñan las proteínas periféricas en la membrana?
17. ¿Es igual la composición lipídica y proteica de todas las membranas biológicas?
18. ¿Qué significa que las membranas celulares sean asimétricas? Fundamente su respuesta.
19. ¿Cómo afectaría una alteración de la fluidez al funcionamiento celular? (Por ejemplo, el transporte de moléculas o en la respuesta a señales externas)
20. ¿Dónde está contenida la información genética para la síntesis de las proteínas de membrana?
21. Para la síntesis de proteínas de membranas, ¿es necesaria la replicación del ADN?
22. Durante el proceso de transcripción previo a la síntesis de proteínas de membrana, ¿se transcriben los mismos genes en todas las células?
Discuta qué significa que la transcripción sea selectiva y qué determina esta selectividad.
Explique cómo se relaciona este proceso con la diferenciación celular observada en los tejidos.
23. ¿Cómo se interpreta la información genética contenida en la secuencia de nucleótidos del ADN?
24. Explique qué consecuencias podría tener, sobre la estructura y función de una proteína de membrana, una mutación puntual donde cambia una única base nitrogenada.

GUÍA DE ESTUDIO

QUÍMICA BIOLÓGICA

Aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos Nucleicos y transferencia de la información genética.

Las siguientes preguntas y consignas están diseñadas para guiar el estudio de los contenidos correspondientes a las Unidades Problemáticas 1 y 2 del Área Crecimiento y Desarrollo. Su propósito es ayudar a organizar la lectura, identificar los conceptos centrales y favorecer una comprensión progresiva e integrada de los temas trabajados.

Se sugiere utilizarlas como una herramienta de acompañamiento durante el proceso de estudio.

Desarrollo

Ejercitaciones sugeridas

1) La siguiente lista indica la cantidad aproximada de aminoácidos que ingiere un recién nacido en mg/día/kilo de peso corporal, alimentado con leche materna: Alanina 78 Glicina 48 Prolina 180 Valina 130 Treonina 87 Lisina 135 Serina 81 Ac. Glutámico 337 Leucina 180 Taurina 9 Histidina 46 Arginina 37 Tirosina 57 Triptofano 45 Fenilalanina 72 Metionina 28 Isoleucina 100 Cisteína 37 Asparagina 146

a - Esta mezcla posee los tres aminoácidos de cadena ramificada, ¿cuáles son?

.....

.....

.....

.....

b - ¿Cuáles son los aminoácidos básicos y por qué se denominan así?

.....

.....

.....

.....

c - ¿Cuál de los aminoácidos incluidos no forman parte de las estructuras proteicas habituales? Nombre los aminoácidos que tengan anillo aromático.

.....

.....

.....

.....

d - Nombre los que tengan grupos hidroxilo, los que tengan cadena lateral polares y los que tengan cadena lateral apolares. ¿Qué ubicación tendrán estos aminoácidos cuando formen parte de una proteína que se halla disuelta en agua? (superficie o interior de la molécula).

.....

.....

.....

.....

e - ¿Qué comportamiento químico presenta el aminoácido que predomina en la ingesta del niño?

.....

.....

.....

.....

2) Dados los siguientes péptidos: alanil-leucil-serin-cisteína y cisteinil-serin-leucil-alanina:

a - ¿Cuántas uniones peptídicas presenta cada uno?

.....

.....

.....

.....

b - En cada uno de los ejemplos identifique el extremo carboxilo y grupo amino terminal.

.....

.....

.....

.....

c - ¿En qué se diferencian y asemejan ambos péptidos?

.....
.....
.....
.....

d - ¿Cómo puede lograr la hidrólisis de estos péptidos?

.....
.....
.....
.....

e - ¿Cuáles son los productos de la hidrólisis del primer péptido?

.....
.....
.....
.....

f - ¿Qué uniones se podrían establecer entre las cadenas laterales de los péptidos al interactuar entre sí?

.....
.....
.....
.....

3) Si después de la hidrólisis de una proteína aparecen otras sustancias orgánicas e inorgánicas además de los aminoácidos la proteína se llama Esas sustancias orgánicas e inorgánicas unidas a las proteínas se llaman..... Respecto de los aminoácidos constituyentes de las proteínas humanas:

a-todos pertenecen a la misma serie L.

b-algunos son levógiros y otros dextrógiros.

c-son todos levógiros.

d-todos pertenecen a la serie D.

e-a + b

f-c + d

4) Si en un polipéptido se invierten las posiciones de los aminoácidos extremos se obtiene el mismo péptido porque se mantienen los mismos aminoácidos. (Elija "verdadero" o "falso" y justifique su respuesta).

VERDADERO -FALSO

.....
.....
.....
.....

5) La hidrólisis exhaustiva de una proteína ¿conduce al conocimiento de la estructura primaria de la misma? Justifique su respuesta.

.....
.....
.....
.....

6) Nombre los factores que pueden desnaturalizar una proteína.

.....
.....
.....
.....

7) Señale las proposiciones incorrectas respecto de la desnaturalización de las proteínas:

a) provoca la pérdida de la actividad biológica.

b) destruye sólo las estructuras terciarias y cuaternarias.

c) destruye todas las estructuras de la organización de las proteínas.

d) disminuye la solubilidad de las proteínas.

8) Un número alto de proteínas naturales son muy ricas en cistina y sus propiedades mecánicas (viscosidad, resistencia a la tensión) están correlacionadas con el contenido de cistina. Explique las bases moleculares de dicha correlación. Relacionar función biológica con estructura proteica del colágeno. ¿Cómo afectaría la desnaturalización proteica a la función biológica de la proteína?

.....
.....
.....
.....

9) ¿Qué estructuras presenta el colágeno? Relacione estructura-función biológica.

.....
.....
.....
.....

10) Profundice acerca de la distribución del colágeno en los vertebrados.

.....
.....
.....
.....

11) ¿Qué entiende por "catalizador"?

.....
.....
.....
.....

12) ¿Qué diferencia a un catalizador biológico de un catalizador químico de una reacción?

.....
.....
.....
.....

13) ¿De qué manera puede medirse la actividad enzimática?

.....
.....
.....
.....

14) ¿Cuál es la unidad de actividad enzimática?

.....
.....
.....
.....

15) ¿Qué entiende por “temperatura óptima de reacción enzimática”?

.....
.....
.....
.....

16) ¿Qué entiende por “pH óptimo de reacción”?

.....
.....
.....
.....

17) ¿Cómo puede afectar la desnaturalización proteica a la función de una enzima? ¿Esto es un proceso reversible o irreversible?

.....
.....
.....
.....

18) ¿En qué lugar de la célula se almacena la información genética?

.....
.....
.....
.....

19) ¿Qué son los “nucleósidos” y dónde se encuentran?

.....
.....
.....
.....

20) Complete el siguiente texto referente a las bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos: Las bases que constituyen los ácidos nucleicos son compuestos heterocíclicos que contienen y carbono en sus anillos. Adenina y guanina son que contienen un par de anillos fusionados, citosina son que contienen un solo anillo. Los monómeros de los ácidos nucleicos se denominan y son ésteres fosfóricos de los nucleósidos.

21) Intente esquematizar la estructura del ADN de una manera sencilla y comprensible, que le permita entender qué significa cada parte del esquema desde un punto de vista químico. Diferencie el ADN de células eucariotas del de células procariotas ¿Cuántos tipos de RNA podría describir y dónde se encuentran?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

22) ¿Cómo se denomina el proceso de copia del ADN para formar nuevas hebras de ADN? ¿Cómo, el de copiar ADN para formar ARN? ¿Qué enzimas fundamentalmente intervienen en uno y en otro proceso? ¿Cuáles son los sustratos de las reacciones anteriormente mencionadas?

.....
.....
.....
.....

23) ¿Qué entiende por “horquilla de crecimiento”?

.....
.....
.....
.....

24) ¿Qué son los “fragmentos de Okasaki”?

.....
.....
.....
.....

25) La organización de los genes es distinta en procariotes y en eucariotes. Una diferencia fundamental es que en los procariotes, los genes codificadores de proteínas que cumplirán con una función metabólica dada generalmente tienen una disposición continua. En eucariotes esto no es así, e inclusive existen en sus hebras de ADN secuencias codificadoras, denominadas, y secuencias no codificadoras de proteínas, denominadas

.....
.....
.....
.....

26) ¿Qué entiende por procesamiento del RNA heterogéneo nuclear?

.....
.....
.....
.....

27) ¿Cómo se denomina el proceso de síntesis proteica? ¿Qué ubicación subcelular tiene dicho proceso? ¿Por qué piensa que puede denominarse de esa manera?

.....
.....
.....
.....

28) ¿Qué entiende por “código genético”? ¿Qué significa “universalidad y degeneración” del mismo?

.....
.....
.....
.....

29) ¿Qué significa “mecanismos de regulación reprimibles e inducibles”?

.....
.....
.....
.....



UNIDAD 3

MATERIAL DE ESTUDIO



CONTENIDO

Material bibliográfico

- **Magnitudes y operaciones matemáticas básicas.**
- **Física Biológica. Dispersiones – soluciones. Formas de expresar su concentración**
- **Física Biológica - Transporte a través de membranas biológicas.**

Laboratorios y Seminarios

- **Física Biológica - Soluciones. Formas de expresar su concentración**
- **Física Biológica - Transporte a través de membranas biológicas**

Guías de Estudio

- **Fisiología Humana - Guía de estudio N°2**

Magnitudes y operaciones matemáticas básicas

OBJETIVOS DEL SEMINARIO:

El objetivo principal del seminario es identificar magnitudes frecuentemente empleadas en medicina y conocer el uso apropiado de sus unidades, además de repasar algunas operaciones matemáticas básicas.

¿QUE ES MEDIR?

Medir es el proceso de comparar una magnitud desconocida (como longitud, masa o tiempo) con un patrón o unidad de referencia para determinar cuántas veces esa unidad está contenida en la primera, obteniendo un valor numérico y una unidad.

La física es la ciencia de la medición de magnitudes, por ejemplo: longitud, masa, peso, tiempo, aceleración, etc.

MAGNITUD:

Llamamos magnitud al producto de un valor numérico por un patrón de medida o unidad.

El valor numérico al que hacemos referencia es un número real (ver anexo).

Magnitud se refiere a una propiedad de un cuerpo o fenómeno que es susceptible de ser medida (como longitud, masa, tiempo), expresada por un número y una unidad. Es decir, es un atributo que puede ser cuantificado.

Pueden ser de dos tipos:

- Escalares: Se definen por un número y una unidad. Ejemplos: masa, tiempo.
- Vectoriales: Necesitan además, dirección y sentido. Ejemplos: fuerza, velocidad, aceleración.

SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS (SI)

En algunos países para una misma magnitud pueden adoptarse diferentes patrones de medida, por ejemplo, para la magnitud longitud, en Inglaterra se utiliza el pie, en nuestro país, el metro.

El Sistema Internacional de Unidades (SI) es un sistema constituido por siete unidades básicas: metro, kilogramo, segundo, kelvin, amperio, mol y candela, que definen las correspondientes magnitudes físicas fundamentales y que han sido elegidas por convención.

MAGNITUDES FÍSICAS FUNDAMENTALES

Las magnitudes fundamentales son las siete magnitudes básicas e independientes que sirven de base para todas las demás magnitudes físicas, según el Sistema Internacional (SI): longitud (metro, m), masa (kilogramo, kg), tiempo (segundo, s), corriente eléctrica (amperio, A), temperatura termodinámica (kelvin, K), cantidad de sustancia (mol, mol) e inten-

sidad luminosa (candela, cd). No se pueden definir a partir de otras, sino que son las unidades primarias para medir el universo.

Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud (l)	Metro	m
Masa (m)	Kilogramo	kg
Tiempo (t)	Segundo	s
Temperatura (T)	Kelvin	K
Cantidad de sustancia (n)	Mol	mol
Corriente eléctrica (I)	Ampere	A
Intensidad luminosa (I_v)	Candela	cd

MAGNITUDES FÍSICAS DERIVADAS

Las magnitudes derivadas son aquellas que se obtienen al combinar dos o más magnitudes fundamentales (como longitud, masa, tiempo) mediante operaciones matemáticas (multiplicación o división), definiendo nuevas propiedades físicas como la velocidad, aceleración, fuerza, área, volumen y densidad, y se expresan en unidades que también son derivadas, como el metro por segundo (m/s) o el Newton (N).

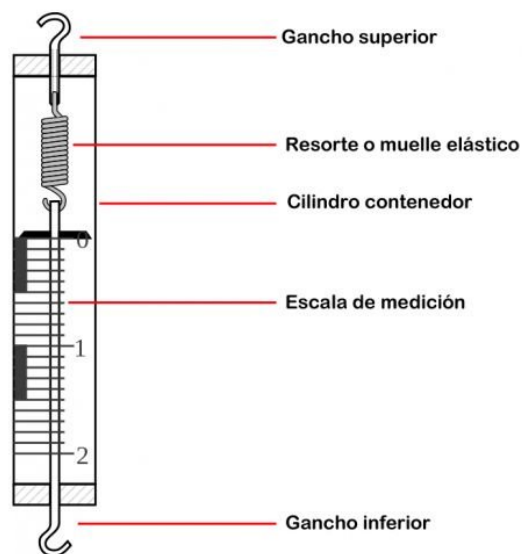
Magnitud	Unidad	Símbolo
Superficie	Metro cuadrado	m ²
Volumen	Metro cúbico	m ³
Densidad	Kilogramo por metro cúbico	Kg/m ³
Velocidad	Metro por segundo	m/s
Aceleración (A)	Metro por segundo cuadrado	m/s ²
Fuerza (F)	Newton	N= kg.m/s ²
Presión (P)	Pascal	Pa=N/m ²
Trabajo (W)	Joule	J
Energía cinética ($\frac{1}{2}mv^2$)	Joule	J
Energía potencial (mgh)	Joule	J
Calor (Q)	Joule	J
Energía interna (U)	Joule	J
Entalpía (U + pV)	Joule	J
Potencia (P)	Watt	W= J/s
Carga eléctrica (q)	Coulomb	C= A.seg

Fuerza electromotriz (E)	Voltio	J/Cb
Resistencia (R)	Ohm	V/A
Frecuencia (f)	Hertz	s ⁻¹
Molaridad	M	mol/lit
Actividad	Becquerel	dps
Dosis absorbida (Gray)	Gy	J/kg

MASA Y PESO:

Masa: es una magnitud de base y escalar. No depende de la gravedad, es una propiedad inherente a la cantidad de materia. Se mide en kg, con una balanza.

Peso: es una magnitud derivada y vectorial. Es una fuerza ($F = \text{masa} \times \text{aceleración}$), depende de la gravedad. Se mide en Newton (N), con un dinamómetro.



Dinamómetro

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS DE LAS UNIDADES DE MEDIDA.

Hemos definido las magnitudes de base y sus unidades correspondientes. Pero, para ciertos casos estas unidades pueden resultar inapropiadas. Tomemos por ejemplo la longitud y consideremos los dos casos siguientes:

1. Medición del diámetro celular. Si quisiéramos expresarlo en metros, el valor numérico sería muy pequeño y difícil interpretación; tendríamos que tratar de definir un patrón de medida menor que la unidad, que esté contenido en ella un número conocido de veces: submúltiplo. Para el caso del ejemplo, el valor del diámetro celular medido en metros es de 0.00001 a 0.00003 metros. Esta misma longitud medida en un submúltiplo del metro, la micra (o

micrómetro), es de 10 a 30 micras. En un metro “entran” un millón de micras.

2. Distancia que separa dos ciudades. En este caso el valor numérico sería muy grande y deberíamos definir una unidad de medida mayor que el metro y que lo contenga una cantidad de veces conocida: múltiplo. Para este ejemplo podemos decir que una ciudad está separada de otra por 300.000 metros o 300 kilómetros.

Como se puede observar, se utilizan múltiplos o submúltiplos de una de las magnitudes fundamentales, que mejor se adecuen a la situación que estamos analizando.

Los múltiplos son unidades de medida más grandes que la unidad base (como el metro), mientras que los submúltiplos son unidades más pequeñas. Por ejemplo, los múltiplos del metro son el decámetro, hectómetro y kilómetro, mientras que los submúltiplos son el decímetro, centímetro y milímetro. Ambas se utilizan para expresar magnitudes de manera más simple.

La tabla de prefijos para designar múltiplos y submúltiplos y su relación con la unidad de medida se da a continuación:

MÚLTIPLOS		
Prefijo	Símbolo	10^n
Sin prefijo	Sin símbolo	10^0
Deca-	da	10^1
Hecto-	h	10^2
Kilo-	k	10^3
Mega-	M	10^6
Giga-	G	10^9
Tera-	T	10^{12}
Peta-	P	10^{15}
Exa-	E	10^{18}
SUBMÚLTIPLOS		
Deci-	d	10^{-1}
Centi-	c	10^{-2}
Mili-	m	10^{-3}
Micro-	μ	10^{-6}
Nano-	n	10^{-9}
Pico-	p	10^{-12}
Femto-	f	10^{-15}
Atto	a	10^{-18}

PRODUCTO:Propiedades de la multiplicación

1. Conmutativa
El orden de los factores no modifica el producto.
 $a.b.c = a.c.b = c.a.b$
2. Asociativa
El modo de agrupar los factores no varía el resultado de la multiplicación
 $a.b.c.d = (a.b).(c.d) = (a.c).(b.d)$
3. Existencia de neutro
El 1 es el elemento neutro de la multiplicación porque todo número multiplicado por él da el mismo número. $a.1 = a$
4. Operación inversa
Definimos "1/a" como "el recíproco de a" si $a \neq 0$. Multiplicados a y su recíproco se obtiene el elemento neutro. $a \cdot 1/a = 1$
5. Ley de cierre
El producto de dos números reales es otro número real. $a \wedge b \in \mathbb{R} \Rightarrow (a.b) \in \mathbb{R}$

RESTA:Propiedades de la resta:

1. La resta No es conmutativa.
El orden de los elementos modifica el resultado.
 $4-2=2 \quad 2-4= -2$
2. No es asociativa.
El agrupamiento de factores cambia el resultado.
 $12-8-2=2 \quad 12-(8-2)=6$
3. El resultado de restar dos números naturales, puede no ser otro número natural. Por ejemplo, cuando el resultado es un número negativo.
4. El elemento neutro es 0.

DIVISIÓN:Propiedades de la división:

1. La propiedad conmutativa hace referencia al intercambio del orden de la operación. Es decir, si resulta lo mismo a/b que b/a . La división no cumple esta propiedad.
2. No es asociativa.
3. El elemento neutro es 1.
4. Cero dividido cualquier número = 0.
5. No se puede dividir por cero.

REGLA DE LOS SIGNOS

Es aplicable a operaciones con números reales, especialmente producto y cociente.

$(+a) \times (+b) = + ab$	$(+a) : (+b) = + (a/b)$
$(+a) \times (-b) = - ab$	$(+a) : (-b) = - (a/b)$
$(-a) \times (+b) = - ab$	$(-a) : (+b) = - (a/b)$
$(-a) \times (-b) = + ab$	$(-a) : (-b) = + (a/b)$

Algunos ejemplos

- a) $(-3) \times (-1) \times (-3) = -9$
- b) $(-4) \times (+5) : (-2) = +10$
- c) $(-36) : (-6) = +6$

POTENCIACION

La potenciación es una operación matemática entre dos términos denominados: base y exponente. Se escribe y se lee normalmente como « ... elevado a la ... ». Hay algunos exponentes especiales como el 2, que se lee al cuadrado, y el 3, que se lee al cubo.

Se llama potencia enésima de un número al producto "n" veces iguales a "a": $n =$ exponente

$a =$ base

Por ejemplo: $2^5 = 2.2.2.2.2 = 32$

Los exponentes cumplen las siguientes propiedades:

- a. Producto: cuando hay un producto de potencias de igual base los exponentes se suman $a^m.a^n = a^{m+n}$
- b. Cociente: cuando hay un cociente de potencias de igual base, los exponentes se restan Ejemplo: $10^4/10^3=101$
- c. Distributiva respecto al producto: Ejemplo:
 $(a.b)^m = a^m.b^m$
 $(4.3)^3 = 4^3.3^3$
- d. Distributiva respecto al cociente $(a:b)^n = a^n:b^n$
- e. Potencia de potencia $(a^m)^n = a^{m.n}$
- f. NO es distributiva respecto a la suma de potencias
 $(a+b)^n \neq a^n + b^n$
- g. $a^0=1$; $a \neq 0$
- h. $a^{-n} = (1/a)^n = 1/a^n$

LOGARITMO

Como ya vimos, en matemáticas, definida una operación, se trata de encontrar una operación INVERSA.

Al enunciar las propiedades de la suma definimos los números opuestos y vimos que restar consiste en "sumar el opuesto", es decir, definida la suma nos quedó definida su operación inversa: la resta. Cuando hicimos lo propio con el producto introdujimos el concepto de número recíproco (todo número real tiene recíproco excepto el cero), de tal manera que nos queda definido el cociente (por lo antedicho el divisor o denominador nunca toma el valor cero).

En el caso de la potenciación podemos definir dos operaciones inversas: la radicación y el logaritmo. El siguiente ejemplo muestra la relación existente entre la potenciación y sus dos operaciones inversas:

$$a^b = c$$

Operaciones inversas:

- Radicación: $\sqrt[n]{c} = a$
- Logaritmo: $\log_a c = b$

Se llama logaritmo en base a de c , al número “ n ” (b en el ejemplo), tal que a , elevado a $n=c$.

Un logaritmo es el exponente al que se debe elevar una base para obtener un número determinado.

El logaritmo de un número c es el exponente b al que tengo que elevar un número fijo a (base) para obtener c .

Ejemplo: $10^2 = 100$

¿A qué número tengo que elevar a 10 para que me de 100?
 $\log_{10} 100 = 2$

Cuando $a = 10$, se llama logaritmo decimal ($\log$)

Cuando $a = e$ (2.71818...), se llama logaritmo neperiano ($\ln$)

REGLA DE TRES SIMPLE

La regla de tres simple es un método matemático para resolver problemas de proporcionalidad directa o inversa, encontrando un valor desconocido (incógnita, “ x ”) a partir de tres valores conocidos que forman una relación proporcional; se resuelve organizando los datos, según sea directa (más de uno, más del otro) o inversa (más de uno, menos del otro).

Regla de Tres Simple Directa (Proporcionalidad Directa)

Se usa cuando las magnitudes aumentan o disminuyen juntas (ej: más km, más gasolina).

- Ejemplo: Si 3 lápices cuestan \$15, ¿cuánto cuestan 5 lápices?
 - ◇ Organizar:
 - » 3 lápices = \$15
 - » 5 lápices = x
 - ◇ Resolver: Multiplicar en diagonal (5×15) y dividir por el número que queda solo (3).
 - » $x = (5 \times 15) / 3 = 75 / 3 = \$25$.
 - ◇ Respuesta: 5 lápices cuestan \$25.

Los cocientes $25/5$ y $15/3$ son iguales.

Un caso particular de regla de tres simple directa lo constituye el cálculo de porcentajes.

¿Cuál es la particularidad?

La proporcionalidad se refiere a 100. Definimos entonces porcentaje o por ciento de una cantidad con respecto a otra a la razón entre la primera y la segunda expresada en centésimos.

Ejercicio resuelto:

¿Qué porcentaje de 6500 glóbulos blancos representan 3220 linfocitos?

$$6500/3220 = 100/x$$

$$x = 3220 \cdot 100/6500 = 49,5\%$$

$$\text{O bien } 3220/6500 = 0.495$$

Regla de Tres Simple Inversa (Proporcionalidad Inversa)

Se usa cuando una magnitud aumenta y la otra disminuye (ej: más obreros, menos tiempo).

- Ejemplo: Si 2 obreros tardan 4 horas en pintar una pared, ¿cuánto tardará 1 obrero?
 - ◇ Organizar:
 - » 2 obreros = 4 horas
 - » 1 obrero = x horas
 - ◇ Resolver: La lógica es inversa. Multiplicar los números conocidos y dividir entre el número que queda solo (la lógica es la misma para la operación, pero la relación es inversa).
 - » $x = (2 \times 4)/1 = 8/1 = 8$ horas
 - ◇ Respuesta: 1 obrero tardará 8 horas.

Los productos 2×4 y 8×1 , son iguales

FUNCIONES

Una función es una regla matemática que relaciona dos variables entre sí, una variable *dependiente*, generalmente “ y ”, cuyos valores depende de los valores que se le asignen a otra variable, llamada *independiente* o “ x ”.

Una función es una relación matemática. Existen muchas relaciones matemáticas, pero no todas son funciones. Para que una relación sea una función, se debe cumplir que para cada valor de la variable independiente x , exista sólo un valor de la variable independiente y .

La función transforma el valor de x como si fuese una máquina en la cual ingresan los valores de x y en el pasaje salen transformados en y .

Por ejemplo: el precio del envío de un paquete por encomienda (variable dependiente) va a depender del peso del paquete (variable independiente).

Se dice que dos magnitudes son directamente proporcionales cuando a cada cantidad de una de ellas le corresponde una sola de la otra y recíprocamente. Por otra parte, si a una cantidad de la primera magnitud se la multiplica o divide por un número, la cantidad correspondiente de la segunda queda, respectivamente, multiplicada o dividida por ese número.

Funciones lineales:

Una función lineal es una función polinómica de primer grado, es decir, expresan una sola variable. Puede expresarse como:

$$y = ax + b$$

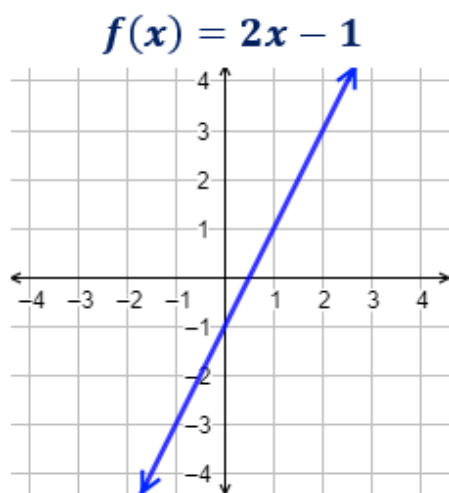
$$f(x) = ax + b$$

Donde x es la variable independiente.

“ a ” es un factor constante que multiplica dicha variable. Indica cuanto aumenta o disminuye “ y ” cuando “ x ” aumenta.

“ b ” indica cuánto vale “ y ” cuando x vale 0 (ordenada al origen).

El coeficiente “ a ” es la pendiente de la recta.



Funciones exponenciales:

Se conocen así a todas aquellas funciones de la forma:

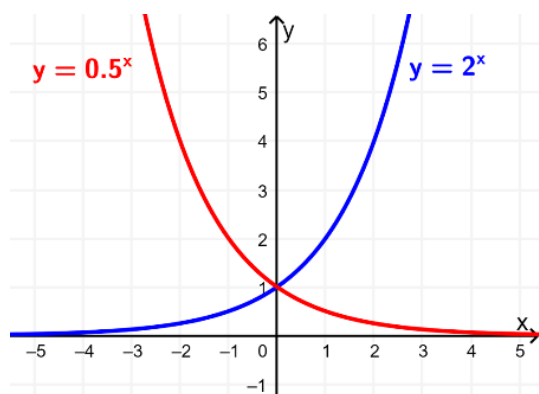
$$f(x) = a^x$$

En donde: “ a ” es una constante y el exponente la variable independiente.

Esta función recibe el nombre exponencial porque la variable independiente se encuentra como exponente. La definición de función exponencial exige que la base sea siempre positiva y diferente a 1 ($a > 0$ y $a \neq 1$). La condición de que “ a ” sea diferente de 1 se debe a que al reemplazar “ a ” por 1, la función a^x se transforma en una función constante.

La base no puede ser negativa porque dichas funciones no tienen sentido en los números reales.

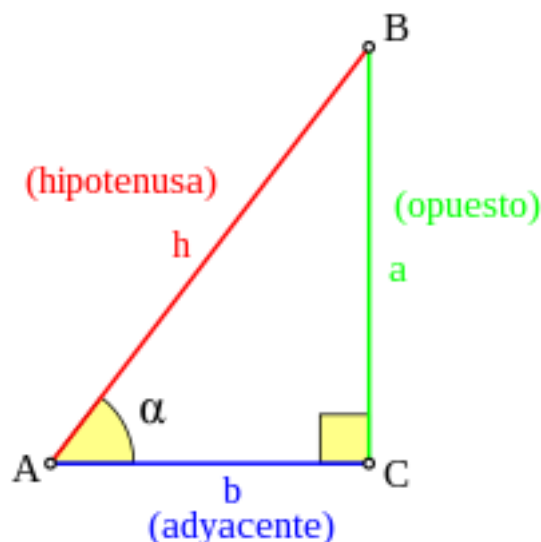
El dominio de la función exponencial está formado por el conjunto de los números reales y su recorrido está representado por el conjunto de los números positivos.



Funciones trigonométricas

Son funciones del valor del ángulo no recto de un triángulo rectángulo.

En todo triángulo rectángulo existe una relación constante entre la longitud de cada cateto entre sí y con la hipotenusa, mientras sus ángulos no se modifiquen.

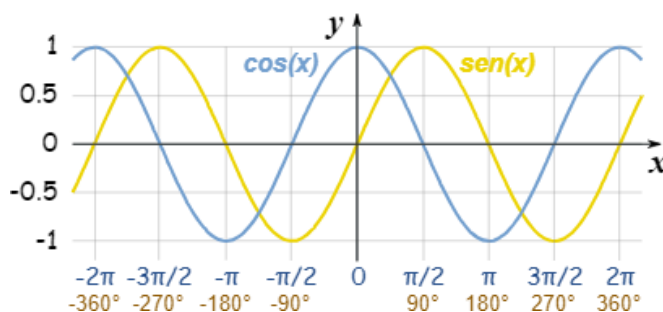


Seno de α = cateto opuesto/hipotenusa. Coseno de α = cateto adyacente/hipotenusa.

Tangente de α = cateto opuesto/cateto adyacente.

Las funciones trigonométricas son funciones periódicas, repiten el valor resultante o dependiente cada 360° .

Función seno y coseno:



EJERCICIOS

1. ¿A cuántos kilómetros equivalen 50 metros?
2. ¿Cuántos mililitros están presentes en un decilitro?
3. Expresar el siguiente número en notación científica: 2.500.000
4. Expresar en notación científica el siguiente número: 0.0000000018
5. ¿Cuántos picómetros son 38 mm?
6. ¿A cuántos metros cúbicos equivalen 33 ml?

7. A un paciente portador de artritis reumatoide, que pesa 70 kg, es necesario administrarle 3,5 g de aspirina por día como tratamiento antiinflamatorio.
Si el paciente pesara 82 kg ¿cuántos gramos de aspirina serían necesarios para lograr el mismo efecto?
70 kg de peso.....3,5 g de aspirina por día
82 kg de peso..... x =
8. En 500 ml de una solución hay 25 gramos de glucosa. En qué volumen encontramos $5,5 \times 10^{-4}$ kg de glucosa?
9. Tres canillas demoran 10 horas en llenar un depósito de agua. ¿Cuántas horas se requerirán para llenar el depósito con 5 canillas?
10. Un mol de glucosa pesa 180 gramos. ¿Cuántos gramos deberé pesar para obtener 25 milimoles de glucosa?

RESPUESTAS:

1. 0.05 km
2. 100 ml
3. 2.5×10^6
4. 1.8×10^{-9}
5. 3.8×10^{10}
6. 3.3×10^{-5}
7. 4.1 g
8. 11 ml
9. 6 h
10. 4.5 g

ANEXO

EL LENGUAJE DE LA MATEMÁTICA.

Cada ciencia tiene su lenguaje y su simbología particular. Algunos de los símbolos más frecuentemente usados tanto en Lógica como en Matemáticas, se presentan a continuación, con su correspondiente significado:

- = es igual,
- $\neq$ no es igual
- > es mayor que,
- < menor que
- $\geq$ es mayor o igual que,
- $\leq$ es menor o igual que
- $\in$ pertenece
- $\notin$ no pertenece
- $\exists$ existe por lo menos uno,
- $\nexists$ no existe
- $x > 0$ x es positivo
- ∞ infinito
- Δ variación, diferencia entre valores
- $a < x < b$ el valor de x oscila entre a y b
- $\Rightarrow$ por lo tanto, implica

NÚMEROS: ¿qué es un número?

Un número es todo signo o símbolo utilizado para desig-

nar cantidades, valores o entidades que se comportan como cantidades. Es la expresión de la relación existente entre la cantidad y la unidad. Es un ente que nos sirve para contar y establecer un orden de sucesión entre las cosas.

Los números se pueden clasificar en: Naturales, Enteros, Racionales, Irracionales y Reales.

- Números naturales:** Son los que utilizamos en forma habitual para contar. Son positivos y sin parte decimal, se representan con la letra N. $N = \{1, 2, 3, \dots\}$
- Números enteros:** Es un conjunto numérico que contiene a los números naturales, sus opuestos (negativos) y al cero. También es infinito, se representa con la letra Z. $Z = \{\dots, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots\}$.
- Números racionales:** Son todos los números que pueden representarse como el cociente entre dos números enteros, es decir, una fracción, con un denominador distinto de cero. Se representan con la letra Q.
- Números irracionales:** Son los números que poseen infinitas cifras decimales no periódicas, por eso no pueden escribirse como fracción. Por ejemplo:
 $\pi = 3.141592354 \dots$
 $e = 2.7182818 \dots$
 $\sqrt{2} = 1.4142135624 \dots$
- Números reales:** Es el conjunto de todos los números (incluye a todos los anteriormente descriptos). Se representa con la letra R.

BIBLIOGRAFIA

- Pérez D. Gregorio, Rogelio. (2015). Sistema Internacional de Unidades (SI). Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela, 75(1), 049-074.
- Ubeda de la C, Carlos, Nocetti G, Diego, Alarcón E, Renato, Inzulza C, Alonso, Calcagno Z, Sergio, Castro B, Mario, Vargas C, José, Leyton L, Fernando, Oyarzún C, Carlos, Ovalle V, Marjorie, & Torres C, Boris. (2015). Magnitudes y unidades para dosimetría a pacientes en radiodiagnóstico e intervencionismo. Revista chilena de radiología, 21(3), 94-99. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082015000300004>
- Mulero A., Suero M.A., Vielba A., Cuadros F. El Sistema Internacional de Unidades ... en el supermercado. Revista Española de Física, Vol 16, nº 5, 2002, págs. 41-45.
- Villena L. Sistema Internacional de Unidades (S. I.). Revista Española de Física. V-1, nº 2, 1987, págs. 52-56.
- Física. Seminario Universitario. Material para estudiantes. Unidad 1. Magnitudes. Unidades de medida. Prodanoff, F. https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/secretarias/sac/ingreso/archivos/Unidad_1_fisica.pdf
- Nogueira, Gerardo (2003). Problemas de Regla de Tres. Imaginador. ISBN 978-98-75202-08-5. Teresa, M. Dal (2004). 200 Ejercicios de Regla de Tres. Imaginador. ISBN 9789875202566.
- Ballester Sampedro, José Ignacio; Ballester Sampedro,

Francisco Javier. Ballester Sampedro, Sergio (2008). Ejercicios de proporcionalidad en secundaria (1ra. Edición). Liber Factory. ISBN 978-84-9869- 658-5.

- Margallo Toral, José (2010). Matemáticas, 3 ESO (1ra. Edición). Editorial Editex, S.A. ISBN 978-84- 9771-427-3.

BIOFÍSICA

DISPERSIONES – SOLUCIONES. FORMAS DE EXPRESAR SU CONCENTRACION

Autores : Carlos J. Dabin, Rodrigo Carubini, Diego Crosetti, Natalia Godoy, Martin Perez. Cátedra de Biofísica. Facultad de Ciencias Médicas, UNR. Material Revisado por la Profesora Titular Dra. Alejandra Luquita

Contenidos

- Introducción.
- Dispersiones. Definición y clasificación. Solubilidad
- Concentración de una solución y sus distintas formas de expresión.
- Empírica.
- Molaridad. Número de Avogadro. Mol. Molécula-gramo.
- Normalidad. Ley de electroneutralidad. Equivalente químico-gramo.
- Osmolaridad.
- Diferencia entre concentración y cantidad de soluto.
- Relación PM, mol, equivalente, osmol.
- Dilución.

Introducción

En nuestra vida cotidiana, podemos entender a la materia como “todo aquello que está”, “que ocupa un espacio”, “que llena un recipiente” o “que impresiona nuestros sentidos”. Con más rigor científico, la materia es todo aquello que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio y las sustancias químicas son tipos o clases de materia.

Cada sustancia química tiene propiedades que la identifican y que permiten reconocerla. Estas sustancias en nuestro cuerpo están disueltas en agua, la cual está compuesta también por átomos y forma el 57% del peso de nuestro cuerpo. O sea que nuestra existencia depende de un conjunto de moléculas-biológicas, gases e iones inorgánicos disueltos en agua. Podemos mencionar la existencia de sustancias puras, ejemplo: los elementos químicos como sodio (Na), hierro (Fe), calcio (Ca), cloro (Cl) y mezclas de sustancias que pueden dar lugar a sistemas homogéneos o sistemas heterogéneos.

En cuanto a los sistemas homogéneos, todos los constituyentes están mezclados sin poder distinguirse límites físicos entre ellas, solo se aprecia una solución visualmente uniforme (por ejemplo: mezcla de agua y vinagre). Por el contrario, en los sistemas heterogéneos, las porciones que los constituyen, o algunas de ellas, se perciben con límites de separación entre sí (por ejemplo: mezcla de agua y aceite). Cada una de estas distintas porciones del sistema se llama fase y se hallan separadas por superficies bien delimitadas, que se conocen como interfases. Por lo tanto, sistemas homogéneos son aquellos constituidos por una sola fase, sistemas heterogéneos son aquellos constituidos por más de una fase.

Dispersiones: Definición y Clasificación

Nuestro medio interno está formado por diferentes sustancias disueltas constituyendo las denominadas soluciones. Pero las soluciones son una de las formas en que se clasifican las dispersiones.

Una **dispersión** es la mezcla de dos o más sustancias, denominándose **soluto o fase dispersa** a la/s sustancia/s que se encuentran en menor cantidad en el seno de otra mucha más abundante llamada **solvente o fase dispersante**. Los componentes de esa mezcla pueden verse como una sola fase o distintas fases, como por ejemplo: azúcar en agua, aceite en agua.

Otros ejemplos relacionados a la medicina: Plasma, líquido ascítico, pleural, LCR, (líquido plasmático con glucosa y electrolitos disueltos) una fase; Sangre (glóbulos rojos disueltos en plasma) dos fases. No necesariamente, mezcla homogénea es sinónimo de solución verdadera, ejemplo: la Sangre. A simple vista es homogénea, pero se trata de una dispersión grosera.

Existen diferentes tipos de dispersiones que resultan de las combinaciones posibles entre los tres estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso). Ej.: sólido en sólido (piedras), sólido en gas (humo), gas en sólido (esponja), líquido en líquido (aceite en agua), etc. Tradicionalmente se consideraban estos tres estados de la materia, aunque ahora sabemos que hay otros (plasma, supersólido, condensado atómico) y probablemente se definan más.

El tamaño de las partículas dispersas condiciona muchas de las propiedades de las dispersiones, por lo que se lo utiliza como criterio de clasificación. El tamaño del soluto afecta la visibilidad (a simple vista o con el uso de dispositivos ópticos especiales), la estabilidad en solución y la posibilidad de que el soluto difunda a través de membranas que presentan poros de diferente tamaño (difusibilidad). Se definen así tres tipos de dispersiones cuyas características se muestran en la tabla siguiente.

Características	Tipo de dispersión		
	Heterogéneas	Homogéneas	
	Groseras	Coloidales	Verdaderas
Tamaño de las partículas en nm (1nm=10 ⁻⁹ m)	Mayor a 100	De 1 a 100	Menor a 1

Ejemplos	*arena en agua *humo *aceite en agua	*plasma *el líquido intersticial *cremas cosméticas	*ultrafiltrado plasmático en túbulo renal *lágrimas *sudor *azúcar en agua *sal en agua
Estabilidad			
• gravedad	No	Si	Si
• centrifugación	No	Si	Si
• ultracentrifugación	No	No	Si
Difusibilidad a través de las membranas			
• permeable	No	Si	Si
• dialíticas	No	No	No
• semipermeables	No	No	No

Nota: Las dispersiones coloidales y verdaderas también son denominadas soluciones coloidales y verdaderas, respectivamente.

Solubilidad

Este concepto debe ser introducido para comprender ciertos aspectos de la teoría de soluciones que desarrollaremos.

Se define a la solubilidad como la máxima cantidad de soluto que se disolverá en un volumen dado de solvente, a una temperatura dada, para producir una solución estable (solución saturada). Una solución es no saturada cuando la cantidad de soluto es menor a la máxima, y sobresaturada cuando la cantidad de soluto es mayor. Una solución está saturada cuando no se le puede incorporar más soluto, ya que este exceso, precipita sin disolverse. En consecuencia, coexisten o pueden existir en equilibrio dos fases, una sólida y otra líquida. Si se enfría lentamente una solución saturada, se puede llegar a obtener una solución de mayor concentración a esa temperatura, entonces se dice que está sobresaturada.

La temperatura es un factor importante que afecta la solubilidad de un soluto. En la tabla siguiente puede verse algunos ejemplos de esta influencia.

SAL	Solubilidad g/100ml		
	20°C	40°C	80°C
KCl	33	39	50
KNO ₃	33	65	166
KClO ₃	8	15	40
NaCl	37	37	38
NaNO ₃	88	106	147

En una solución, el soluto y el solvente pueden encontrarse como moléculas o como iones. El agua solubiliza envolviendo con sus moléculas, a las moléculas o partículas de soluto. A mayor cantidad de solutos, más partículas de solvente (agua) ocupadas solubilizándolo. Lo mismo sucede con el caso de moléculas de solutos más grandes, como las proteínas. A mayor tamaño de los solutos, se precisan más moléculas de agua para envolverlos.

Por ejemplo, cuando la sacarosa (azúcar común) se disuelve en agua, la molécula se incorpora por completo en la solución (no disociada); por el contrario, cuando el cloruro de sodio (sal de mesa) se disuelve en agua, se disocia en iones sodio y cloruro. En cualquier caso, las moléculas o iones están rodeadas por moléculas de agua (hidratadas), que las mantienen separadas entre sí, como se representa en la figura 1.

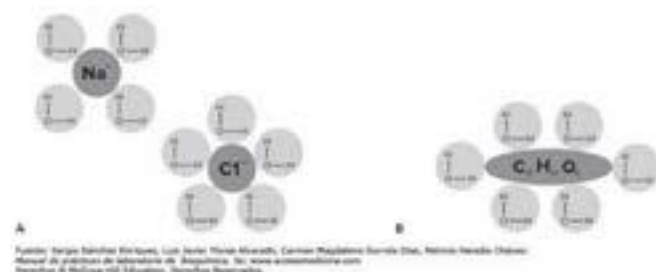


FIGURA 1: Representación de la capacidad de solvatación del agua (hidratación). A, molécula de cloruro de sodio disociada en iones sodio y cloruro hidratados. B, hidratación de una molécula de carbohidrato (lactosa).

Concentración de una solución

La concentración de una solución es la cantidad de soluto que se encuentra disuelto por unidad de cantidad de solvente o de solución y se expresa como el cociente entre estas dos magnitudes:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Siendo

C: concentración

Q: cantidad de soluto

V: volumen de solución.

Formas de expresar la concentración de una solución

La concentración de una solución se puede expresar de distintas formas, dependiendo de la manera en que se exprese la cantidad de soluto y la unidad de volumen que se tome como referencia: 1 litro de solución (1000ml) y en algunos casos 100ml.

Cantidad de soluto (Q) expresada en	La concentración (C) se denomina
gramos	EMPIRICA
moles	MOLARIDAD
equivalentes	NORMALIDAD
osmoles	OSMOLARIDAD

a) EMPÍRICA

Es la forma cotidiana y más simple de expresar la concentración.

Es el número de gramos (g) (u otra unidad en que se exprese la masa) **de soluto presentes en 100 ó 1000 cm³** (cc o mililitro) **de solución**.

Cuando el volumen de referencia es de 100 ml, la forma empírica se expresará como g%, mg%, etc.; mientras que, si el volumen es de 1000ml resultan las expresiones g‰, mg‰, etc.

Es una de las aplicaciones más frecuentes en Medicina para expresar la concentración en plasma de sustancias tales como glucosa, urea, triglicéridos o colesterol. Por Ej: el rango normal de la concentración de glucosa en sangre (glicemia) es: 70 - 110mg% (ó 0,7 - 1,10g‰).

Aplicación:

¿Cuál será la concentración (C) empírica de una solución donde se disolvieron 3g de glucosa, alcanzándose un volumen total de 20ml?

Datos del problema:

V: 20ml solución Q: 3g C empírica: incógnita

Planteo del problema:

I) 3g	20ml solución	ó II) 3g	20ml de solución
xg	100ml solución	xg	1000ml de solución

$$x = 15g$$

$$x = 150g$$

ó III) $C = Q/V = 3g / 20ml = 0,15g/ml$

para expresarla como g% :

$$\begin{array}{cc} 0,15g & 1ml \\ xg & 100ml \end{array}$$

$$x = 15g$$

Respuesta: I) g % = 15

II) g ‰ = 150

b) MOLARIDAD

Previo a la definición de esta forma de concentración debemos introducir algunos conceptos como:

NÚMERO DE AVOGADRO: Esta constante universal tiene un valor de 6,023x10²³ entes. El número de Avogadro expresa una cantidad fija similar a cuando expresamos la cantidad en docenas. Es decir, sabemos que una docena expresa una cantidad fija que es 12 unidades (ejemplo, docena de manzanas, de huevos, etc.)

MOL: Es la cantidad de materia que contiene 6,023 × 10²³ (número de Avogadro) entes de la misma especie (moléculas o átomos). Por ejemplo: en 1 mol de urea hay 6,023 × 10²³ moléculas de urea; en 1 mol de ATP hay 6,023 × 10²³ moléculas de ATP; en 1 mol de zinc hay 6,023 × 10²³ átomos de Zn.

Se establece que la masa de esa cantidad de materia donde se encuentran 6,023 × 10²³ moléculas de esa sustancia se denomina molécula gramo o mol gramo y coincide con el va-

lor del peso molecular ó atómico expresado en gramos. Retomando el concepto de docena: en una docena de manzanas sabemos que hay doce manzanas y en una docena de sandías también hay doce sandías pero el peso dependerá de cada tipo de fruta. Ejemplo: glucosa (PM 180) y albúmina (PM 67.000), teniendo en cuenta lo dicho anteriormente el número de Avogadro de moléculas de glucosa (6,023 .10²³) le corresponde una masa de 180g; mientras que el mismo número de moléculas de albúmina pesará 67.000g (67kg)

Una vez comprendido el concepto de mol, podemos definir **Molaridad (M)** de una solución como:

“la cantidad de moles de soluto contenidos en un litro de solución”. (M = moles/l ó moles/1000ml,)

Como en cualquier sistema de medidas, el prefijo mili (m) equivale a 10³ (1000) veces más chico, por lo tanto 1mol=1000mmoles; 1 milimol= 0,001 mol, es decir 1x 10⁻³ mol. Por lo tanto, 1mM=1milimolar= 0,001M: 1 mmoles/l ó 1 mmoles/1000ml.

Esta forma de expresar la concentración no se utiliza en la vida cotidiana, pero es importante en Medicina porque refleja la composición molecular de las soluciones.

Aplicación:

Calcular la M (molaridad) de un litro (1000ml) de solución compuesta por 117g de NaCl (PM: 58,5) y la de un litro de solución que contiene 360 g de glucosa (PM: 180).

Datos del problema:

Solución 1:

V: 1000ml QNaCl : 117g PM NaCl: 58,5 M: incógnita

Planteo del problema:

1 mol de NaCl	58,5g
x mol NaCl	117g en 1000ml de solución
x = 2 moles de NaCl	en 1000 ml de solución

Respuesta: solución 1: 2M ó 2 moles de NaCl en 1 litro de solución (1000ml)

Solución 2:

V: 1000ml QGlucosa: 360g PMglucosa: 180 M: incógnita

1 mol de glucosa	180g
x mol glucosa	360g en 1000ml de solución
x = 2 moles de glucosa	en 1000 ml de solución

Respuesta solución 2: 2M ó 2 moles de glucosa en 1 litro de solución (1000ml)

Respuesta:

solución 1: 2M ó 2 moles de NaCl en 1 litro de solución (1000ml).

solución 2: 2M ó 2 moles de glucosa en 1 litro de solución (1000ml).

Algunas consideraciones sobre la molaridad:

1. Dos soluciones pueden estar compuestas por distintos solutos que tienen la misma molaridad, en el ejemplo anterior: 2M, el mismo número de moléculas ($2 \times 6,02323 \times 10^{23}$ moléculas) PERO, nótese, que la MASA que las contiene es DIFERENTE
2. Si en un canasto colocamos 5 manzanas y 5 sandías, podemos decir que hay 10 frutas. Pero son frutas diferentes, si lo relacionamos con el concepto de mol, deberemos citar la cantidad de cada fruta por separado. En nuestro caso, si 2 solutos diferentes forman parte de una misma solución (por ejemplo: en un litro de solución tenemos 2 moles de glucosa y 2 moles de urea) **no se puede** calcular la molaridad total de la solución (**el resultado 4M sería erróneo**). Este resultado equivoco surge de no haber contemplado la definición de mol: cantidad de entes de la misma especie. Entonces, deberemos informar por separado la molaridad de cada soluto que constituye la solución. (M de la glucosa = 2 y M de la urea = 2, ambas forman parte de una misma solución)

c) NORMALIDAD

Antes de definirla, debemos conocer y entender la ley de electroneutralidad, y el concepto de equivalente químico gramo.

Ley de electroneutralidad: Es una propiedad fundamental de toda solución electrolítica cuyo enunciado establece: "En solución, la carga positiva total de los cationes es igual en valor absoluto a la carga negativa total de los aniones".

Discutamos brevemente este enunciado. Si bien toda molécula es eléctricamente neutra, existen moléculas de determinadas sustancias que puestas en agua se disocian generando partículas cargadas (positivas y negativas). A esas sustancias se las denomina electrolitos (porque conducen la corriente eléctrica) y a las partículas cargadas iones. Los iones pueden tener carga positiva (cationes) o carga negativa (aniones). Por lo tanto cuando una solución contiene por ej. NaCl, KCl y CaCl_2 la cantidad total de cargas negativas (Cl^-) es igual a la de las cargas positivas (Na^+ , K^+ y Ca^{++}).

De esta forma se enuncia: los iones se neutralizan equivalente a equivalente de forma tal de cumplir con la ley de electroneutralidad.

Equivalente químico gramo: En Fisiología, se aplica el equivalente químico a los electrolitos. El **equivalente químico (eq.qco. o Eq)** es la cantidad de materia que contiene el número de Avogadro de valencias. Se denomina valencia al número de cargas positivas o negativas que tienen los iones y se obtiene de la tabla periódica de los elementos.

Una sustancia puede tener distintos valores de equivalente

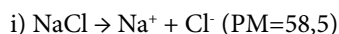
químico según la reacción en que forma parte, por lo cual se lo define para cada tipo de reacción. Por ejemplo en la neutralización, en oxido-reducción, en formación de complejos, etc.

Ahora bien, para determinar la masa que corresponde a un equivalente de cualquier sustancia, se debe conocer el peso molecular de ese soluto y la disociación. Entonces: la masa de un equivalente se obtiene dividiendo el peso molecular expresado en gramos por el número de cargas o valencias que se intercambian para dar lugar a una molécula neutra. (Masa de $1 \text{ eq} = \text{PM gr} / \text{n}^\circ \text{ de cargas o valencias puestas en juego}$)

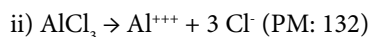
Entonces, la normalidad (N) de una solución es "la cantidad de equivalentes químicos de un electrolito contenidos en un litro de dicha solución". (N: eq/l o eq/1000ml; milinormal (mN): milieq/l o meq/l) $1 \text{ Eq} = 1000 \text{ mEq}$ y $1 \text{ mEq} = 0,001 \text{ Eq}$

Aplicación

Cuando la sal sólida de NaCl (cloruro de sodio) o la de AlCl_3 (cloruro de aluminio) se disuelven en agua, se disocian en:



Cada molécula al disociarse da como resultado una carga positiva y otra negativa (intercambian una sola valencia). Entonces en 58,5g de NaCl se tiene un mol ($6,023 \times 10^{23}$ moléculas) pero también 1eq.qco ($6,023 \times 10^{23}$ valencias).



Cada molécula al disociarse da como resultado 3 cargas positivas y 3 negativas. Por lo que 132g representa la masa de un mol ($6,023 \times 10^{23}$ moléculas) y de 3 eq.qco. ($3 \times 6,023 \times 10^{23}$ valencias)

Como puede observarse, para obtener la relación entre moles y equivalentes se hace uso de la ecuación de disociación electrolítica.

Aplicación:

Se tienen 5g de NaCl (PM: 58,5) en 250 ml de solución. ¿Cuál será la N?

Datos del problema:

V: 250ml Q: 5g de NaCl PMNaCl: 58,5 N: incógnita.

Solución del problema:

1 eq.qco. NaCl — 58,5g

x eq.qco. NaCl — 5g

$x = 0,086 \text{ eq.qco. de NaCl}$

Hay 0,086 eq.qco. de NaCl disueltos en 250ml de solución.

Para poder usar la definición de normalidad, debemos referir esta relación a 1000ml.

0,086 eq.qco. NaCl — 250ml

x eq.qco. NaCl — 1000ml

$x = 0,344 \text{ eq.qco. NaCl}$

Respuesta: 0,344 eq.qco. de NaCl en mil mililitros de solución, o lo que es lo mismo, expresado como normalidad: 0,344 N (normal). Si tuviéramos que mencionar lo obtenido en este problema diríamos que tenemos 250ml de solución de NaCl 0,344N.

Observación

El plasma sanguíneo contiene distintos cationes (Na^+ , K^+ , Ca^{++}) y aniones (Cl^- , CO_3H^-) generados por la disociación de distintas sales. Pero una vez liberados, ya no se sabe de qué sal proviene cada uno. Sin embargo, dado que provienen de la disociación de sales neutras, se cumple la ley de electroneutralidad, o sea que el número de equivalentes de cationes es exactamente igual al número de equivalentes de aniones.

De acuerdo a los libros de Fisiología, la composición electrolítica de los líquidos corporales es la siguiente:

	Plasma	Líquido intersticial	Líquido intracelular
Cationes (mEq/l)			
Na^+	142	145	10
K^+	4	4,1	159
Ca^{++}	2,5	2,4	<1
Mg^{++}	1	1	40
Total	149,5	152,5	209
Aniones (mEq/l)			
Cl^-	104	117	3
CO_3H^-	24	27,1	7
Proteinatos	14	<0,1	45
Otros	7,5	8,4	154
Total	149,5	152,5	209

d) OSMOLARIDAD

Esta forma de expresar la concentración nos permite predecir el intercambio de líquido entre compartimentos cuando la membrana sólo deja pasar al solvente (membrana semipermeable). Este fenómeno denominado ósmosis se debe a que el agua se desplaza desde el compartimiento donde los solutos están menos concentrados (el que tiene mayor proporción de agua) al de mayor concentración de solutos (menor proporción de agua), y será estudiado con mayor atención en el Área EL SER Y SU MEDIO.

OSMOL: representa la cantidad de materia que contiene el número de Avogadro de partículas

Osmolaridad es el número de osmoles de soluto dispersos en un litro de solución. El. Esta forma de concentración se abrevia **Osm**.

La cantidad de osmoles no depende del tamaño, ni la carga, ni la naturaleza química del soluto, sino del número total de partículas presentes en la solución. Cuando la cantidad de soluto es pequeña se utiliza el submúltiplo miliosmol ($1\text{osmol}=1000\text{milioosmoles}$) y la concentración se expresa como miliosmolar (mOsm).

Así, cuando se solubiliza cualquier sustancia no electrolítica (Ej.: glucosa, sacarosa o urea) sus moléculas se hallan separadas entre sí por moléculas de solvente pero no se disocian y un mol produce $6,023 \cdot 10^{23}$ partículas es decir, un osmol. En

cambio, si se considera un electrolito -como NaCl - cada molécula al disolverse se separa ($\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ \text{Cl}^-$) dando lugar: a 1 catión y a 1 anión y cada uno de ellos corresponden a 1 partícula. Esto quiere decir que en 58,5 gramos de NaCl ($1\text{mol}: 6,023 \times 10^{23}$ moléculas) existe 2 veces el número de Avogadro ($6,023 \times 10^{23}$) de partículas.

Del ejemplo anterior se puede deducir que la masa de un osmol de cualquier sustancia se calcula dividiendo el peso molecular (PM) expresado en gramos por el número de partículas que aporta cada molécula.

Diferencia entre Osmolaridad y Osmolalidad.

Es probable que en distinta bibliografía encuentren el término osmolalidad en lugar de osmolaridad, por lo cual aclaramos que no son sinónimos, sino que la Osmolalidad mide la cantidad de osmoles/Kg de solvente a diferencia de la Osmolaridad que mide los osmoles/L solución. Lo mismo aplica para molaridad y molalidad.

Existen otras formas de expresar las concentraciones que no se ampliarán en esta bibliografía para no complejizar el tema, sólo se mencionará la ppm (partículas por millón) que utilizaremos, entre otras, para referirnos a contaminación ambiental.

Ppm= mg soluto/kg (o litro de solución)

Diferencia entre concentración y cantidad de soluto

Resulta importante distinguir la diferencia entre estos dos conceptos. Para ello, centraremos la atención en la noción de propiedades de la materia.

Las **propiedades intensivas** son aquellas que no dependen de la cantidad de sustancia o del tamaño de un cuerpo, por lo que el valor permanece constante al subdividir el sistema inicial en varios subsistemas, por este motivo no son propiedades aditivas (por ejemplo: temperatura, color, sabor, densidad).

Por el contrario, las **propiedades extensivas** son aquellas que sí dependen de la cantidad de sustancia o del tamaño de un cuerpo, y por lo tanto se modifican cuando se fracciona el sistema original. Estas magnitudes pueden ser expresadas como la suma de las magnitudes del conjunto de subsistemas que forman el sistema original (por ejemplo: masa, longitud, volumen). Esto se conoce como aditividad.

Aplicación:

Si preparamos un litro de una solución 0,1M de glucosa (0,1 mol de glucosa en 1000 ml de solución), la concentración será 0,1M en cualquier parte del sistema.

A) Si dividimos este litro de solución en dos recipientes -uno de 400 ml y otro de 600 ml- la concentración en cada uno de ellos seguirá siendo la misma: 0,1M.

Por lo definido anteriormente, la **concentración es una propiedad intensiva**.

B) La cantidad de glucosa y la cantidad de agua en cada uno de los recipientes será diferente a la del recipiente original

$$1000\text{ml} \text{ --- } 0,1\text{mol}$$

$$400\text{ml} \text{ --- } x = 0,04\text{mol}$$

Y haciendo el mismo razonamiento, en 600ml hay 0,06mol

Sumando independientemente volumen de solución y cantidad de sustancia, dan como resultado:

$$1000\text{ml} \text{ --- } 0,1\text{mol}$$

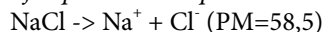
Por lo tanto, (por presentar aditividad) **volumen y cantidad de sustancia son propiedades extensivas.**

RELACIÓN ENTRE PM, Mol, Equivalente, Osmol:

La cantidad de soluto presente en una solución y la concentración de la solución, como vimos hasta ahora, podemos expresarla de distintas maneras. Estas formas se pueden interconvertir. Para ello debemos conocer el peso molecular (PM) y si se trata de un soluto que se disocia (electrolito) o un no electrolito (molécula que no se disocia). En el caso de un electrolito necesitamos conocer su ecuación de disociación.

Aplicación:

Ejemplo 1: soluto que se disocia



- i) cada molécula nos da 2 partículas (1mol = 2osmoles)
- ii) hay 1 valencia en juego (1mol = 1Eq)
- iii) recordando el concepto de molécula-gramo (1mol = 58,5gr)

Ahora podemos reunir todo lo razonado y tendremos:

$$\text{NaCl:} \quad 1\text{mol} = 2\text{osmoles} = 1\text{Eq} = 58,5\text{gr}$$

Ejemplo 2: soluto que no se disocia

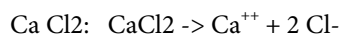
Urea. (PM: 60)

- i) cada molécula es una partícula (1mol = 1osmol)
- ii) al no disociarse, no expresa qué cantidad de valencias hay en juego.
- iii) 1mol de urea tiene una masa de 60gr.

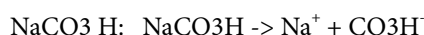
Por lo tanto:

$$\text{urea:} \quad 1\text{mol} = 1\text{osmol} = 60\text{gr}$$

Procediendo de igual manera con cada soluto, obtendremos las equivalencias:



$$\text{(PM: 111)} \quad 1\text{mol} = 3\text{osmoles} = 2\text{Eq} = 111\text{gr}$$



$$\text{(PM: 84)} \quad 1\text{mol} = 2\text{osmoles} = 1\text{Eq} = 84\text{gr}$$

$$\text{Fructosa: (PM: 180)} \quad 1\text{mol} = 1\text{osmol} = 180\text{gr}$$

Aplicación:

Calcular la Osm, N y M de 5g de NaCl disueltos en 250 ml

de solución.

Datos del problema:

$$V: 250\text{ml} \quad \text{QNaCl: } 5\text{g} \quad \text{PMNaCl: } 58,5 \quad \text{Osm: incógnita}$$

Solución del problema:

$$58,5\text{g} \text{ --- } 2 \text{ osmoles de NaCl}$$

$$5\text{g} \text{ --- } x \text{ osmoles de NaCl}$$

$$x = 0,172\text{osmoles NaCl}$$

Como los 5g que equivalen al peso de 0,172osmoles están en 250ml, entonces:

$$0,172\text{osmoles NaCl} \text{ --- } 250\text{ml}$$

$$x \text{ osmoles NaCl} \text{ --- } 1000\text{ml}$$

$$x = 0,688\text{osmoles de NaCl en } 1000\text{ml de solución}$$

Al conocer la relación entre las distintas formas de expresar la cantidad de soluto, nos queda por hallar la N y M de la solución:

$$58,5\text{gr} = 1\text{mol NaCl} = 1\text{eq} = 2\text{osmoles por lo tanto en nuestro caso}$$

$$20\text{g} = 0,344\text{moles} = 0,344\text{eq} = 0,688\text{osmoles en } 1000\text{ml}$$

Respuesta:

Osm: 0,688 ó 0,688 osmoles de NaCl en 1 litro de solución.

N: 0,344 ó 0,344eq de NaCl en 1 litro de solución

M: 0,344 ó 0,344moles de NaCl en 1 litro de solución.



Dilución

El proceso de dilución consiste en el agregado de solvente a una solución, es decir en el incremento del volumen de la solución, para disminuir la concentración de dicha solución. Por ejemplo: diluimos el jugo concentrado porque nos resulta muy dulce, agregamos más agua para que una pintura sea más fácil de aplicar sobre una superficie y también le administramos suero a nuestro paciente porque está deshidratado. Por lo tanto el volumen y la concentración cambian mientras la cantidad de soluto permanece constante.

La cantidad de soluto que no varía se encuentra ahora dispersa en un volumen mayor, en consecuencia, la concentración disminuye.

$$\Downarrow C = \frac{Q}{V} \Uparrow$$

Aplicación:

Ejemplo 1: En un vaso de precipitado se tienen 200 ml de una solución 0,1M y se le agregan 800ml de H₂O. ¿Cuál será la concentración final?

Datos del problema:

V_{inicial}: 200ml C_{inicial}: 0,1M
 V_{final}: 200ml de solución inicial + 800ml H₂O
 C_{final}: incógnita

Solución del problema:

0,1mol — 1000ml
 x mol — 200ml

x = 0,02moles 200ml solución
 + 800ml H₂O

0,02 moles 1000ml solución final

Respuesta: 0,02 M

Conclusión: el agregado de 800ml de H₂O a los 200ml de solución 0,1M produjo un aumento del volumen (1000ml), una disminución de la concentración (0,02) manteniendo la cantidad de soluto (Q = 0,02 moles)

Ejemplo 2: A partir de 1000ml de solución 2M, preparar 200ml de una solución 0,5M

Datos del problema:

V_{inicial}: 1000ml C_{inicial}: 2M V_{final}: 200ml C_{final}: 0,5M

Solución:

i) encontrar la cantidad de soluto necesaria para preparar 200ml (V_{final}) con una concentración de 0,5M (C_{final})

0,5moles — 1000ml
 x moles — 200ml
 0,1 moles

ii) determinar que volumen de la solución original 2M (C_{inicial}) contiene los 0,1 moles

2moles — 1000ml
 0,1moles — x ml
 50ml de la solución original

Respuesta: para preparar el volumen de solución pedido se procederá:

50ml de la solución original + 150ml de agua

Conclusión: De la solución más concentrada (2M) se toman 50ml que contienen 0,1mol, cantidad de soluto necesaria para preparar 200ml con una concentración final de 0,5M. Luego se le agregan 150ml de agua para llegar a tener el volumen pedido (200ml) Este es el método que se utiliza en el laboratorio para preparar volúmenes precisos de soluciones diluidas a partir de una más concentrada (solución madre).

Referencias bibliográficas

- GRIGERA R.J.: “Elementos de Biofísica”. Ed. Hemisferio Sur S.A., 1980.
- FRUMENTO A.: “Biofísica”. Ed. Interamericana.
- JIMÉNEZ-VARGAS: “Fisicoquímica – Fisiológica”.
- RODRIGUEZ GUARNIZO J. – RODRIGUEZ BARRANTES D. Reflexiones didácticas sobre los estados de agregación de la materia
- GARCIA MORENO K. “Preparación de Soluciones.” Universidad de Córdoba. 2020 http://fundabiomed.fcs.uc.edu.ve/inicio_montoreano.html
- SALAS M. “Soluciones químicas y sus aplicaciones prácticas” Universidad Nacional de Catamarca. 2015
- RODRIGUEZ ALZAMORA R. “Fundamentos de química general.” Universidad Península de Santa Elena. 2017
- “Físico Química Biológica” Universidad Nacional del Litoral. 2018

Guía de autoaprendizaje

1.- La fase dispersa de una solución no sedimenta espontáneamente y es solo separada por una membrana dialítica o por ultracentrifugación. Se trata de una dispersión:

- a) coloidal
- b) verdadera
- c) grosera

2.- Cuántas fases distintas pueden reconocerse en cada caso:

- a) un balde de agua con arena y trozos de madera
- b) un vaso de agua con 5 cubos de hielo
- c) una taza con café y 10 cucharadas de azúcar
- d) una olla con agua y 5 verduras distintas

3.- El plasma y el suero de acuerdo a sus características se clasifican como:

- a) verdaderas
- b) coloidales
- c) groseras

4.- Son formas diferentes de expresar la cantidad de soluto:

- a) milímetro
- b) g, mg
- c) mol, equivalente químico
- d) osmol, g
- e) ml

5.- La masa de sustancia que contiene el número de Avogadro de moléculas es:

- a) el peso atómico expresada en g
- b) el peso molecular expresado en g
- c) la valencia
- d) el número de partículas

6.-Cuál de las siguientes propiedades es la más importante para modificar la solubilidad de una partícula:

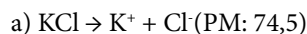
- a) tamaño de la partícula
- b) temperatura
- c) cantidad de solvente
- d) presión atmosférica

7.- Qué forma de expresar la concentración utilizaría para las siguientes determinaciones de un laboratorio de rutina:

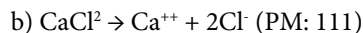
- a) Hb.....
- b) glucemia
- c) urea.....
- d) Na+.....
- e) Cl-
- f) albumina
- g) concentración urinaria de solutos.....

8.- Osmolaridad y osmolalidad son sinónimos (VERDADERO / FALSO)

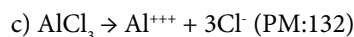
9.- Completar las cadenas de igualdades según la ecuación de disociación de los siguientes compuestos:



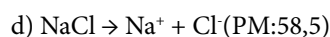
74,5g = ____ mol = ____ Eq = ____ Osm



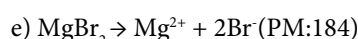
111g = ____ mol = ____ Eq = ____ Osm



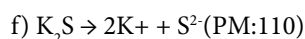
132g = ____ mol = ____ Eq = ____ Osm



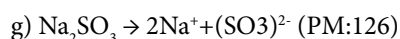
58,5 g = ____ mol = ____ Eq = ____ Osm



184g = ____ mol = ____ Eq = ____ Osm



110g = ____ mol = ____ Eq = ____ Osm



126g = ____ mol = ____ Eq = ____ Osm

Respuestas Correctas:

1.- a

2.- a) 3

b) 2

c) 2

d) 6

3.- b

4.- b, c, d

5.- b

6.- b

7.- a- b-c-f: empírica

d-e: normalidad

g: osmolaridad

8.- FALSO

9.- a) 1 mol = 1 Eq = 2 Osm

b) 1 mol = 2 Eq = 3 Osm

c) 1 mol = 3 Eq = 4 Osm

d) 1 mol = 1 Eq = 2 Osm

e) 1 mol = 2 Eq = 3 Osm

f) 1 mol = 2 Eq = 3 Osm

g) 1 mol = 2 Eq = 3 Osm

TRANSPORTE A TRAVÉS DE MEMBRANAS BIOLÓGICAS

Autores: Leda Urli; , José González; Josefina Poggi; Luis Cinara; Laureano Albornoz; Daniel Davoli; Omar

Aragon; Alejandra Luquita.

Cátedra de Biofísica. Facultad de Ciencias Médicas, UNR.

En biología celular, se denomina transporte a través de membranas al conjunto de mecanismos que regulan el paso de soluto y solvente a través de membranas biológicas. Dicha propiedad se debe a la selectividad de la membrana. Esta característica les brinda la posibilidad de permitir el pasaje de ciertas moléculas, pero no de otras.

Los solutos solubles en la bicapa lipídica de la membrana son capaces de atravesarla fácilmente, pero para aquellos solutos poco solubles en la bicapa de fosfolípidos, es necesaria la presencia de proteínas transmembrana que faciliten su transporte.

Los movimientos de la mayoría de los solutos a través de la membrana ocurren por medio de proteínas transportadoras de membrana, especializadas en el transporte de moléculas concretas.

Atendiendo a la diversidad y fisiología de las distintas células del organismo, y a su necesidad de intercambiar sustancias con su entorno, existe un gran grupo de proteínas transportadoras específicas para cada tipo celular y para cada momento fisiológico. Estas proteínas son reguladas mediante la transcripción diferencial de los genes que las codifican y su traducción, mediante mecanismos genético-moleculares y también por rutas de señalización celular y activación bioquímica citoplasmática.

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS

COMPUESTO POLAR: son moléculas que distribuyen sus cargas positivas en un extremo o polo y sus cargas negativas en el otro. (Ej.: iones, agua, solutos inorgánicos).

COMPUESTO NO POLAR: moléculas que no poseen cargas distribuidas en polos, la disposición de sus cargas es heterogénea y se anulan entre sí. (Ej.: lípidos).

ESTRUCTURA ANFIPÁTICA: es la que está formada por una parte polar y otra apolar.

HIDROFÍLICA: es una molécula que es atraída por el agua, que puede disolverse en ella. (Ej.: compuestos polares).

HIDROFÓBICA: es una molécula que repele el agua y no es soluble en ella. (Ej.: lípidos y otros compuestos no polares).

LIPOSOLUBLE: es una molécula que puede disolverse en lípidos. (Ej.: lípidos y otros compuestos no polares).

HIDROSOLUBLE: es una molécula que puede disolverse en agua. (Ej.: compuestos polares).

GRADIENTE: cuando la distribución de la cantidad de moléculas por unidad de volumen de un compuesto presentes a ambos lados de la membrana no es igual, se genera una **dife-**

rencia de concentración (ΔC). Recordemos que las moléculas se mueven de un lado a otro de la membrana, atravesando su espesor (Δx), lo que genera un **gradiente de concentración** (∇C). De la misma manera, tenemos cargas eléctricas distribuidas a ambos lados de la membrana celular que generan una **diferencia de potencial de membrana** (ΔV), y cuando dicho compuesto la atraviesa por ser atraído por su carga opuesta, se produce un **gradiente eléctrico**. El flujo neto de un compuesto con carga eléctrica se produce por su gradiente de concentración y por su gradiente eléctrico, a esto se lo llama **gradiente electroquímico**.

ENERGIA DE GIBBS: es un potencial termodinámico que refleja la cantidad de energía involucrada en una reacción química a presión y temperatura constantes. Si la reacción química se produce liberando energía se dice que es **exergónica**, en ese caso el proceso será espontáneo, ya que ocurre con liberación de energía ($\Delta G < 0$). Si tengo que darle energía a la reacción química, se dice que es **endergónica**, ocurre sólo si toma energía, por lo tanto, no es una reacción espontánea ($\Delta G > 0$). Cuando un sistema logra su equilibrio, $\Delta G = 0$.

MEMBRANAS BIOLÓGICAS

La célula está cubierta por una superficie externa, constituida principalmente por lípidos y proteínas, denominada membrana celular. Su función es proteger e intermediar en el proceso de transporte de sustancias entre el interior y el exterior de la célula.

El modelo de mosaico fluido plantea que las membranas celulares o biomembranas son estructuras dinámicas que presentan fluidez de sus distintos componentes moleculares, que pueden desplazarse lateralmente. Es decir, estos componentes están en movimiento y no estáticos. Todas las células están contenidas por una membrana celular con particularidades en su constitución y función. Esta membrana define los límites de la célula, permitiendo la existencia de diferencias entre el citosol (o interior celular) y el medio externo. También regula el intercambio de sustancias entre la célula y el exterior.

En las células eucariotas, las membranas internas también definen compartimientos y organelas con diferentes funciones, como las mitocondrias, los cloroplastos, la envoltura nuclear, el retículo endoplasmático, el aparato de Golgi, entre otros.

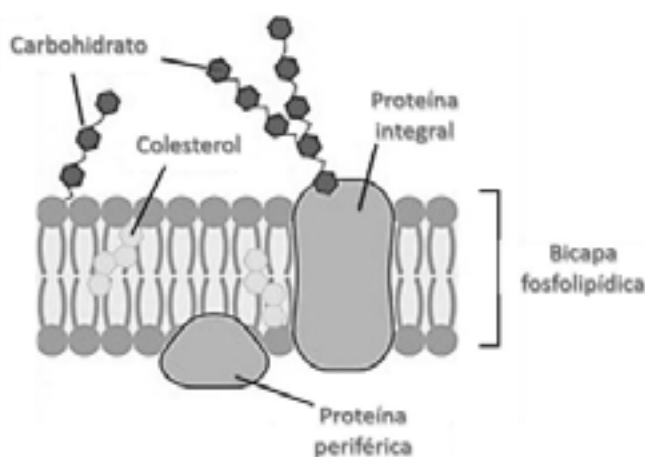
La membrana celular está formada por una bicapa fosfolipídica, con proteínas embebidas a lo largo de su estructura

y dispuestas en la superficie. Recordemos que tanto el medio externo como el interno o citosol, son acuosos. Esto influye en la disposición de la doble capa fosfolipídica, con sus partes polares interactuando con el agua y sus partes hidrofóbicas formando la matriz interna de la membrana. Los fosfolípidos son moléculas anfipáticas que tienen un extremo hidrofílico y otro hidrofóbico. La bicapa fosfolipídica que conforma la membrana celular tiene cadenas hidrofóbicas (apolares) dispuestas hacia el interior de la membrana, y extremos hidrofílicos (polares) ubicados hacia el medio acuoso. Así, las cabezas de los grupos fosfato de los fosfolípidos se encuentran expuestas en la superficie externa de la membrana y también hacia el interior, en contacto con el citosol.

En la membrana de las células animales eucariotas se hallan moléculas de colesterol insertadas en las colas hidrofóbicas de los fosfolípidos. Estas moléculas no se encuentran en las membranas de las células procariotas, vegetales, algunos protistas y hongos.

En el interior de la bicapa fosfolipídica se encuentran intercaladas proteínas integrales de membrana, que pueden tener una configuración simple o más compleja, de tipo globular y con estructura terciaria o cuaternaria. Algunas de estas proteínas globulares presentan porciones interiores hidrofílicas, formando canales o poros a través de los cuales ocurre el intercambio de sustancias polares desde el exterior celular hasta el citosol y viceversa. En la superficie de la cara citoplasmática de la membrana celular, existen proteínas periféricas de membrana, ligadas a las partes sobresalientes de algunas proteínas integrales que no penetran el núcleo hidrófobo de la bicapa lipídica.

Existen moléculas de carbohidratos en ambas superficies de la membrana. La superficie externa de la membrana presenta abundancia de glucolípidos. También se observan cadenas cortas de carbohidratos expuestas y unidas covalentemente a las partes proteicas sobresalientes, llamadas glicoproteínas.



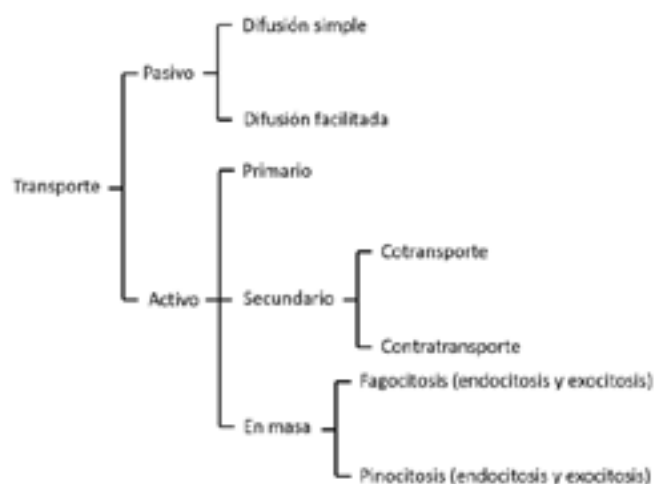
CLASIFICACIÓN DE LOS MECANISMOS DE TRANSPORTE

Una forma de clasificar los mecanismos de transporte, es hacerlo desde el punto de vista del consumo de energía metabólica. De este modo, el transporte que no utiliza energía se denomina transporte pasivo mientras que el que consume energía se denomina transporte activo.

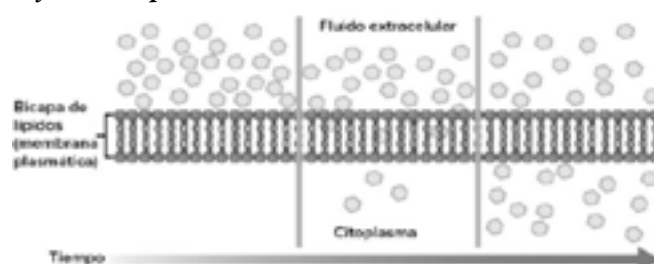
En el caso del transporte pasivo, el soluto se mueve siempre de manera espontánea a favor de su gradiente electroquímico, el cual se convierte en la fuerza que impulsa el movimiento. Al moverse por transporte pasivo, libera energía, por lo que se trata de un proceso exergónico y su ΔG es negativo ($\Delta G < 0$).

Para el caso del transporte activo, el soluto debe moverse en contra de su gradiente electroquímico, por lo que este movimiento no es espontáneo. Para lograr esto, requiere del consumo de energía metabólica, que obtiene de la hidrólisis del ATP. Al consumir energía, se trata de un proceso endergónico y su ΔG es positivo ($\Delta G > 0$).

Además del criterio anterior, existe la posibilidad de clasificar a los sistemas de transporte en otros dos grupos, según necesiten la presencia de una proteína transportadora en la membrana o no. Así tenemos, por un lado, el transporte no mediado o libre, en el que el soluto atraviesa la membrana sin la utilización de transportador alguno y el transporte mediado, en el que se requiere la presencia de una proteína de membrana específica para el soluto a transportar.



Difusión simple



Una membrana permeable a un determinado soluto que separa dos compartimentos con concentraciones distintas de dicho soluto: con el paso del tiempo, el soluto difundirá hasta alcanzar el equilibrio a ambos lados. A este proceso se lo conoce como “difusión pasiva” ya que es un fenómeno espontáneo (sin gasto de energía) puesto que sucede incrementando el desorden molecular (entropía del sistema, se ve en el área de Nutrición) y disminuyendo la energía libre. Dicho de otra forma, es un tipo de transporte que no utiliza energía, además, se produce liberando energía a su entorno.

No requiere de la intervención de proteínas de membrana, pero sí de las características de la sustancia a transportar y de la naturaleza de la bicapa. Para el caso de una membrana fosfolipídica pura, la velocidad de difusión de una sustancia depende de su gradiente de concentración, hidrofobicidad, tamaño y carga, si la molécula posee carga neta.

Estos factores afectan de diversa manera a la velocidad de difusión pasiva:

- A mayor gradiente de concentración, mayor velocidad de difusión.
- A mayor hidrofobicidad, esto es, mayor coeficiente de partición (k), mayor solubilidad en lípido y por tanto mayor velocidad de difusión.
- A mayor tamaño, menor velocidad de difusión.

La difusión simple a través de la membrana lipídica muestra una cinética de no saturación, ya que la tasa neta de entrada está determinada sólo por la diferencia de concentración del soluto a cada lado de la membrana.

Para el estudio del transporte a través de las membranas celulares por *difusión simple*, es necesario considerar las leyes que rigen los procesos de difusión: las Leyes de Fick.

Cuando un sistema presenta una diferencia en el número de moléculas por unidad de volumen (concentración), dentro y fuera de la membrana, se presenta un gradiente de concentración que es proporcional al número de partículas que atraviesan en la unidad de tiempo, un área unitaria perpendicular a la dirección de difusión, donde la constante de proporcionalidad está dada por el *coeficiente de difusión* de las moléculas que atraviesan la membrana.

$$J = \frac{-D \cdot \Delta C}{\Delta x}$$

Primera Ley de Fick.

Donde:

J : Densidad de flujo

D : Coeficiente de difusión

ΔC : Diferencia de concentración

Δx : Espesor de la membrana

Dado que el coeficiente de permeabilidad (P) de la membrana es:

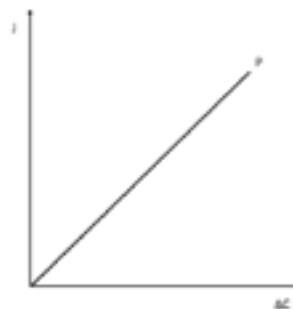
$$P = \frac{D}{\Delta x}$$

Podemos expresar la Primera Ley de Fick como:

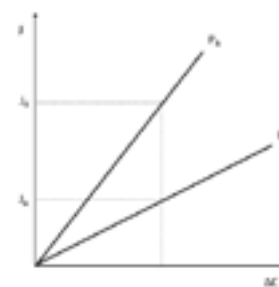
$$J = P \cdot \Delta C$$

De este modo, vemos que el flujo es directamente proporcional a la permeabilidad y a la diferencia de concentración del soluto.

En el proceso de difusión simple, con un gradiente de concentración constante, la densidad de flujo de partículas es directamente proporcional al gradiente de concentración. El corte con el eje Y es cero, puesto que cuando no hay un gradiente de concentración, no se presenta flujo de partículas en ninguna dirección y por tanto el flujo neto es cero. Además, la pendiente de la recta representa la constante de proporcionalidad y corresponde al valor del coeficiente de difusión, por lo tanto, se puede ver que, a mayor inclinación de la recta, mayor es el coeficiente de difusión, por lo tanto, mayor permeabilidad.



Primera ley de Fick. El flujo es directamente proporcional a la diferencia de concentración del soluto a cada lado de la membrana. La pendiente representa a la permeabilidad de la membrana al soluto.



Primera ley de Fick. Representación del flujo a través de la membrana para dos solutos. La membrana es más permeable al soluto B que al soluto A (la pendiente PB es mayor que la pendiente PA) ya que, para una determinada diferencia de concentración, el flujo de B (JB) es mayor que el flujo de A (JA).

Aplicación de la Ley de Fick a solutos liposolubles con distinta Permeabilidad (MILESI V. Y MOBILI P.)

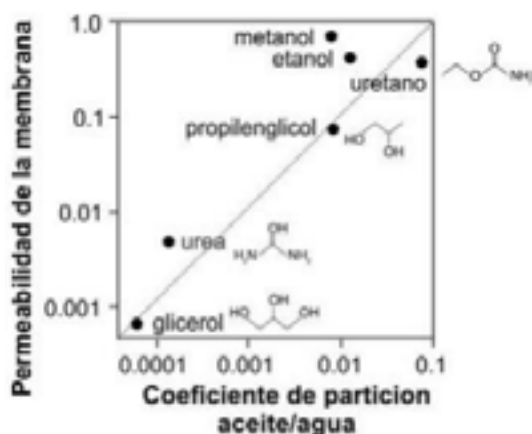
Si consideramos un soluto atravesando una membrana lipídica, es necesario considerar la interacción del soluto con la membrana, la cual será diferente a su interacción con el medio

acuoso o solvente, afectando las concentraciones de soluto en las cercanías de las interfaces agualípido de la membrana. Para tener en cuenta este efecto, se debe considerar el coeficiente de partición aceite/agua del soluto (k), el cual muestra cómo se reparte un soluto cuando éste se pone en contacto con una mezcla aceite/agua. Si se tiene en cuenta la interacción del soluto con la membrana, la ecuación queda:

$$F \text{ (Flujo o velocidad de difusión)} = D \cdot k \cdot (C_1 - C_2) / \Delta x$$

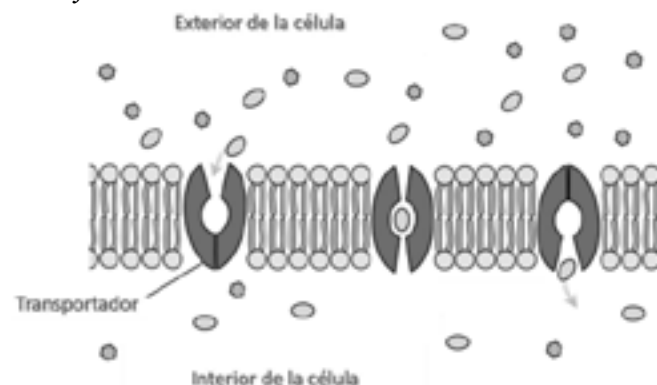
Donde k se utiliza como estimador del coeficiente de partición entre la membrana y el agua. Es decir que, para el mismo espesor de membrana (Δx) y gradiente de concentración de soluto, si el soluto es hidrofílico ($K < 1$) el flujo neto a través de la membrana será menor que si el soluto es hidrofóbico ($K > 1$). Como en las membranas celulares resulta difícil determinar el coeficiente de partición de un soluto en la interfase membrana/agua, el D y el Δx de manera individual, estos términos son agrupados en un sólo coeficiente llamado permeabilidad (P), de manera tal que: $P = D \cdot k / \Delta x$ (unidades de P : distancia/tiempo). Teniendo en cuenta los factores que determinan P , se observa que entre solutos con pesos moleculares similares, la permeabilidad a través de la membrana lipídica será mayor para aquellos que tengan mayor coeficiente de partición membrana/agua, es decir, para aquellos que sean más lipofílicos (o menos hidrofóbicos). Por otro lado, entre solutos con similar capacidad lipofílica, la permeabilidad a través de la membrana lipídica será mayor para aquellos que tengan menor tamaño molecular (mayor D). En general, como las variaciones de k entre solutos pueden ser de varios órdenes de magnitud mayores que las variaciones de peso molecular, los coeficientes de permeabilidad para la difusión simple de solutos no cargados dependen más fuertemente de las diferencias en k que de las diferencias en peso molecular (Figura 2).

Figura 2: Relación entre la permeabilidad de la membrana citoplasmática a un soluto y el coeficiente de partición aceite / agua de dicho soluto, para diferentes solutos de interés biológico. Obsérvese la buena correlación entre ambos parámetros, independientemente de las dimensiones moleculares de cada soluto. Ejemplo: el uretano tiene dimensiones similares al glicerol pero es más liposoluble, y como resultado es 1000 veces más permeable.



La difusión simple de agua desde el compartimiento más diluido hacia el más concentrado a través de una membrana semipermeable se denomina **ósmosis** (concepto que se va a estudiar en el área El ser humano y su medio, segundo año de la carrera)

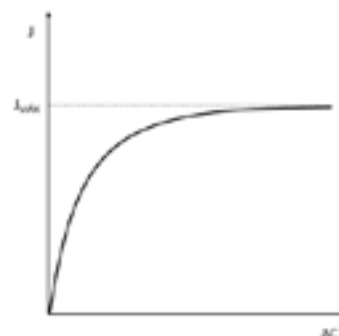
Difusión Facilitada



La difusión facilitada involucra el uso de una proteína (carriers o transportadores) para facilitar el movimiento de moléculas a través de la membrana. En algunos casos, las moléculas pasan a través de canales formados por aminoácidos polares por dentro y apolares por fuera. En otros casos, la proteína realiza un cambio conformacional, permitiendo que las moléculas pasen a través de ella.

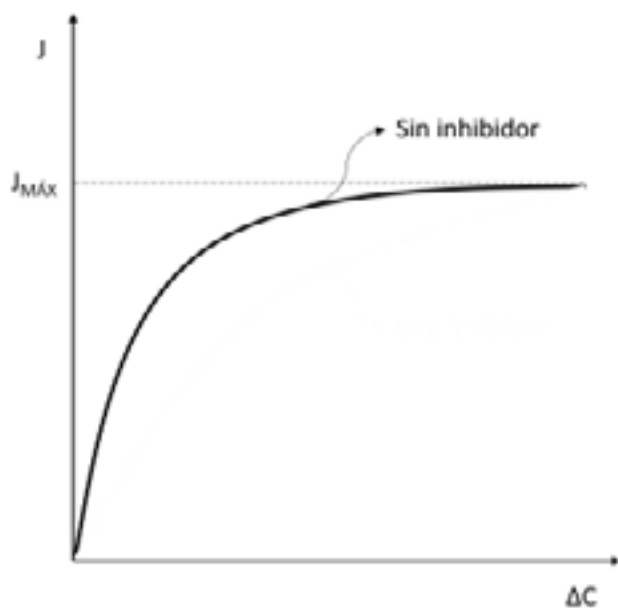
Las principales características de la difusión facilitada son:

- **Especificidad:** En general, un transportador transporta exclusivamente un soluto determinado y no es capaz de transportar otros solutos diferentes. En algunos casos, puede transportar solutos de estructura química similar.
- **Cinética de saturación:** Este tipo de transporte cumple aproximadamente con la primera ley de Fick cuando las concentraciones del soluto a transportar son bajas. Es decir, al aumentar la concentración de soluto, aumenta el flujo del mismo a través de la membrana. Pero a concentraciones de soluto mayores, se produce la saturación de los transportadores, alcanzándose un flujo máximo ($J_{MÁX}$) debido a que todos los transportadores se encuentran ocupados funcionando. Entonces, por más que se aumente la concentración de soluto, el flujo del mismo a través de la membrana no aumentará.



Cinética de saturación. Con altas ΔC de soluto, el transporte se satura y se alcanza el $J_{M\acute{A}X}$.

- **Inhibición competitiva:** El transporte de un soluto puede ser inhibido por la presencia de otro soluto de estructura uímica similar (soluto inhibidor) que utilice el mismo transportador. Esto hace que ambos solutos “compitan” por ser transportados por ese mismo transportador. En presencia del soluto inhibidor, el transporte del primer soluto disminuye (disminuye su flujo) y su $J_{M\acute{A}X}$ solo se alcanza con altas concentraciones del mismo que logren desplazar del transportador al soluto inhibidor.



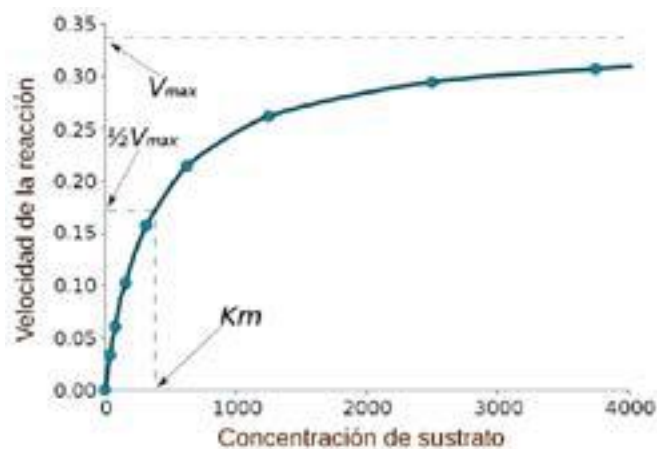
Inhibición competitiva. En presencia del soluto inhibidor, el J del primer soluto disminuye y su $J_{M\acute{A}X}$ se alcanza solo con altas ΔC .

Bajo el mismo principio termodinámico que en el caso de la difusión simple, es decir, que el soluto a transportar lo hace a favor de gradiente, existe una difusión facilitada por la existencia de proteínas canal (canales), que son las que facilitan el transporte de, en este caso, iones y otras moléculas hidrófilas. Estas proteínas integrales de membrana conforman estructuras en forma de poro inmersas en la bicapa, que dejan un canal interno hidrofílico que permite el paso de moléculas altamente lipófilas como las mencionadas anteriormente. La apertura de este canal interno puede ser constitutiva, es decir, continua y desregulada, en los canales no regulados, o bien puede requerir una señal que medie su apertura o cierre: es el caso de los canales regulados. En este último caso, la apertura de estos canales puede desencadenarse mediante la unión de un ligando (como por ejemplo la acetilcolina) o mediante cambios en las cargas de la membrana plasmática (despolarización).

TRANSPORTES ACTIVOS

En estos casos se lleva a cabo un transporte en contra del gradiente de concentración o electroquímico y, para ello, las proteínas transportadoras implicadas consumen energía metabólica (ATP). La hidrólisis del compuesto que actúa como moneda energética puede ser muy evidente, como en el caso de los transportadores que son ATPasas, o puede tener un origen indirecto: por ejemplo, los cotransportadores emplean gradientes de determinados solutos para impulsar el transporte de un determinado compuesto en contra de su gradiente, a costa de la disipación del primer gradiente mencionado. Podría parecer que en este caso no interviene un gasto energético, pero no es así puesto que el establecimiento del gradiente de la sustancia transportada colateralmente al compuesto objetivo ha requerido de la hidrólisis de ATP en su generación mediante unos determinados tipos de proteínas denominados bombas. Por ello, se define transporte activo primario como aquél que hidroliza ATP de forma directa para transportar el compuesto en cuestión, y transporte activo secundario como aquél que utiliza la energía almacenada en un gradiente electroquímico.

El descubrimiento de la existencia de este tipo de transportadores se produjo al estudiar cinéticamente la transferencia de moléculas a través de las membranas: para algunos solutos, se observó que la velocidad de entrada alcanza una meseta a partir de cierta concentración externa a partir de la cual no se produce un incremento significativo de velocidad de captación, esto es, surge una respuesta tipo curva logística. Se interpretó que el transporte aquí se produce por la formación de un complejo sustrato transportador, conceptualmente idéntico al complejo enzimasustrato de la cinética enzimática. Por ello, cada proteína transportadora posee una constante de afinidad por el soluto que es igual a la concentración del soluto cuando la velocidad de transporte es la mitad de su valor máximo (esta constante equivaldría, para el caso de un enzima, a la constante de Michaelis-Menten).



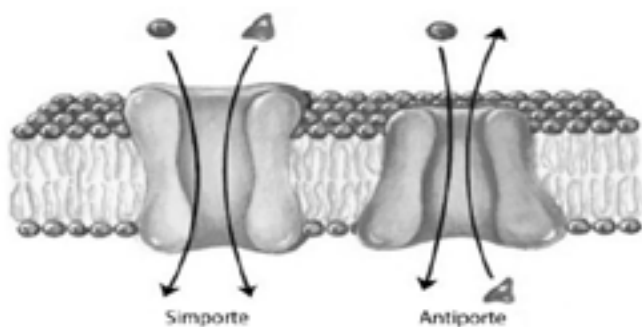
Algunos rasgos importantes del transporte activo, además de su capacidad de intervenir aun en contra de gradiente, su cinética y el empleo de ATP, son: su elevado grado de selectividad y su facilidad de inhibición farmacológica selectiva.

Los mecanismos de transporte activo pueden clasificarse en dos categorías: transporte activo primario y transporte activo secundario.

El transporte activo primario utiliza directamente una fuente de energía química, como el ATP, para mover los solutos a través de una membrana contra su gradiente. Este es el caso de las bombas.

En cambio, el transporte activo secundario, requiere de la existencia de un gradiente electroquímico, el cual es generado por un transporte activo primario. Este gradiente electroquímico almacena energía, la cual se libera a medida que el soluto se mueve pasivamente a favor de gradiente. De este modo, el gradiente generado por transporte activo primario, actúa como fuente de energía para mover, mediante transportadores acoplados, otro soluto diferente en contra de su gradiente electroquímico. Según la direccionalidad en la que estos transportadores mueven a los solutos, se distinguen:

- **Antiportadores:** aquellos que transportan un tipo de molécula en contra de su gradiente al mismo tiempo que desplazan uno o más iones diferentes a favor del suyo, siendo ambos gradientes contrapuestos (en sentidos opuestos), a este mecanismo lo llamamos contratraste o antiporte.
- **Simportadores:** los que desplazan el compuesto a transportar en contra de su gradiente al mismo tiempo que desplazan uno o más iones diferentes en el mismo sentido, que, en este caso, es equivalente al de la molécula a transportar y lo llamamos cotransporte o simporte.



BOMBAS

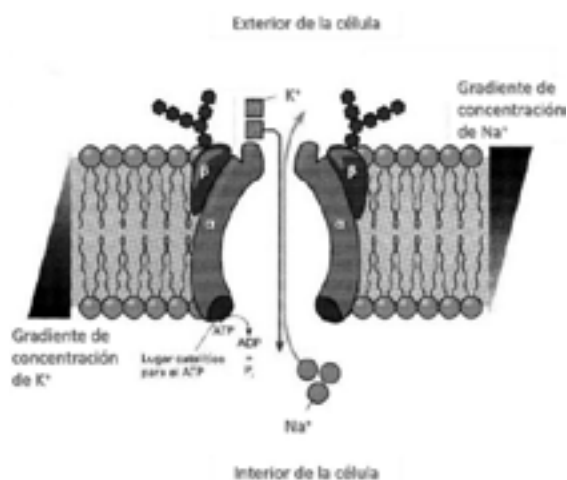


Diagrama simplificado de una bomba de sodio/potasio ATPasa.

Una bomba es una proteína que hidroliza ATP para transportar a través de una membrana un determinado soluto en contra de su gradiente de concentración.

Una de las bombas de mayor relevancia en células animales es la bomba sodiopotasio, que opera mediante el siguiente mecanismo:

1. Unión de tres Na^+ a sus sitios activos.
2. Fosforilación de la cara citoplasmática de la bomba que induce a un cambio de conformación en la proteína. Esta fosforilación se produce por la transferencia del grupo terminal del ATP a un residuo de ácido aspártico de la proteína.
3. El cambio de conformación hace que el Na^+ sea liberado al exterior.
4. Una vez liberado el Na^+ , se unen dos moléculas de K^+ a sus respectivos sitios de unión de la cara extracelular de la proteína.
5. La proteína se desfosforila produciéndose un cambio conformacional de ésta, lo que produce una transferencia de los iones de K^+ al citosol.

ENDOCITOSIS Y EXOCITOSIS

Este tipo de transporte permite que las sustancias atraviesen la membrana celular mediante la formación de vesículas de la propia membrana. En la parte interna de la membrana se forman interdigitaciones donde se ubica la sustancia a transportar. Si es hacia el interior de la célula el proceso se llama endocitosis y si es hacia el exterior celular se denomina exocitosis.

Cuando la sustancia es un soluto hablamos de fagocitosis y cuando se trata de líquidos o soluciones, se llama pinocitosis.

TRANSPORTE A TRAVÉS DE LAS MEMBRANAS EPITELIALES

Los seres vivos están formados por compartimientos que contienen distintos fluidos, como orina, bilis, leche, sangre, LCR, sudor, saliva, entre otros.

Las propiedades de las células de las membranas que constituyen estos compartimientos, dependen de la composición de los líquidos mencionados. Así, la cara celular que da hacia un compartimiento tiene propiedades distintas a las del polo que da hacia el compartimiento ubicado del otro lado del epitelio.

Por ejemplo, en la membrana apical del intestino delgado se observan pliegues y vellosidades que aumentan la superficie de intercambio. Las proteínas transportadoras de membrana en el borde ciliado son diferentes a las de la membrana basolateral, la permeabilidad es diferente en los dos polos. La presencia de bombas ATPasa Na^+/K^+ en la membrana basolateral hace que el sodio sea bombeado al interespacio o grietas laterales. El cloruro y el bicarbonato son transportados al espacio intercelular gracias al potencial eléctrico creado por el transporte electrogénico de sodio.

La alta concentración de iones en el borde apical produce

un efecto osmótico, haciendo que el agua fluya hacia el espacio intercelular y de allí a la sangre.

La absorción de sodio por cotransporte con glucosa ocurre en el extremo apical, también se absorben agua, electrolitos y aminoácidos entre otras moléculas.

El movimiento a través del epitelio por las uniones herméticas y los espacios intercelulares laterales se denomina transporte paracelular, y el paso a través de las células epiteliales, transporte transcelular.

Existen otras bombas, como las de H^+/K^+ en epitelio renal y gástrico.

#Este contenido se retomará en el segundo cuatrimestre en el Área de Nutrición para analizar el transporte de nutrientes a través del epitelio gástrico e intestinal.

ACUAPORINAS

Sabemos que el agua es el componente predominante de todos los organismos vivos, y por esa razón, interviene en la regulación de la mayoría de los procesos biológicos. La elevada permeabilidad al agua de la mayoría de las membranas biológicas, en respuesta a mínimas diferencias osmóticas, permite que los compartimientos intra y extracelulares mantengan su isotonicidad, necesaria para la homeostasis celular.

El agua puede atravesar la membrana celular por difusión simple (ósmosis) o a través de poros acuosos. Debido a la baja solubilidad del agua en la fase lipídica de la membrana, este mecanismo requiere una elevada energía de activación, lo que llevó a un grupo de científicos a plantearse que, necesariamente, tenían que existir mecanismos que aceleraran esta difusión en algunas circunstancias.

Los investigadores estadounidenses Peter Agre y Roderick Mac Kinnon recibieron el Premio Nobel de Química en 2003 por sus descubrimientos sobre la estructura proteica de los canales iónicos y del agua en la membrana celular. Peter Agre fue premiado por haber identificado una proteína que permite selectivamente el pasaje del agua a través de las membranas biológicas: las acuaporinas. Las acuaporinas constituyen una familia de proteínas que puede subdividirse en dos grupos: las acuaporinas clásicas (sólo permeables al agua) y las acuagliceroporinas (permeables al agua, glicerol y a otros solutos de bajo peso molecular).

Las acuaporinas son proteínas integrales de membrana, poseen estructura tetramérica y son reguladas por diversos factores intracelulares, fundamentalmente por el pH y la fosforilación. Su permeabilidad al agua es muy alta, del orden de 300 millones de moléculas de agua por segundo.

Hasta la actualidad se han identificado trece acuaporinas que se encuentran detalladas a continuación.

LOCALIZACIÓN	ACUAPORINA	FUNCIONES CONOCIDAS
Conocida como proteína intrínseca principal (MIP), se expresa en las células fibrosas del cristalino.	AQP0	Balance de fluido intraocular
Glóbulos rojos Riñón: TCP y asa desc. de Henle Ojo: Epitelio ciliar Cerebro: Plexo coroideo Pulmón: Epitelio alveolar Endotelio capilar Oído Músculos: esquelético, cardíaco y liso	AQP1	Protección osmótica Concentración de la orina Producción de humor acuoso Producción de fluido cerebroespinal Hidratación alveolar Intercambio de fluido con los tejidos ? ?
Riñón: Células principales de los túbulos colectores	AQP2	Concentración de la orina mediada por la HAD
Riñón: Túbulos colectores Tráquea: Células epiteliales Tracto digestivo Eritrocitos Linfocitos Macrófagos Piel	AQP3	Reabsorción de agua hacia los vasos sanguíneos Secreción de agua hacia la tráquea

Riñón: Túbulo colectores Astrocitos, hipotálamo, células ependimarias Músculo esquelético Tracto digestivo Bronquios	AQP4	Reabsorción de agua hacia los vasos sanguíneos Balance de fluido cerebro-espinal ¿Función osmosensora? Secreción de fluido bronquial
Glándula salival Glándula lacrimal	AQP5	Producción de saliva Producción de lágrimas
Riñón: Células principales de los túbulos colectores	AQP6	Transporte de agua y aniones
Riñón: Túbulo proximal Hígado Músculo cardíaco Tejido adiposo Testículo Espermatozoides	AQP7	Concentración de la orina Transporte de glicerol
Testículo Vesícula biliar Mitocondrias Riñón Colon Espermatozoides Páncreas - Hígado Placenta	AQP8	Secreción biliar
Leucocitos Hígado Bazo Óvulos/espermatozoides Cerebro Glándulas salivares Bronquios Yeyuno, ileon y colon	AQP9	? Secreción biliar ? ? ?
Duodeno, yeyuno	AQP10	Posible función metabólica
Reticulo endoplasmático	AQP11	?
Estómago	AQP12	?
Lengua Páncreas Intestino		

Las acuaporinas intervienen en gran medida en muchos procesos fisiológicos, como el mantenimiento de la homeostasis del agua en todo el cuerpo a través de los riñones, la homeostasis del LCR, la función del sistema linfático y en el ciclo del glicerol derivado de triglicéridos entre la grasa y el hígado.

En los seres humanos, la cantidad y calidad de las acuaporinas pueden originar una gran variedad de enfermedades y desequilibrios en los procesos de hidratación. No es el objetivo de este curso profundizar sobre los procesos fisiopatológicos, sólo daremos algunos ejemplos para comprenderlos mejor:

La hormona antidiurética (ADH), actúa a nivel del túbulo colector renal, estimulando la transferencia de acuaporina 2 desde las vesículas intracelulares hacia la membrana de las células tubulares, con la consiguiente reabsorción de agua. En la carencia hídrica, la secreción de ADH aumenta, y permite al organismo ahorrar agua, disminuyendo su eliminación por la orina, lo que se traduce en que las sustancias disueltas en la orina tengan una concentración cuatro veces superior a la del plasma. En algunos individuos, portadores de una mutación en el gen de la acuaporina 2 se desarrolla una enfermedad llamada diabetes nefrogénica insípida. Estos pacientes pierden la capacidad de reabsorber agua y llegan a eliminar 20 litros de orina diariamente.

Las acuaporinas desempeñan un papel central en los movimientos de agua en muchas células oculares, intestinales, pulmonares y nerviosas. La importancia de la acuaporina 0 está puesta de manifiesto en el mantenimiento de la transparencia del cristalino, su mutación se vincula a la producción de catarata.

La pérdida de expresión de AQP5 en glándula salival y glándula lacrimal se asocia con boca seca y ojo seco, especialmente en el Síndrome de Sjögren (autoinmune).

La neuromielitis óptica (NMO) es una enfermedad idiopática autoinmune, desmielinizante e inflamatoria del sistema nervioso central que afecta a los nervios ópticos y la médula espinal en forma simultánea o secuencial. Aproximadamente el 50% de los pacientes con NMO presentan anticuerpos anti-acuaporina-4.

La fisiopatología de muchas enfermedades cuyo origen molecular era desconocido antes del descubrimiento de las acuaporinas ha empezado a comprenderse mejor, lo cual resultará necesariamente en un mejor enfoque de éstas, pudiendo ser objeto de terapia génica en el futuro.

REFERENCIAS

1. Lehninger Principles of Biochemistry. D.L.Nelson, Michael M.Cox, Aaron Hoskins. Editorial W.H.Freeman, 8° edition, 2021.
2. Koeppen, B. and Stanton B. Berne & Levy Physiology. Philadelphia. MosbyElsevier, 7° Edición, 2018.
3. Boron, W. Fisiología Médica. Boron, W.; Boulpaep, E. Elsevier, 3° edición. España, 2017.
4. Medical Physiology. Principles for Clinical Medicine. Rhoades, R. and Bell, D. Philadelphia Wolters Kluwer - HealthLippincott Williams & Wilkins, 2018.
5. Fisiología Celular: Señales y respuestas. Verónica Milesi y Pablo Mobili. Capítulo 2: Transporte. 26-28. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de la Plata, 2019.
6. Molecular mechanisms governing aquaporin relocalisation. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes. Volume 1864. Issue 4, April 2022, 183853.
7. Fisiología celular: señales y respuestas / Verónica Milesi; Pablo Mobili.- 1a ed.-La Plata. Universidad Nacional de La Plata ; EDULP, 2019.Libro digital, Primera edición, 2020.ISBN 978-950-34-1836-9

LABORATORIOS Y SEMINARIOS DISCIPLINARES

ACTIVIDAD DISCIPLINAR FÍSICA BIOLÓGICA

SOLUCIONES. FORMAS DE EXPRESAR SU CONCENTRACIÓN

Docentes Responsables: Dabin, Carlos J – Godoy, Natalia – Pérez, Martín

Introducción

Nuestro cuerpo, cuyo principal componente es el agua, está organizado en compartimentos que tienen distinta composición y se hallan separados por membranas. El intercambio de agua y solutos entre los compartimentos mantiene la composición de las soluciones acuosas intra y extracelulares de acuerdo a sus requerimientos fisiológicos. Para comprender la composición y la homeostasis del medio interno, debemos comenzar con el estudio de “qué es una dispersión” y las distintas formas de expresar la concentración de los solutos que componen al medio interno.

Por otra parte, la preparación y el uso de soluciones son temas cotidianos dentro de la Práctica Médica: en promoción, terapéutica, diagnóstico, prescripción, etc.

Objetivos

- Conceptuar las distintas formas de expresar la concentración de una solución y la cantidad de soluto disuelto.
- Saber interconvertir entre sí las distintas formas de expresar la concentración y la cantidad de soluto de las soluciones.
- Comprender el concepto de dilución y su aplicación en la práctica médica.
- Interpretar a qué tipo de dispersión corresponde cada uno de los líquidos biológicos.

Contenidos

Dispersiones: concepto y clasificación. Formas de expresar la cantidad de soluto y la concentración de una solución. Proceso de dilución.

Duración: 2 horas.

Los alumnos **deben** concurrir al seminario propuesto con la lectura previa del Material Académico aportado por la Cátedra de Física Biológica.

Desarrollo

1- Indique qué tipo de dispersión constituyen los siguientes ejemplos. Justifique

- Líquido cefalorraquídeo (agua, glucosa, aminoácidos, hormonas, vitaminas, electrolitos, células).
- Secreción pancreática (agua, bicarbonato, enzimas proteolíticas y lipolíticas, amilasa).
- Bilis (sales biliares, proteínas, colesterol, hormonas y agua).
- Líquido intersticial (agua, aminoácidos, azúcares, ácidos grasos, coenzimas, hormonas, neurotransmisores, sales minerales y productos de desecho de las células).

2- La concentración de una sustancia puede expresarse de distintas maneras. Indique para las siguientes, cuál considera que es la forma más adecuada de expresar su concentración:

- a) Na^+
- b) K^+
- c) Glucosa
- d) Proteínas
- e) Todas las sustancias del plasma tomadas en conjunto

3.- Un recipiente contiene 100ml de una solución de ClNa (cloruro de sodio) 9gr% (llamada solución o suero fisiológico - SF) ($\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$. PM: 58,5). Si se divide el contenido en dos recipientes: uno que contiene 70ml y otro que contiene los 30ml restantes:

- a- Indique que propiedades intensivas y extensivas se han modificado en cada vaso.
- b- ¿Cuántos grs de ClNa habrá en cada uno de los recipientes?
- c- ¿Cuál será la concentración de la solución que contiene cada uno expresada en moles/l, en meq/l y en osm/l?

4- ¿Cuántos gramos de soluto se requieren para preparar 1.000 cm³ de las siguientes soluciones?:

- a- KCl 2M ($\text{KCl} \rightarrow \text{K}^+ + \text{Cl}^-$, cloruro de potasio, PM: 74,5)
- b- CaCl_2 0,03M ($\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{++} + 2 \text{Cl}^-$, cloruro de calcio, PM: 111)

5- Si a un paciente se le administra un sachet de suero que contiene:

- 500 ml Dextrosa 5%
- 10 cc de ClNa 20%
- 15 meq de ClK disueltos 5cc de agua destilada

- a) ¿Qué cantidad de cada soluto se le va a estar administrando?
- b) ¿Cuál sería la manera apropiada de informar la cantidad total de solutos administrados?
- c) ¿Cuál es la osmolaridad de esta solución?

6. Para poder ser consumida por lactantes, la leche de vaca debe ser diluida. Teniendo en cuenta los datos de la siguiente

tabla, calcule:

- a- ¿qué volumen de la leche de vaca se debe tomar?
- b- ¿cuánta agua debe agregarse para preparar un litro de leche apta para la alimentación de un lactante?

	Sodio (mg/100 ml)	Potasio (mg/100 ml)
LECHE MATERNA	15	53
LECHE DE VACA	45	159

7- Una solución de MgCl_2 ($\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}^{++} + 2 \text{Cl}^-$, cloruro de magnesio, PM: 95) es 15M. ¿Cómo debe procederse para preparar 100ml de solución 3M?

PROBLEMAS ADICIONALES

1- ¿Qué M tiene una solución de ácido nítrico (HNO_3), si 400 ml de la solución contienen 150 g del ácido?

2- Si se desea obtener una solución 0.3M de hidróxido de potasio (KOH), disolviendo 60 gramos de hidróxido, ¿Qué volumen de solución se obtendrá?

3- ¿Cuál es la M de una solución que contiene 78 g de KOH con agua en 100ml de solución?

4- Si se tiene una solución 3M de HCl en agua, ¿Qué cantidad de soluto contienen 250 ml de solución?

5- ¿Cómo se prepararían 25 ml de una solución 1,2M de KCl a partir de una solución existente en el laboratorio que es 3M?

ACTIVIDAD DISCIPLINAR BIOFÍSICA

Seminario Disciplinar: Transporte a Través de Membranas

Docentes Responsables: Leda Urli; M. Isabel Spengler; Laureano Albornoz.

Cátedra de Física Biológica. Facultad Ciencias Médicas.UNR

Material Bibliográfico: Ficha del Cuaderno del alumno sobre Transporte a través de membranas.

Introducción

Los tejidos animales están constituidos por células rodeadas por una solución que las baña: el fluido intersticial.

La membrana plasmática es una barrera entre el citoplasma y el líquido extracelular. Esta barrera permite el mantenimiento de grandes diferencias de concentración para una gran variedad de sustancias entre el citoplasma y el líquido extracelular.

El pasaje de moléculas importantes a través de las membranas en cantidades controladas es fundamental para la vida de la célula.

Objetivos

- Introducir al concepto de transporte de materia y energía a través de las membranas.
- Conceptualizar los distintos mecanismos de transporte y su clasificación

Contenidos

Flujo. Difusión. Ley de Fick

Clasificación de los transportes a través de las membranas desde el punto de vista mecanístico y energético. Transporte de agua.

Difusión simple. Difusión facilitada. Transporte a través de canales iónicos. Bomba Na-K-ATPasa.

Material Bibliográfico

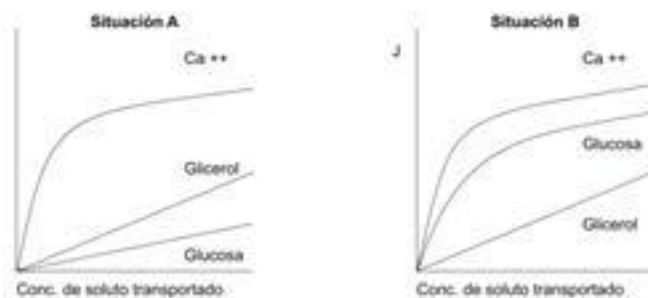
Ficha del Cuaderno del alumno sobre “Transporte a través de membranas “

Desarrollo

1.

- Grafique la relación entre flujo y diferencia de concentración para la difusión de un gas a través de una membrana.
- ¿De qué mecanismo de transporte se trata?
- ¿Qué es la permeabilidad? Represente en el gráfico el transporte de solutos con diferentes permeabilidades.

2. Dados los siguientes gráficos:



- Cite los mecanismos por los que están siendo transportados estos tres solutos en ambas situaciones. Justifíquelo.
- ¿Cómo se clasifican desde el punto de vista energético los mecanismos representados en la figura?
- ¿A qué se debe la diferencia entre A y B para el transporte de la glucosa?

3) ¿Qué estructura química tienen los canales iónicos? Explique la cinética y energética de dicho mecanismo de transporte. Dé ejemplos.

4) Complete el siguiente cuadro comparativo según corresponda:

	¿Utiliza transportadores?	Gradiente electroquímico	¿Gasta energía metabólica?	¿Es un proceso espontáneo o no espontáneo?	Clasificar desde el punto de vista energético
Difusión simple					
Difusión facilitada					
Canales					

5) ¿Qué son las acuaporinas? ¿Cómo es su estructura? ¿Qué tipo de permeabilidad tiene? Nombre algunas acuaporinas, sus localizaciones y funciones.

GUÍA DE ESTUDIO

FISIOLOGÍA HUMANA

Guía para Dirigir el Estudio Individual N° 2

Bernasconi, María Virginia. Profesora Adjunta.

Objetivos

De enseñanza:

- Guiar al alumno en el estudio de los Principios Básicos de la Fisiología General.

De aprendizaje:

- La morfología de la célula, para comprender, entre otros, las bases de los procesos químicos del crecimiento y multiplicación celular, la generación de productos energéticos y la comunicación intercelular
- La estructura polar del agua, para comprender la capacidad de las diferentes sustancias para atravesar la membrana celular
- Las unidades usadas para describir concentración de sustancias, para poder interpretar el rango de valores normales plasmáticos para los principales iones, la glucosa y las proteínas
- El concepto de ósmosis y presión osmótica y su relación con la capacidad de la membrana para que las diferentes sustancias la atraviesen
- La diferencia entre osmolaridad, osmolalidad y tonicidad, para comprender el movimiento del agua a través de la membrana celular
- La diferencia entre presión osmótica, presión oncótica y presión hidrostática, para comprender el movimiento de agua transepitelial y transcelular
- El concepto de energía libre y sus componentes (químico, eléctrico, hidrostático), para comprender la difusión de moléculas cargadas eléctricamente o no cargadas y el movimiento de aire y líquidos.
- El equilibrio Gibbs-Donnan, para comprender la distribución de cationes y aniones entre compartimientos con diferente composición
- La estructura de la membrana celular, para comprender la diferencia en la composición del Líquido Intracelular y Extracelular y su relación con la manera en que los diferentes sustancias la atraviesan
- Los diferentes tipos de transporte de sustancias a través de la membrana celular (difusión iónica y no iónica, difusión facilitada, transporte activo primario y secundario), para poder comprender los mecanismos que subyacen a innumerables procesos fisiológicos (potenciales eléctricos, metabolismo energético, control del volumen celular, control de concentración de hidrogeniones, absorción intestinal, excreción renal, contracción y relajación muscular, etc.)
- El concepto de transporte transcelular y transepitelial, para comprender la transferencia de solutos y solventes en intestino, riñón y capilares en general.

- El concepto de transporte transcelular y transepitelial, para comprender la transferencia de solutos y solventes en intestino, riñón y capilares en general.
- Aspectos básicos de la fisiología de la piel, para comprender su importancia en la fisiología del hueso, en la regulación de la temperatura corporal y en la regulación del volumen minuto cardíaco

Contenidos

La célula: Morfología funcional de la célula.

Principios o Conceptos básicos para la comprensión de los fenómenos fisiológicos: Sustancias hidrofóbicas e hidrofílicas. Unidades de concentración. Osmosis y Presión Osmótica. Componentes de la energía libre. Presión Osmótica-Presión Oncótica-Presión hidrostática. Osmol, Osmolaridad, Osmolalidad, Tonicidad. Equilibrio Gibbs-Donnan. Determinantes del flujo.

Movimiento de sustancias a través de barreras: Tipos de transporte a través de membranas celulares. Transporte transepitelial y transcelular. Endocitosis, exocitosis. Hipótesis de Starling. Introducción a la fisiología de la piel.

Bibliografía

- *FISIOLOGÍA MÉDICA.* William F. Ganong. Editorial Manual Moderno. Edición 20°: Capítulo 1. Editorial Mc Graw Hill Edición 23°: Capítulos 1 y 2
- *TRATADO DE FISIOLOGÍA MÉDICA.* Guyton & Hall Editorial Mc Graw Hill. 20° Edición o superior. Capítulos 1, 2 y 4
- *FISIOLOGÍA HUMANA* de Houssay. Editorial El Ateneo. 7° Edición. Capítulos 1, 2 y 3
- *Best & Taylor. BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA.* Dvorkin-Cardinali. Editorial Panamericana. 13° Edición o Superior: Capítulo 2

Referencias bibliográficas optativas

- Michael, J; The “core principles” of physiology: what should students understand?; *Adv Physiol Educ* 33: 10–16, 2009

Desarrollo

• Los organismos multicelulares están compuestos por células. Éstas son unidades funcionales, pero se interrelacionan formando sistemas con diferente jerarquía para cumplir distintas funciones. Así una célula del músculo liso de los vasos cutáneos pertenece al tejido muscular liso, forma parte del órgano piel, pertenece al sistema de regulación de la presión arterial (es un efector de la porción Simpática del Sistema Nervioso Autónomo) y pertenece al sistema regulador de la temperatura corporal (es un efector de las sustancias vasodilatadores formadas por actividad de las glándulas sudoríparas) entre otros sistemas. Estos son Sistemas Supracelulares. Pero, los componentes de la célula, también se interrelacionan en diferentes sistemas. Son Sistemas Subcelulares. De manera que es tan relevante conocer la Fisiología Celular, como la Fisiología de los Sistemas que comunican a las células entre sí. Para ello es indispensable comenzar con el estudio de los Conceptos y Principios Básicos para la función de los Sistemas y Sub-sistemas orgánicos

Recuerde la morfología y fisiología básica celular o reléala en un texto de Fisiología

Recuerde la función del retículo endoplásmico, los ribosomas, el aparato de Golgi, los lisosomas y peroxisomas, las mitocondrias, el centrosoma, las estructuras filamentosas-tubulares, los motores moleculares y los cilios.

Repase los conceptos de exocitosis (es relevante en la secreción de neurotransmisores y de hormonas) y de endocitosis (pinocitosis y fagocitosis).

• La membrana que rodea a la célula es una barrera entre su medio interior o Líquido Intracelular (LIC) y el medio que la rodea o Líquido Extracelular (LEC), que tienen composición diferente. A su vez es medio de unión entre el LIC y el LEC, porque a través de ella se intercambian sustratos, gases, productos del metabolismo y de secreción celular.

Estudie la Composición del LIC y del LEC.

Lea y comprenda las diferentes maneras de expresar la concentración de solutos: mM/L, mEq/L, mg/dl, mg/100 ml o mg%, mosmoles/L

Observe los siguientes valores de la concentración de componentes del plasma (Valores de Ganong 15ª Ed). Interprete por qué la concentración de algunos solutos puede expresarse en diferentes unidades. Revise lo estudiado en Física Biológica.

Na ⁺	135-145 mM/L o 135-145 mEq/L
K ⁺	3,5-5 mM/L o mEq/L
Cl ⁻	100-108 mM/L o mEq/L
H ⁺	40 nEq/L
Ca ⁺⁺ Total	2,2-2,8 mM/L o 4,3-5,3 mEq/L o 8,5 a 10,5 mg% /dL
Glucosa	90 mg% o 90 mg/dl
Aldosterona	3-10 ng/dL
Cortisol	5-25 µg/dL

Lea y reflexione sobre la diferencia entre osmolaridad, osmolalidad y tonicidad

Conozca el valor de la osmolaridad en el LIC y en el LEC

Conozca (si la hay), la diferencia de potencial eléctrico entre el LIC y el LEC

• Las membranas que son únicamente permeables al agua se denominan semipermeables. Si a ambos lados de la misma hay soluciones acuosas con diferente concentración de solutos (Ejemplo: En el lado A mayor concentración que en el lado B) el agua difunde desde B hacia A ya que en B el agua (que es la que difunde) tiene mayor actividad. Se crea entonces, en el compartimiento A, una presión hidrostática (fuerza que ejerce el agua dependiente de su altura) la que ejerce una fuerza contraria al flujo de agua (limitante del flujo)

Busque la definición de presión osmótica

• En condiciones fisiológicas normales el volumen celular es constante. Los cambios en la concentración de solutos en LEC o en el LIC provocan movimiento de agua (ósmosis) que modifican el volumen celular. Los mecanismos de pérdida o ganancia de solutos regulan el volumen a un valor constante. (En el Área El Ser y su Medio usted estudiará en detalle las bases físicas de este proceso y sus mecanismos de control).

¿Esta constancia de volumen es producto de equilibrio termodinámico o de estado estable?

¿Por qué?

• La membrana que separa el Plasma y el Líquido Intersticial (endotelio capilar) es impermeable a las proteínas y permeable al Na⁺, al Cl⁻, al K⁺ y al HCO₃⁻.

Observe cómo es la concentración de cada uno de ellos en el Plasma en relación al Líquido Intersticial

Lea e interprete el Equilibrio Gibbs-Donnan

• Todas las membranas celulares están compuestas principalmente por lípidos y proteínas. La membrana que recubre la célula, llamada generalmente “membrana celular” es relevante en el intercambio de sustancias y en la acción de mediadores químicos.

Estudie de qué manera se estructuran los lípidos y proteínas en la membrana celular

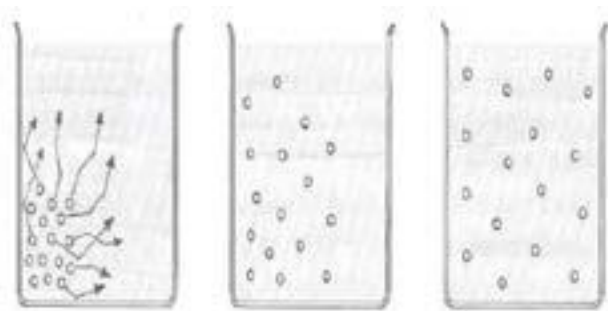
• El intercambio de sustancias (transporte) a través de la membrana celular es relevante para la vida de los organismos vivos

¿Qué papel juegan, en general, los lípidos y las proteínas de membrana en el transporte de sustancias como el agua, los electrolitos, los monosacáridos, los aminoácidos, el O₂ y el CO₂?

Interprete el concepto de difusión. Recuerde la Ley de Difusión de Fick.

Observe el esquema de un recipiente conteniendo un solven-

te y un soluto depositado en el área izquierda de su fondo.



Indique:

- ¿Cuál es el proceso que está ocurriendo?
- ¿Cuál es la fuerza que impulsa el proceso?
- ¿Qué otros factores influyen?
- Expréselo mediante la Ecuación de Fick

¿Qué relación encuentra con el concepto de flujo?

¿En qué unidades mide flujo de gases? ¿En qué unidades mide flujo de líquido?

¿En qué unidades mide difusión de moléculas cargadas? Y de moléculas no cargadas?

¿Qué diferencia encuentra en la difusión de iones y de no iones a través de la membrana celular?

- El intercambio de sustancias dependiente de difusión se conoce como transporte pasivo (iónico y no iónico). Esta difusión o transporte pasivo puede además estar facilitado: ¿Cuáles son los determinantes de la difusión propiamente dicha o simple?

¿Cuáles son los determinantes de la difusión facilitada?

Explique las razones que determinan que la tasa de difusión simple sea directamente proporcional a la concentración de la sustancia que difunde y que la tasa de difusión facilitada alcance un valor máximo.

- El intercambio de sustancias a través de la membrana celular también puede ser independiente de la difusión. Esto se da cuando el transporte se hace en contra de un gradiente químico y/o eléctrico. Necesita energía y por lo tanto se conoce como transporte activo.

¿Cuáles son los determinantes del transporte activo de sustancias? Recuerde la diferencia entre transporte activo primario (dé un ejemplo) y transporte activo secundario (dé un ejemplo).

- El flujo o difusión de un ión a través de la membrana celular es dependiente de la permeabilidad de la membrana. Este concepto es importante para comprender el desarrollo de un potencial de acción en las células excitables.

Interprete el concepto de permeabilidad selectiva de la membrana
Interprete las propiedades de los canales iónicos

- También hay intercambio de sustancias a través de los epitelios
Recuerde los tipos de epitelio

Recuerde las Moléculas de Adhesión Celular y los tipos de conexiones intercelulares porque son importantes en el transporte transepitelial.

- Al finalizar el estudio de los contenidos relacionados con esta Guía usted deberá estar en condiciones de construir y explicar los siguientes Gráficos que relacionan 2 (dos) variables fisiológicas:

- La relación entre el flujo, tasa, carga o velocidad de transporte a través de la membrana celular de una sustancia con difusión simple. Mencione la sustancia que utiliza.
- La relación entre el flujo, tasa, carga o velocidad de transporte a través de la membrana celular de una sustancia con difusión facilitada. Mencione la sustancia que utiliza.

(2) Las Guías de Estudio Individual, como su nombre lo indica, tienen como objetivo ayudar al estudiante a una lectura y comprensión completa del material bibliográfico. Se indican, mediante preguntas, aquellos contenidos base para la interpretación de los procesos. Por eso, las respuestas no son para memorizarse sino para ayudar a interpretar, comprender o integrar los procesos fisiológicos que se están abordando. El estudiante puede comprobar su nivel de comprensión del tema, intentando resumirlo en un Esquema o construyendo un Gráfico de relación entre las variables que se están abordando. Recuerde que los Exámenes Finales son orales. Para que esta Guía facilite el estudio, el estudiante debe leer primero la Bibliografía correspondiente al tema en alguno de los textos de Fisiología y comprenderla. Recién entonces debería intentar responder esta Guía, revisando el Texto de Fisiología ante toda duda.



UNIDAD 4

MATERIAL DE ESTUDIO



CONTENIDO

Material bibliográfico

- Biofísica - Bases físicas de los fenómenos bioeléctricos

Laboratorios y Seminarios

- Biofísica - Bases físicas de los fenómenos bioeléctricos

Guías de Estudio

- Fisiología Humana - Guía de estudio N°3
- Fisiología Humana - Guía de estudio N°4

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

BIOFÍSICA

Bases Físicas de los Fenómenos Bioeléctricos

JTP. Lic Stella Maris Bertoluzzo. Dra. Graciela Bazzoni. Cátedra de Biofísica. Facultad de Ciencias Médicas, UNR.

Contenidos

- Potencial electroquímico. Gradiente electroquímico.
- Potencial de equilibrio: ecuación de Nerst
- Origen del potencial de transmembrana. Ecuación de Goldman
- Potencial de acción
- Equilibrio Gibbs-Donnan

Potencial electroquímico, gradiente electroquímico

Desde el punto de vista fisicoquímico, el hombre está constituido por una serie de compartimentos acuosos rodeados por membranas. Las membranas celulares separan dos regiones del espacio y permiten el paso a su través de sustancias, mediante transporte pasivo y activo. Las membranas básicamente están compuestas por lípidos y proteínas. Los lípidos identificados como colesterol y fosfolípidos forman una doble capa que se alterna con proteínas. Estas últimas representan los poros a través de los cuales se efectúa principalmente el transporte de sustancias.

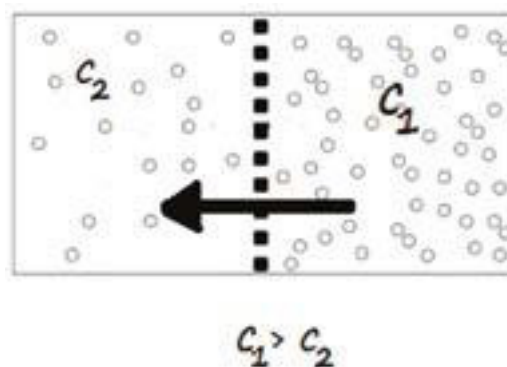
Para que una partícula se desplace entre dos puntos A y B es necesario la aplicación de una fuerza. Entonces decimos que dicha fuerza realizó un trabajo que resulta igual a la variación de energía cinética o de movimiento ($\Delta E_c = \frac{1}{2} m v^2$)

En la naturaleza, opera el principio de mínima energía según el cual los sistemas materiales tienden a evolucionar espontáneamente para alcanzar el mínimo de energía y un máximo desorden. La relación entre la energía y el desorden se expresa mediante la denominada energía libre de Gibbs (G). Entonces se define potencial químico o de concentración a la cantidad de energía libre utilizada o liberada por un mol de sustancia para realizar un trabajo, representado por la letra μ y sus unidades son joule/mol o ergios/mol. Teniendo en cuenta algunas aproximaciones se puede demostrar que el potencial químico (μ) para un soluto determinado en una solución depende de la concentración (C) de la siguiente manera:

$$\mu = \mu_0 + RT \ln C$$

donde μ_0 : es un potencial de referencia; R: constante general de los gases; T: temperatura absoluta (° K); ln C: logaritmo neperiano de la concentración del soluto.

Por ello si existe un **gradiente de concentración** (entendiéndose por gradiente la variación de una magnitud en función de la distancia, en este caso la magnitud es concentración) entre dos soluciones separadas por una membrana, se producirá desplazamiento de soluto espontáneamente desde la zona de mayor concentración a la de menor concentración, buscando alcanzar un equilibrio de concentración a expensas de la disminución de su energía libre.



De manera que **el gradiente de concentración es la fuerza que impulsa el movimiento del soluto desde una zona de potencial químico mayor a otra donde el potencial químico es menor.**

La variación del potencial químico ($\Delta\mu$) para un soluto determinado entre ambos compartimentos, es igual al trabajo realizado por la fuerza para mover el soluto desde la zona de C1 donde está más concentrado a la zona donde su concentración C2 es menor:

$$W_{\text{concentración}} = \Delta\mu_{\text{concentración}} = \mu_1 - \mu_2 = RT \ln (C_1/C_2)$$

La presencia de solutos con carga eléctrica (iones) sumado a la permeabilidad selectiva de la membrana determina la aparición de una distribución asimétrica de iones a ambos lados de la membrana. Esto posibilita una distribución de cargas en función de la distancia, generándose entonces lo que se denomina **gradiente de energía potencial eléctrica (Ueléctrica)**. Esa energía potencial eléctrica por unidad de carga es lo que se conoce como potencial eléctrico (V), cuyas unidades son joule/Cb o ergios/Cb.

De manera que el gradiente de potencial eléctrico resulta ser la fuerza que impulsa a las cargas a desplazarse espontáneamente a través de la membrana para alcanzar un estado de

equilibrio a expensas de la disminución de la energía potencial eléctrica.

La cantidad de carga que atraviesa la membrana por unidad de tiempo se denomina **flujo eléctrico**, y resulta ser directamente proporcional al gradiente eléctrico.

El trabajo eléctrico para mover las cargas es igual a la variación de energía potencial eléctrica:

$$W_{\text{eléctrico}} = \Delta U_{\text{eléctrica}} = q\Delta V = zF\Delta V$$

Donde:

q: es la carga del ión;

z: es la valencia del ión;

F: es la constante de Faraday (96500 Coulombios/mol)

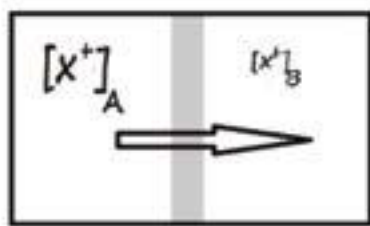
Entonces, si el soluto tiene carga neta y presenta un gradiente de concentración deberemos hablar de un potencial electroquímico:

$$\mu_{\text{electroquímico}} = \mu_0 + RT \ln C + zF V$$

Entonces se moverá tanto por el gradiente de concentración como por el gradiente eléctrico a través de la membrana, o sea, está sujeto a un **gradiente electroquímico**. Este gradiente es la suma del gradiente químico y del gradiente eléctrico.

Potencial electroquímico: ecuación de Nerst

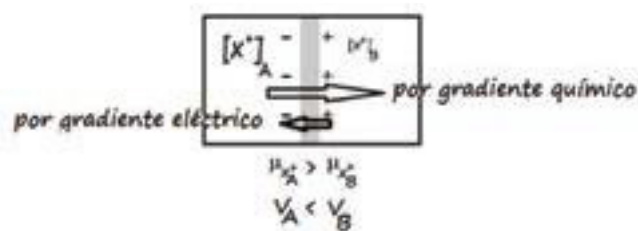
Consideremos que una membrana permeable al ión X separa dos soluciones (A y B) que contienen distintas concentraciones de dicho ión (A mayor que B). Si no hay una diferencia de potencial entre ambos lados de la membrana, X tenderá a ir de A a B lo mismo que si se tratara de una partícula no cargada.



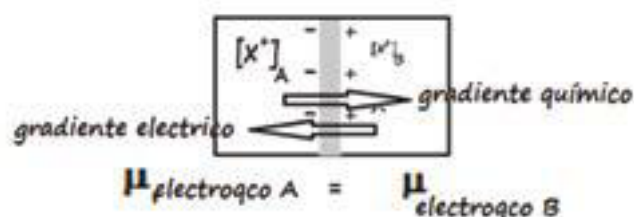
$$\mu_{X^+}^A > \mu_{X^+}^B$$

X^+ se mueve desde A a B espontáneamente

Ahora bien, los iones al migrar hacia B llevan consigo su carga eléctrica y así van creando una diferencia de potencial eléctrico ya que aumenta la carga positiva (+) en el lado B de la membrana.



Es decir, el gradiente de concentración provoca un movimiento del ión X^+ desde el compartimento más concentrado hacia el menos concentrado, mientras que el gradiente eléctrico tiende a detener el movimiento de más iones X^+ (ya que las cargas del lado B en la membrana, repelen a las cargas positivas que tratan de pasar desde A a B por gradiente de concentración).



Cuando la carga positiva (+) del compartimento B aumenta de tal modo que el gradiente de potencial eléctrico resulta igual al gradiente de potencial químico, el flujo neto del ión X resulta igual a cero. Se dice entonces que **el ión X ha alcanzado su equilibrio**.

El **potencial de equilibrio** para un ión es aquel potencial eléctrico de membrana que determina que la corriente iónica neta o flujo neto del ión que atraviesa la membrana sea nula ya que el gradiente eléctrico es contrarrestado por el gradiente químico. Pero cuando esto se da, el potencial electroquímico a ambos lados de la membrana son iguales, o sea:

$$\mu_{\text{electroquímico A}} = \mu_{\text{electroquímico B}}$$

$$\mu_0 + RT \ln C_A + zF V_A = \mu_0 + RT \ln C_B + zF V_B$$

O sea que la energía libre de Gibbs:

$$\Delta G = \Delta \mu_{\text{electroquímico}} = \mu_{\text{electroquímico B}} - \mu_{\text{electroquímico A}} = 0$$

$$\Delta \mu_{\text{electroquímico}} = RT \ln C_B/C_A + zF (V_B - V_A) = 0$$

Si despejamos de la ecuación anterior $(V_B - V_A)$, resulta:

$$\Delta V = (V_B - V_A) = -RT/zF \ln C_B/C_A$$

que es la denominada **ecuación de Nerst** que permite calcular el valor del potencial eléctrico (ΔV_{eq}) transmembrana para el cual el ión se encontrará en equilibrio. En otras palabras, el ΔV_{eq} sería la fuerza eléctrica que mueve a un ión a través de la membrana en sentido contrario a como lo tiende a mover la fuerza de concentración. Así los flujos originados por cada una de ellas tendrán la misma magnitud pero sentido contrario, resultando entonces un flujo neto pasivo de ese ión

igual a cero. Cuando se alcanza esta situación se dice que la especie iónica considerada se halla en **estado de equilibrio**.

Origen del potencial de membrana

Una manifestación común a todos los tejidos es que sus células establecen y mantienen gradientes de concentración a través de sus membranas para cada sustancia. En el caso de sustancias electrolíticas su libertad de migración está condicionada por la membrana, produciéndose a su través una separación de cargas que se expresa como un gradiente de potencial eléctrico. Ambos gradientes (químico y eléctrico) constituyen como ya dijimos un gradiente electroquímico asociado a una energía potencial disponible para la realización de las distintas actividades celulares.

Entonces nos podemos preguntar: ¿Cómo se genera y se mantiene la diferencia de potencial de membrana ΔV_m ?

Recordemos en primer lugar que:

- la concentración intracelular de potasio es mucho mayor que la extracelular y lo contrario ocurre para el sodio y el cloruro.
- Estos gradientes están mantenidos por la bomba de sodio y potasio a expensas de la energía metabólica (ATP).

Entonces:

1) Si la membrana fuera igualmente permeable a los iones sometidos a igual gradiente químico, no se generaría separación de cargas, esto es, el ΔV_m sería cero.

2) Si la membrana fuera permeable al ión K^+ únicamente. Como éste se encuentra más concentrado en el interior celular se producirá por ese gradiente químico un flujo de K^+ hacia afuera, generando una electropositividad fuera de la membrana y una electronegatividad dentro. Esa diferencia de potencial eléctrica ($\Delta V_m = -100\text{mV}$) es suficientemente grande como para bloquear la difusión neta de K^+ hacia fuera, y su valor coincide con el ΔV_{eq} calculado utilizando la ecuación de Nerst.

3) Si por el contrario, la membrana fuera permeable únicamente al ión Na^+ y éste se encuentra más concentrado afuera de la célula se generaría un movimiento espontáneo de este catión hacia el interior celular. A medida que ingresa se originará una electropositividad en el interior que crecerá hasta alcanzar un valor que bloquee la entrada neta de Na^+ a la célula. La diferencia de potencial eléctrica creada alcanzará un valor de $+55\text{mV}$ que se corresponde al ΔV_{eq} calculado en la ecuación de Nerst.

A estos potenciales de membrana se denominan potenciales de difusión porque son creados por la existencia de un gradiente de concentración iónica a través de la membrana.

Las membranas biológicas presentan permeabilidades diferentes a las distintas especies iónicas, por lo que cada una de ellas fuerza al valor del potencial de membrana al valor de

su potencial de equilibrio. El potencial de membrana resulta de la suma de los aportes de cada ión presente. La ecuación de Goldman es una expresión que relaciona el potencial de membrana con las concentraciones iónicas y sus respectivas permeabilidades, considerando que los iones se encuentran en estado estacionario, el potencial constante en el tiempo y en ausencia de procesos activos:

$$\Delta V_m = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{K^+} [K^+]_1 + P_{Na^+} [Na^+]_1 + P_{Cl^-} [Cl^-]_2}{P_{K^+} [K^+]_2 + P_{Na^+} [Na^+]_2 + P_{Cl^-} [Cl^-]_1}$$

Donde:

ΔV_m : diferencia de potencial de membrana; R: constante general de los gases; T: temperatura absoluta; F: constante de Faraday y P_K , P_{Na} , P_{Cl} representan las permeabilidades de los iones K^+ , Na^+ , Cl^- , respectivamente y los índices 1 y 2 se refieren a los dos compartimientos.

El examen de la ecuación permite también comprender que no todos los iones tienen la misma importancia en la determinación de la diferencia de potencial: cuanto mayores son las concentraciones y la permeabilidad de una especie iónica, mayor es la influencia que la distribución de esta especie ejerce sobre el valor del potencial de membrana.

El ΔV_{eq} para el anión Cl^- coincide con el ΔV de membrana, indicando que su distribución a través de la membrana es pasiva o lo que es lo mismo el flujo neto pasivo del cloro es nulo puesto que se distribuye conforme al equilibrio.

En tanto, la permeabilidad para el K^+ excede en mucho a la permeabilidad para el Na^+ , porque hay menos canales para el Na^+ , entonces el potencial de membrana en reposo se encuentra próximo al potencial de equilibrio para el K^+ y es de alrededor de -70 a -90mV . El K^+ tiende a salir de la célula y el Na^+ a entrar, debido a que sus gradientes electroquímicos netos así lo determinan. Los valores del ΔV_{eq} que le corresponde al Na^+ y al K^+ difieren del ΔV de membrana y esta desviación se traduce un estado de desequilibrio que no puede explicarse por las leyes del transporte pasivo. Esto conduciría gradualmente a la disipación de los gradientes iónicos si no fuera por la existencia de la bomba de Na^+-K^+ o también llamado transporte activo. Es una bomba electrógena porque bombea tres cargas positivas con el Na^+ hacia el exterior ingresando dos cargas positivas a través del K^+ , gracias a ella el flujo neto de Na^+ y K^+ es cero y genera una diferencia de potencial en la membrana con el interior negativo y a la vez colabora con la mantención del ΔV de membrana. La célula no está en equilibrio sino en un **"estado estacionario"** gracias a la energía del ATP.

Resumiendo:

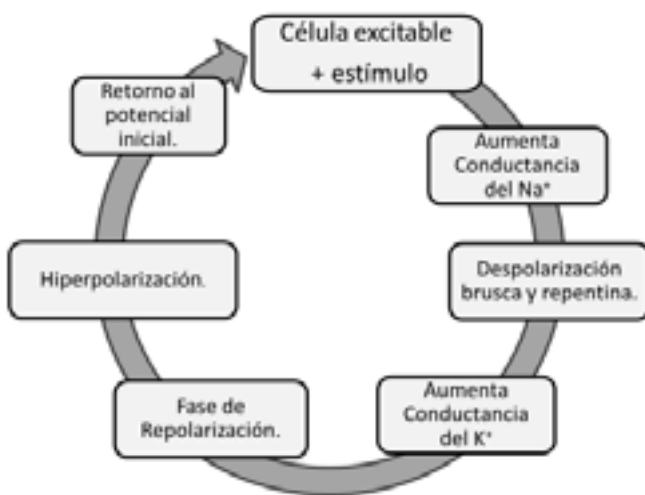
- La membrana celular presenta una diferencia de potencial eléctrico porque presenta una permeabilidad selectiva que conduce a un gradiente de cargas a su través y que necesita del aporte de energía metabólica (bomba de Na^+-K^+) para mantener esa diferencia de potencial de membrana.
- Cada ión tiene un potencial de equilibrio (ΔV_{eq}) dis-

tinto al potencial de equilibrio de los otros iones.

- La diferencia del potencial de la membrana celular está definido fundamentalmente por el comportamiento de restitución del K^+ .
- Un potencial de membrana permanentemente igual a cero implica muerte celular.

Potencial de acción

Las células excitables, tienen la particularidad de que, ante un estímulo, desencadenan un rápido cambio en el potencial de membrana (interior se hace positivo) seguido de un retorno al potencial de reposo negativo original, es decir desencadenan un potencial de acción.



Un potencial de acción es la base de la propiedad fundamental de las células excitables: la capacidad de transportar señales entre células nerviosas o desde las células nerviosas a otros tejido como músculo o glándulas.

Básicamente un potencial de acción es un cambio muy rápido en la polaridad de la membrana de negativo a positivo y vuelta a negativo, un ciclo que dura unos milisegundos. Este cambio en el potencial de membrana se propaga sin decremento en valor y duración a lo largo de la fibra nerviosa o muscular.

La causa del potencial de acción es el intercambio de iones a través de la membrana celular.

Cuando un estímulo adecuado llega a la célula se produce un cambio en la permeabilidad o conductancia (G , en términos eléctricos) del Na^+ (apertura de los canales de Na^+), permitiendo su entrada a la célula mucho más rápidamente que en el estado de reposo. Como consecuencia se produce una despolarización brusca y repentina de la membrana que incluso sobrepasa el valor de 0 mV, de manera que la membrana se polariza en el sentido inverso (interior positivo), (fase de

despolarización o fase ascendente).

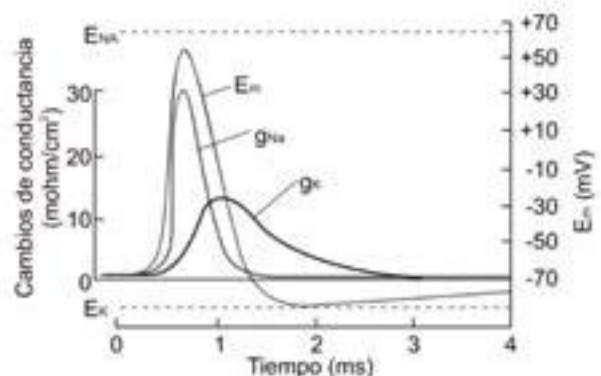
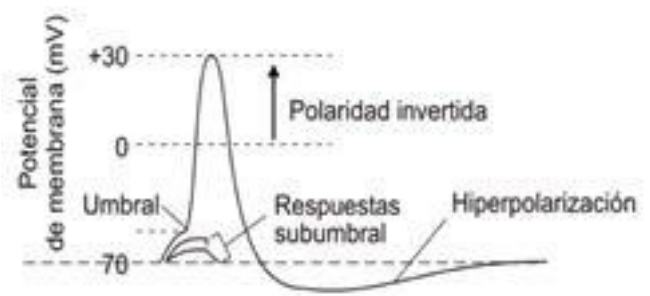
El posterior aumento de la permeabilidad o conductancia del K^+ evita que el Na^+ alcance su potencial de equilibrio. Esa apertura de los canales de K^+ provoca la salida de este ión y como resultado el interior celular se vuelve negativo (fase de repolarización o fase descendente). El aumento de la conductancia al K^+ comienza más tarde que el de sodio, ocurre de manera más lenta, alcanza su pico en la mitad de la fase de repolarización y luego, lentamente retorna a los valores de reposo. Así el potencial de la membrana vuelve a los valores de reposo (fase de repolarización) casi tan rápido como cuando la membrana se despolarizó.

En este punto, el potencial de membrana va más allá del potencial de reposo (fase de hiperpolarización) debido a que los canales de K^+ quedan abiertos un poco más. Gradualmente las concentraciones iónicas regresan a los niveles de reposo y la membrana celular adquiere el potencial de reposo.

Los potenciales de acción se desencadenan cuando una despolarización inicial alcanza un umbral. Este potencial umbral varía alrededor de -55 a -50mV sobre el potencial de reposo. Por eso se dice que es un fenómeno de todo o nada porque si no se alcanza el valor umbral, no se produce un potencial de acción y si lo alcanza produce un potencial de acción que no depende de la intensidad del estímulo.

En el transcurso del potencial de acción existe un período refractario en el cual la célula excitable no responde ante un nuevo estímulo y por lo tanto no se genera un nuevo potencial de acción. Este periodo se divide en dos partes: absoluto donde los canales de Na^+ sensibles a voltaje se hallan inactivos por lo que ante un estímulo adecuado no se desarrolla un nuevo potencial de acción. En tanto en el período refractario relativo los canales de Na^+ sensibles a voltaje están cerrados y disponibles para un nuevo estímulo.

La variación del potencial de membrana cuando se desencadena el potencial de acción y los cambios en las permeabilidades son:



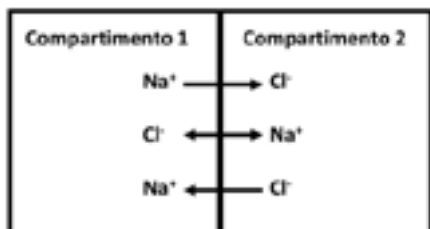
La bomba $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ bombea el sodio que entró y vuelve acumular el K^+ que se perdió. Como el número de iones que atraviesa la membrana durante cada potencial de acción es muy pequeño (≈ 10 -12 moles de iones/ cm^2) las concentraciones macroscópicas de estos iones no se modifican.

Origen de un potencial de membrana provocado por la presencia de iones no difusibles

Equilibrio Gibbs - Donnan

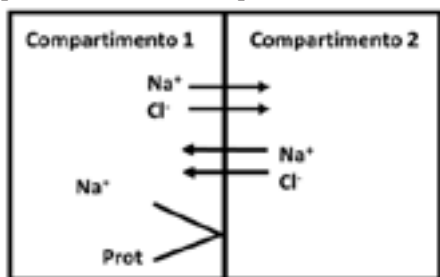
Explica la distribución de especies iónicas entre compartimentos separados por una membrana que no es permeable para todos los iones. Este es un caso similar al que se da en la célula y su entorno ya que muchos de los aniones que permanecen en su interior (proteínas, polifosfatos, etc) no pueden atravesar la membrana plasmática. Esto lleva a una distribución de especies de forma que se genere una diferencia de potencial eléctrico entre ambos compartimentos.

Consideramos dos compartimentos (I y II) separados por una membrana que es impermeable a proteínas, pero libremente permeable al agua y a pequeñas moléculas e iones tales como Na^+ y Cl^- . La condición de neutralidad eléctrica requiere que no puede tener lugar un movimiento neto del catión de un compartimento a otro sin un movimiento simultáneo del anión. Si ambas soluciones contienen sólo iones que difunden libremente a través de la membrana, la composición de las dos soluciones llegará a ser la misma.



A ambos lados de la membrana, Na^+ y Cl^- difundirán rápidamente en ambas direcciones entre los dos compartimentos.

Agreguemos ahora proteínas al compartimento 1 que no puede difundir al compartimento 2.



En los fluidos orgánicos, la mayoría de las moléculas proteicas son aniones. Para mantener la electroneutralidad se requiere la presencia de un exceso de cationes en el compartimento I para balancear la carga de las moléculas proteicas. Los iones difusibles (Na^+ y Cl^- en el ejemplo) se intercambiarán pasivamente entre los dos compartimentos pero la carga eléctrica sobre la molécula proteica asegura que, en el equilibrio, la concentración

del catión (Na^+) difusible será siempre mayor y la concentración del anión difusible (Cl^-) será menor en el compartimento que contiene el anión no difusible (proteínas).

Cuando se alcance el equilibrio (flujo neto de cada uno de los iones difusibles igual a cero), se observará una distribución asimétrica de Na^+ y Cl^- , en este ejemplo, que conduce a la creación de un potencial de membrana. Este potencial será el potencial de equilibrio de las dos especies simultáneamente:

$$\Delta V_{eq} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{Na}^+]_1}{[\text{Na}^+]_2} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{Cl}^-]_2}{[\text{Cl}^-]_1}$$

El ΔV_{eq} es negativo del lado que contiene los aniones impermeables simplificando la ecuación resulta:

$$\frac{[\text{Na}^+]_1}{[\text{Na}^+]_2} = \frac{[\text{Cl}^-]_2}{[\text{Cl}^-]_1}$$

O lo que es igual $[\text{Na}^+]_1 \cdot [\text{Cl}^-]_1 = [\text{Na}^+]_2 \cdot [\text{Cl}^-]_2$

Por otro lado si se suma los iones difusibles en cada compartimento:

$$[\text{Na}^+]_1 + [\text{Cl}^-]_1 > [\text{Na}^+]_2 + [\text{Cl}^-]_2$$

La suma de los iones difusibles es mayor en el compartimento donde está el macroanión.

El equilibrio Donnan se produce entre el interior celular que contiene macroaniones proteicos y el medio extracelular. Por consiguiente en las células, aún cuando se alcance un equilibrio electroquímico, habrá una mayor presión osmótica interior (porque hay más iones difusibles) que conduciría a un ingreso de agua y a la distensión de la membrana hasta su rotura (lisis coloidosmótica).

El equilibrio de Gibbs -Donnan es un equilibrio electroquímico pero un desequilibrio osmótico.

El mantenimiento del volumen celular se puede lograr si existe un ión confinado al espacio extracelular que contrabalancee el efecto de los macroaniones intracelulares. En las células animales este ión es el Na^+ que si bien ingresa a la célula permeando a través de la membrana es constantemente bombeado al exterior manteniéndose muy baja su concentración interior. Por consiguiente el mantenimiento del volumen celular requiere aporte de energía metabólica. De este modo, si se incuban células en un medio artificial, aunque tengan igual osmolaridad, si el mismo carece de sustratos metabólicos se producirá la lisis osmótica de las células.

En fisiología humana, la ley de Donnan tiene al menos dos aplicaciones fundamentales:

a. nivel de los capilares sanguíneos, la capa endotelial separa el compartimento vascular o plasmático, rico en proteínas, del medio intersticial, cuya concentración proteica es mucho menor. La consecuencia más importante en el aspecto fisiológico es la presión oncótica, que asegura en el capilar venoso la reabsorción del agua que se ha filtrado

fuera de los capilares arteriolas bajo el efecto de la presión hidrostática.

b. La membrana celular constituye una verdadera barrera entre el medio intracelular, rico en proteínas, y el intersticial. La distribución de iones que se produce como consecuencia de todo ello contribuye al mantenimiento de una diferencia de potencial de membrana residual cuando se suprimen los procesos activos. El fenómeno de Donnan es un equilibrio de gran amplitud que involucra una compensación de fuerzas impulsoras osmóticas, electroquímicas e hidrostáticas.

Bibliografía básica

- MANUAL DE FISILOGIA Y BIOFISICA PARA ESTUDIANTES DE MEDICINA. EDICION ELECTRONICA - 2005. (Cap 11 en particular) http://www.fundabiomed.fcs.uc.edu.ve/inicio_montoreano.html
- Physiology - Berne - Levy - 7th edition (2017) se puede acceder a versión PDF en <https://booksmedicos.org/berne-and-levy-physiology-seventh-edition/#more-132873>
- Villar R., Lopez C. y Cussó F. Fundamentos Físicos de los procesos biológicos (2012) Editorial ECU
- Aurengo A, Petitclerc T. Biofísica. 3a ed. Madrid: McGraw-Hill, Interamericana de España; 2008 (tenemos la versión en PDF)

Bibliografía avanzada

- Potencial de membrana
- http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble_1112/villa_alessandro/villa_alessandro_p03/villa_alessandro_p03.pdf
- Fundamentos Físicos de los procesos biológicos. Vol 3- Raul Villar-Cayetano López-Fernando Cussó- ECU (capítulo 19) Editorial Club Universitario. - ISBN edición en Papel: 978-84-15787-95-2 <https://www.facebook.com/pages/InterfaseI-Q/146073555478947?ref=bookmarks>

Bibliografía de aplicación del tema

- La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal, normas prácticas de utilización
- J.R.. Alvero-Cruza, L.. Correas Gómezb, M.. Roncobia, R.. Fernández Vázquez, J..
- Porta i Manzanilloc Revista Andaluza de Medicina del Deporte- Vol. 4. Núm. 4. Páginas 167-174 (Octubre 2011)
- ¿Qué respuesta fisiológica desencadena la aplicación de la técnica de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea?
- J.J. Amer-Cuenca, C. Goicoecheaby J.F. LisónRev Soc Esp Dolor. 2010;17(7):333-342 www.elsevier.es/resed

Guía de autoaprendizaje

1. *El movimiento espontáneo de una sustancia neutra a través de la membrana celular:*

- a) depende del gradiente químico o de concentración, únicamente
- b) está limitado por el valor del potencial eléctrico de la membrana
- c) se realiza de menor a mayor concentración
- d) se hace a través de la bomba Na⁺-K⁺

2. *El potencial de reposo de la membrana celular:*

- a) es cero
- b) depende del gradiente electroquímico del anión cloruro
- c) presenta un valor cercano al potencial de equilibrio del catión sodio
- d) está determinado por la permeabilidad selectiva de la membrana y el funcionamiento de la bomba Na⁺-K⁺

3. *El potencial de acción:*

- a) es el valor del potencial de reposo de la membrana
- b) se desarrolla sí o sí cuando se supera un valor umbral en el potencial de membrana
- c) provoca cambios en el funcionamiento de la bomba Na⁺-K⁺
- d) genera flujos activos

4. *En la célula, el equilibrio Gibbs-Donnan se presenta porque en su interior hay:*

- a) aniones y cationes difusibles
- b) cationes no difusibles, aniones y cationes difusibles
- c) aniones y cationes difusibles y aniones no difusibles
- d) aniones no difusibles y cationes difusibles

5. *El equilibrio Gibbs-Donnan implica:*

- a) igualdad de concentraciones de iones difusibles
- b) una diferencia de potencial de membrana igual a cero
- c) un flujo neto de iones difusibles igual a cero
- d) una mayor concentración de iones difusibles en el compartimento donde se halla la macromolécula

Respuestas correctas:

- 1.- a
- 2.- d
- 3.- b
- 4.- c
- 5.- d

LABORATORIOS Y SEMINARIOS DISCIPLINARES

BIOFÍSICA

ACTIVIDAD DISCIPLINAR FÍSICA BIOLÓGICA

Docentes Responsables: Baravalle J, Bertoluzzo SM, Cabrera DO, Luquita A, Parente F, Perez M, Ridolfi D.

Introducción

Cada célula está rodeada por una membrana con asombrosas propiedades eléctricas: es capaz de bombear cargas, acumularlas y de regular su pasaje a través de la membrana por tener diferente permeabilidad a distintos solutos. Todo esto se manifiesta con la existencia de una diferencia de potencial de transmembrana modificable según las circunstancias y que regula muchos de los procesos que constituyen la vida.

Objetivos

- Analizar la génesis y función del potencial de membrana, su modificación: el potencial de acción y las corrientes iónicas en relación con la conducción de señales eléctricas en el organismo

Contenidos

Difusión a través de membranas. Permeabilidad Origen de un gradiente químico, eléctrico y electroquímico.

Potencial eléctrico. Diferencia de potencial transmembrana.

Potencial de equilibrio de un ión. Ecuación de Nerst.

Equilibrio Gibbs- Donnan

Potencial de acción: Definición. Origen. Corrientes iónicas asociadas.

Duración

Los alumnos DEBEN concurrir al seminario propuesto con la lectura previa del Material Bibliográfico aportado por la Cátedra de Física Biológica.

Desarrollo

- Si consideramos a las células desde el punto de vista fisicoquímico, constituidas por compartimentos acuosos rodeados por membranas, para que se produzca un desplazamiento de agua o de solutos o de ambos, entre el interior y el exterior, es necesario que opere una fuerza impulsora que origine estos movimientos. Estas fuerzas impulsoras están relacionadas con la presencia de los llamados gradientes. Además, aún desde el sentido común, sabemos que para producir estos movimientos (realización de trabajo) siempre hay que poner en juego cierta cantidad de energía. Describa el flujo de sustancias a través de las membranas biológicas teniendo en cuenta estos conceptos:
 - ¿Qué es un gradiente?
 - ¿Qué tipos de gradiente conoce?
 - ¿Cómo influye un gradiente en el flujo de sustancias a través de una membrana?
 - ¿Qué ocurre cuando hay más de un gradiente influyendo el flujo de una sustancia en el mismo sentido? ¿Y en sentido opuesto? ¿Cómo se puede calcular?
- ¿Cuál es la expresión matemática que describe la energía asociada a la presencia de un gradiente eléctrico y químico disponible para realizar trabajo? ¿Cómo se denomina?
 - Si la sustancia A tiene un gradiente electroquímico mayor que B, pero ambas presentan igual gradiente de concentración, analice de qué tipo de sustancias se trata.
- Cuando se dice que un ión ha alcanzado su equilibrio, por ejemplo el ión cloruro (Cl^-), ¿podría describir cómo son las fuerzas que impulsan el movimiento del ión? ¿Qué valor adquiere el potencial de membrana? ¿Cómo lo calcularía?
- ¿Qué relación existe entre el valor del potencial de membrana y la permeabilidad de los iones? ¿Qué rol cumple la bomba $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATP-asa}$ en el origen del potencial de reposo de la membrana celular?
- Dados los siguientes ejemplos, justifique en cuál de ellos se genera una diferencia de potencial a través de la membrana que separa dos compartimentos:

Caso A:

A	B
NaCl 30 mM	NaCl 10 mM
glucosa 10 mM	glucosa 10 mM

Membrana permeable a glucosa pero impermeable al NaCl

Caso B:

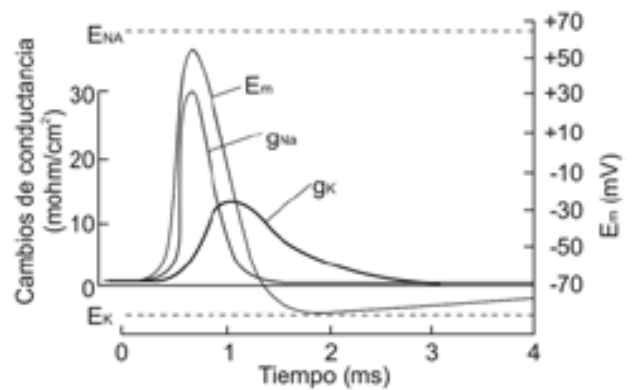
A	B
NaCl 30 mM	NaCl 10 mM

Membrana permeable al catión Na^+

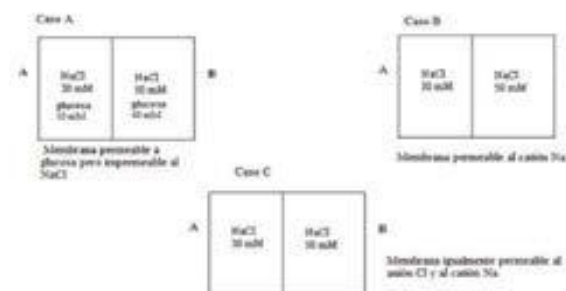
Caso C:

A	B
NaCl 30 mM	NaCl 10 mM

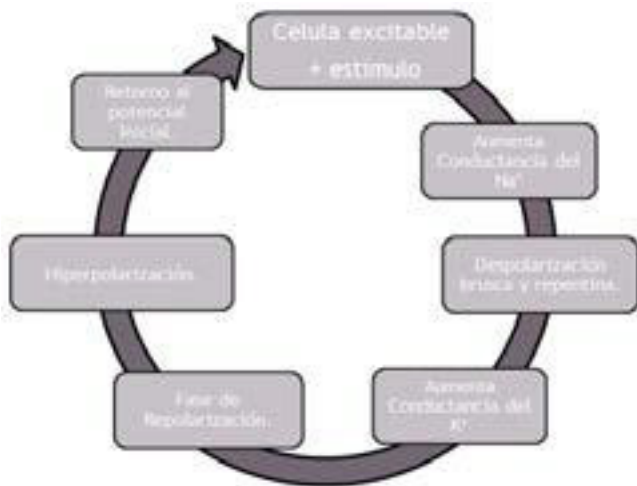
Membrana igualmente permeable al anión Cl^- y al catión Na^+
- Si se produce un rápido aumento en la permeabilidad de la membrana al Na^+ :
 - ¿En qué sentido se modifica la relación $[\text{Na}^+]_{\text{interior}}/[\text{Na}^+]_{\text{exterior}}$?
 - ¿Se producirá un cambio en el potencial de transmembrana?
 - Si el Na^+ alcanzara el equilibrio, ¿qué valor toma el potencial de transmembrana? ¿Cuáles serán las fuerzas que lo mueven y el flujo neto de ese ión?
- En el plasma y el líquido intersticial se encuentran las siguientes concentraciones:
 [Proteinato-] plasma: 18 meq/l; [Aniones-]plasma: 146,25 meq/l; [Aniones-]liquido intersticial: 155 meq/l; [Cationes+] plasma: 164,25 meq/l; [Cationes+] liquido intersticial: 155 meq/l.
 ¿Cómo puede comprobar si esta distribución corresponde a un equilibrio Gibbs-Donnan?
- Las células excitables, como la nerviosa y la muscular, se caracterizan porque su potencial transmembrana sufre importantes variaciones periódicas asociadas a la función celular. En algunas zonas de la membrana se producen potenciales locales. En otras zonas se producen cambios cíclicos y rápidos de potencial transmembrana. ¿Cómo se denomina este cambio transitorio de potencial transmembrana? Describa las características del mismo interpretando el significado de la siguiente gráfica: ¿Cómo puede comprobar si esta distribución corresponde a un equilibrio Gibbs-Donnan?



E_{Na^+} : Potencial de equilibrio del sodio
 E_{K^+} : Potencial de equilibrio del potasio
 E_m : Diferencia de potencial eléctrico transmembrana
 G_{Na} : Conductancia al sodio
 G_{K} : Conductancia al potasio



9. Analice y explique el siguiente gráfico:



5. El equilibrio Gibbs-Donnan implica:

- igualdad de concentraciones de iones difusibles
- una diferencia de potencial de membrana igual a cero
- un flujo neto de iones difusibles igual a cero
- una mayor concentración de iones difusibles en el compartimento donde se halla la macromolécula

Respuestas correctas:

- a
- d
- b
- c
- d

Autoevaluación

Marque una sola opción correcta:

1. El movimiento espontáneo de una sustancia neutra a través de la membrana celular:

- depende del gradiente químico o de concentración, únicamente
- está limitado por el valor del potencial eléctrico de la membrana
- se realiza de menor a mayor concentraciónse hace a través de la bomba Na^+-K^+

2. El potencial de reposo de la membrana celular:

- es cero
- depende del gradiente electroquímico del anión cloruro
- presenta un valor cercano al potencial de equilibrio del catión sodio
- está determinado por la permeabilidad selectiva de la membrana y las concentraciones intra y extracelulares de cada ión

3. El potencial de acción:

- es el valor del potencial de reposo de la membrana
- se desarrolla sí o sí cuando se supera un valor umbral en el potencial de membrana
- provoca cambios en el funcionamiento de la bomba Na^+-K^+
- genera flujos activos

4. En la célula, el equilibrio Gibbs-Donnan se presenta porque en su interior hay:

- aniones y cationes difusibles
- cationes no difusibles, aniones y cationes difusibles
- aniones y cationes difusibles y aniones no difusibles
- aniones no difusibles y cationes difusibles

GUÍA DE ESTUDIO

FISIOLOGÍA HUMANA

Guía para Dirigir el Estudio Individual N° 3

Bernasconi, María Virginia. Profesora Adjunta.

Objetivos

De enseñanza:

- Guiar al estudiante en el conocimiento y comprensión del Sistema de Comunicación entre las células, de la Transmisión Sináptica en general y de la Unión Neuromuscular en especial.

De aprendizaje:

- Las semejanzas y diferencias entre los mensajeros químicos (hormonas, neurotransmisores, factores de crecimiento) para comprender su participación en el control nervioso, endocrino y parácrino.
- Conocer la estructura y el funcionamiento de los distintos tipos de sinapsis, para comprender la modulación central de la información periférica
- Conocer los principales transmisores sinápticos, para interpretar luego el efecto de sustancias agonistas o antagonistas y la fisiopatología de enfermedades como Parkinson o Alzheimer
- Conocer el mecanismo de transmisión de impulsos desde el axón motor a la fibra muscular, para interpretar el efecto de fármacos que modifican la transmisión en la unión neuromuscular y enfermedades que afectan el nervio o la unión neuromuscular como neuropatías desmielinizantes o Miastenia Gravis.

Contenidos

Coordinación de las funciones corporales por mensajeros químicos. Mecanismo de acción de los mensajeros químicos. Factores de crecimiento.

Comunicación nerviosa: Diferencia entre sinapsis eléctrica y sinapsis química.

Conceptos de sumación temporal y espacial. Activación de canales iónicos por voltaje, por ligandos extracelulares, ligandos intracelulares o estiramiento. Vías intracelulares. Fosforilación / desfosforilación de proteínas como efectores. Neurotransmisión. Definición de Neurotransmisor (NT). Mecanismo de acción de algunos NT: Catecolaminas, Acetilcolina, Glutamato, GABA, Serotonina, Histamina, Endorfinas, Enkefalinas, Dinorfinas. Sustancias antagonistas y agonistas. Factores de crecimiento. Unión neuromuscular (UNM). Valoración de la integridad de la

UNM. Comunicación endocrina: Hormonas. Estructura química. Receptores. Propiedades de los receptores. Interacciones hormonales a nivel del receptor.

Bibliografía

- FISIOLÓGÍA MÉDICA. William F. Ganong. Editorial Manual Moderno. Edición 20°: Capítulo 1. Editorial Mc Graw Hill Edición 23°: Capítulos 1 y 2
- TRATADO DE FISIOLÓGÍA MÉDICA. Guyton & Hall Editorial Mc Graw Hill. 20° Edición o superior. Capítulos 1, 2 y 4
- FISIOLÓGÍA HUMANA de Houssay. Editorial El Ateneo. 7° Edición. Capítulos 1, 2 y 3
- Best & Taylor. BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA. Dvorkin-Cardinali. Editorial Panamericana. 13° Edición o Superior: Capítulo 2

Referencias bibliográficas optativas

- Michael, J; The “core principles” of physiology: what should students understand?; Adv Physiol Educ 33: 10–16, 2009

- Las células que componen un organismo vivo están comunicadas entre sí y sus funciones están coordinadas a través de mensajeros químicos.
¿Cuáles son los sistemas de comunicación entre células?
- El Sistema endócrino (SE) coordina las funciones celulares a través de mensajeros químicos que se liberan a la circulación sanguínea. Esta coordinación se denomina “endócrina”
¿Cómo se denominan los mediadores químicos que participan en la comunicación endócrina?
Mencione una
- El Sistema nervioso (SN) coordina las funciones celulares a través de la liberación de mensajeros químicos que se liberan en la hendidura sináptica. Esta coordinación se denomina “nerviosa”.
¿Cómo se denominan los mediadores químicos que participan en este tipo de coordinación?
Mencione uno
- Hay mediadores químicos que se liberan al LEC y afectan a células cercanas
¿Cómo se denomina a este tipo de coordinación?
Mencione uno de estos mediadores
- Hay mediadores químicos que se liberan al LEC y afectan a la misma célula emisora
¿Cómo se denomina a este tipo de coordinación?
Mencione uno de estos mediadores
- Los mediadores químicos cumplen sus efectos a través de proteínas de membrana que los reciben y que por lo tanto se llaman receptores. La densidad de los receptores a un determinado mensajero químico no permanece constante:
¿Cómo está regulada? ¿Qué tipo de regulación puede tener?
- Los mediadores químicos del SE, Parácrino y Autócrino actúan sobre receptores ubicados en la membrana celular, el citoplasma o el núcleo de células que pueden estar ubicadas a diferentes distancias del tejido secretor. En el SN los neurotransmisores (NT) actúan sobre receptores ubicados en la membrana de la neurona postsináptica. El mediador químico se une al receptor (por ejemplo complejo Hormona-receptor o NT-receptor) alterando la conformación del receptor e iniciando una acción celular:

¿Qué tipos de acciones celulares pueden iniciarse por efecto de los mediadores químicos?
¿Porqué se los llama “primeros mensajeros”?

¿Cuál es el concepto de segundo mensajero en la acción de mediadores químicos?

¿Cuáles son los “segundos mensajeros” que conoce?

¿Cuál es, en general, el efecto de los “segundos mensajeros”?

Mencione una acción celular gatillada por cada uno de los segundos mensajeros que nombró

¿A través de qué mecanismo un mediador químico puede modificar la permeabilidad de la membrana?

- Hay mediadores químicos cuya función es relevante en la multiplicación y el crecimiento de las células y por lo tanto, en el crecimiento del organismo. Se los nombra como Factores de Crecimiento (FC). Utilizan alguno de los mecanismos de acción descripto para los mediadores químicos. Los volverá a estudiar en relación a la fisiología del páncreas endócrino, de la hipófisis y del sistema inmune. Nombre los 3 (tres) Grupos de FC más conocidos. Mencione uno de cada Grupo y lea sobre su función y su mecanismo de acción.

Mencione el nombre y la función de los FC relacionados con el crecimiento y desarrollo del SN

¿De qué manera los FC mantiene un crecimiento ordenado?

- El tejido nervioso está formado por neuronas y por células gliales. Estas son 3 veces más abundantes que las neuronas y en el cerebro son aproximadamente el 90% del total de células.

Recuerde las partes en las que se divide morfológica y funcionalmente la neurona.

Intente una clasificación de neuronas según su morfología

Recuerde una clasificación de células gliales.

Mencione las células gliales más conocidas (al menos 5) y su función.

- Usted ya conoce que la sobrevivencia de los organismos multicelulares implica sistemas de comunicación entre células. Ha estudiado ya algunos sistemas de tipo endócrino. Aquí estudiaremos la comunicación entre células excitables. Esta se realiza a través de una estructura denominada sinapsis. La sinapsis es el lugar donde establecen contacto funcional dos neuronas, una neurona y una célula muscular o una neurona y una célula glial. En la sinapsis hay una transmisión de excitación o inhibición y se ejercen influencias tróficas.

Recuerde la clasificación de las sinapsis según la manera en que se determina la comunicación entre las dos células (corriente eléctrica o sustancia química).

¿Cuál de los dos tipos de sinapsis predomina en el sistema nervioso central y periférico?

Recuerde dónde hay sinapsis eléctricas.

Recuerde la estructura y/o morfología de una sinapsis eléctrica

Recuerde la estructura y/o morfología de una sinapsis química

Recuerde la clasificación de sinapsis basada en la parte de la neurona postsináptica donde hace contacto funcional el terminal presináptico.

- En las sinapsis químicas, una neurosecreción específica de la célula presináptica modifica la permeabilidad de la membrana postsináptica. Estas sustancias han sido identificadas por métodos químicos e histológicos.

Conozca los neurotransmisores (NT) más importantes y qué tipo de efecto tienen sobre la célula postsináptica (AC, noradrenalina, serotonina, dopamina, GABA, glutamato, opioides)

- La estructura de las sinapsis químicas se ha estudiado con el microscopio electrónico y ayuda a entender su funcionalidad

Describa la estructura de los principales componentes sinápticos

Enumere las etapas del mecanismo general de transmisión

- Los fenómenos eléctricos se han estudiado mediante electrodos intracelulares

¿Qué tipo de potenciales se desarrollan en la membrana postsináptica: Locales o propagados?

¿Cuál es la significación fisiológica de este tipo de potenciales?

Describa los potenciales postsinápticos excitatorios. ¿Cuáles son sus bases iónicas?

Describa los potenciales postsinápticos inhibitorios. ¿Cuáles son sus bases iónicas?

Interprete el concepto de inhibición presináptica y postsináptica

Diferencie inhibición directa e inhibición indirecta

¿Qué conoce cómo potenciales lentos? ¿En qué células excitables se han descripto?

- Una neurona central puede recibir una serie de in-

fluencias opuestas cuya resultante neta es la descarga o no de potenciales de acción y la frecuencia con que lo hace

Describa el fenómeno de sumación de excitación y/o inhibición en las dendritas

Interprete los conceptos de facilitación y de “estado de excitación” de una neurona

Interprete los conceptos de sumación espacial y temporal en las neuronas.

Describa en qué zona de las neuronas centrales se genera el PA y cuáles son los factores que determinan su aparición y su frecuencia

- Existe un intervalo, de por lo menos 0.5 mseg, entre el momento en que descarga la membrana presináptica y el momento en que descarga la membrana postsináptica (retardo sináptico).
¿Cuál es su importancia fisiológica?
- Hasta aquí hemos estudiado las sinapsis en general y en particular las sinapsis entre neuronas centrales. Sin embargo, las neuronas motoras, en sus terminaciones periféricas, se relacionan con células musculares esqueléticas constituyendo la unión neuromuscular o placa motora:
Repase la estructura de la placa motora
- La transmisión de información del axón motor a la célula muscular (transmisión neuromuscular) es un fenómeno de neurosecreción, de quimiorrecepción y eléctrico:
Enuncie la sucesión de fenómenos que determinan, en última instancia, el potencial de acción muscular
Comprenda los pasos del fenómeno de neurosecreción (síntesis, almacenamiento, liberación, inactivación)
Comprenda los pasos del fenómeno de quimiorrecepción (receptores, mecanismo de recepción, respuesta de membrana)
Comprenda las características del potencial de placa (tipo de potencial, propiedades)
Explique el fenómeno de fatiga de la transmisión sináptica.
- La sección del nervio motor de un músculo estriado tendrá como efecto la pérdida completa de las contracciones voluntarias o reflejas
Enuncie los cambios estructurales y fisiológicos que se producen en la unión neuromuscular

- Al finalizar el estudio de los Contenidos relacionados a esta Guía usted deberá estar en condiciones de construir y explicar los siguientes Gráficos que relacionan 2 (dos) variables fisiológicas
- 3. Los cambios del potencial de membrana (PTM) en función del tiempo en la membrana postsináptica en respuesta a la liberación de GABA (NT en sinapsis inhibitorias)
- 4. Los cambios del PTM en función del tiempo en la membrana postsináptica en respuesta a la liberación de glutamato (NT en sinapsis excitadoras)
- 5. Los cambios del PTM en función del tiempo en el cono axónico en respuesta a una sumatoria de potenciales postsinápticos que no alcance un voltaje umbral (voltaje subumbral)
- 6. Los cambios del PTM en función del tiempo en el cono axónico en respuesta a una sumatoria de potenciales postsinápticos que alcance un voltaje umbral
- 7. Los cambios del PTM en función del tiempo en el cono axónico en respuesta a una sumatoria de potenciales postsinápticos que alcance un voltaje supraumbral. Compare con el anterior.
- 8. Los cambios del PTM en función del tiempo en la membrana postsináptica de la unión neuromuscular en respuesta a la activación del terminal del axón motor y la liberación del neurotransmisor AC (solo puede registrarse si no se desencadena PA en la membrana muscular, de lo contrario el PA lo enmascara enseguida)
- 9. Los cambios del PTM en función del tiempo en la membrana de la célula muscular adyacente a la placa motora, después de la producción de un potencial de placa.
- 10. El PA de la célula muscular. Compare con el PA de un axón.

(3) Las Guías de Estudio Individual, como su nombre lo indica, tienen como objetivo ayudar al estudiante a una lectura y comprensión completa del material bibliográfico. Se indican, mediante preguntas, aquellos contenidos base para la interpretación de los procesos. Por eso, las respuestas no son para memorizarse sino para ayudar a interpretar, comprender o integrar los procesos fisiológicos que se están abordando. El estudiante puede comprobar su nivel de comprensión del tema, intentando resumirlo en un Esquema o construyendo un Gráfico de relación entre las variables que se están abordando. Recuerde que los Exámenes Finales son orales. Para que esta Guía facilite

el estudio, el estudiante debe leer primero la Bibliografía correspondiente al tema en alguno de los textos de Fisiología y comprenderla. Recién entonces debería intentar responder esta Guía, revisando el Texto de Fisiología ante toda duda.

GUÍA DE ESTUDIO

FISIOLOGÍA HUMANA

Electrofisiología

Bernasconi, María Virginia. Profesora Adjunta.

Contenidos

Electrofisiología: Potencial de equilibrio para iones difusibles (Na^+ , K^+ , Ca^{++}). Ecuación de Nernst. Efecto de las concentraciones extracelulares e intracelulares de los iones en su Potencial de Equilibrio Determinantes del potencial de transmembrana en reposo (PTMR). Ecuación de Goldman-Hodgkin-Katz. Efectos de la Hiperkalemia, hipokalemia, hipercalcemia, hipocalcemia e hipoxia sobre el PTMR. Concepto de umbral de excitación. Potenciales locales. Potencial de acción (PA). Bases iónicas del PA. Propagación del PA. Efectos de la capacitancia de la membrana. Efecto de la mielina. Potencial de acción compuesto. Medición de la velocidad de conducción.

Objetivos

De enseñanza:

- Guiar al alumno en el estudio y comprensión de los fenómenos eléctricos aplicados a la Fisiología.

De aprendizaje:

- La Ecuación de Nernst, para comprender cómo valorar las fuerzas químicas y eléctricas que influyen sobre un ión determinado y por lo tanto la dirección de su difusión o flujo
- Los determinantes del potencial de transmembrana en reposo (PTMR), para comprender las bases del potencial de acción (PA), su conducción y los efectos que tienen, sobre el PTMR, la concentración plasmática de electrolitos.
- El concepto de PA y su generación, para comprender su relevancia en la transmisión de información y en la generación de contracción muscular
- Las bases fisiológicas de la conducción pasiva (potenciales locales o electro-tónicos) y activa (PA) de señales nerviosas, para comprender qué fenómenos pueden afectarlas.

Bibliografía

- **FISIOLOGÍA MÉDICA.** William F. Ganong. Editorial Manual Moderno. Edición 20°: Capítulos 1, 18, 19 y 22. Editorial Mc Graw Hill. Edición 23°: 1, 2, 18, 20, 21 y 25.
- **TRATADO DE FISIOLOGÍA MÉDICA.** Guyton & Hall Editorial Mc Graw Hill. 20° Edición o superior. Capítulos 2, 3, 75, 76, 78.
- **FISIOLOGÍA HUMANA** de Houssay. Editorial El Ateneo. 7° Edición. Capítulos 46, 48, 50 y 58.
- **Best & Taylor. BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA.** Dvorkin-Cardinali. Editorial Panamericana. 13° Edición: Capítulos 35, 36, 39 y 41. 14° Edición: 38, 39, 42 y 44.

Desarrollo

- Además del gradiente químico, existe entre el LIC y el LEC un gradiente eléctrico

¿Cuáles son los determinantes de la creación de una diferencia de potencial entre el LIC y el LEC?

Interprete el concepto de potencial de equilibrio de un ión. Recuerde la Ecuación de Nernst.

¿Cuáles son los determinantes del mantenimiento de este potencial de membrana en reposo (PTR)?

Recuerde la Ecuación de Goldman

En el siguiente Cuadro se muestran diferentes valores de $[Na^+]_e$ y $[K^+]_e$ para una célula excitable. La 1° Fila muestra también los valores de PTR y amplitud del PA que corresponden a los valores listados en esa Fila.

$[Na^+]_e$ (mEq/l)	$[K^+]_e$ (mEq/l)	PTR (mV)	Amplitud PA (mv)
140	4.5	-85	100
165	4.5		
110	4.5		
140	5.5		
140	3.5		

a) Indique, para las 4 (cuatro) Filas siguientes cómo se movería el PTR y/o la amplitud del PA. Coloque (↑) si aumenta en negatividad, (↓) si disminuye en negatividad o (±) si permanece estable

b) Busque qué efecto tendrá el aumento de amplitud del PA sobre la velocidad de conducción del mismo a través del axón.

- El tejido nervioso y el tejido muscular son considerados tejidos excitables

¿Qué es una célula excitable?

Interprete el concepto de estímulo

- En Fisiología Sensorial usted estudiará que diferentes tipos de estímulos provenientes del medio externo o el medio interno pueden estimular al SN a través de receptores sensoriales. Estos estímulos corresponden a diferentes tipos de energía que, el receptor sensorial las convierte en energía eléctrica. Esta es la única forma de energía utilizada por el SN para transferir información a distancia. Investigue en los Capítulos relacionados con Sistemas Sensoriales cuáles son los estímulos (diferentes tipos de energía) que pueden afectar los receptores sensoriales

- Para que el estímulo recibido en el receptor sensorial genere información a transmitirse hacia otros sitios del SN debe ser capaz de provocar un tipo de potencial eléctrico característico denominado Potencial de Acción

Defina potencial de acción (PA)

¿Cuál es la función del potencial de acción en las células nerviosas? ¿Y en las musculares?

- Usted ya conoce el concepto de permeabilidad. ¿Cómo es, aproximadamente, la relación de las permeabilidades al Na^+ , al Cl^- y al K^+ en una célula excitable en reposo? Considere 1 como valor de la permeabilidad al Na^+ . ¿Cómo es el valor de permeabilidad al Na^+ en reposo en relación a su valor durante el desarrollo de un PA? ¿Cómo es el valor de permeabilidad al K^+ en reposo en relación a su valor durante el desarrollo de un PA?

- No todos los estímulos provocan un PA en las células excitables

¿Qué características debe poseer un estímulo para que sea capaz de inducir un PA?

Interprete el concepto de estímulo umbral

Interprete el concepto de umbral de excitabilidad celular

¿Qué significación fisiológica le atribuye al fenómeno umbral?

- Un estímulo subumbral es insuficiente para iniciar un PA en la célula excitable en reposo. Sin embargo, produce cambios específicos en el potencial de membrana que se denominan potenciales locales o electrotonicos.

¿Cuáles son las diferencias entre el potencial local y el potencial de acción?

¿Qué resultado fisiológico puede tener la aplicación simultánea o sucesiva de estímulos subumbrales?

¿Los potenciales locales son siempre despolarizantes?

Si la respuesta es no, fundamente

¿Cuál es el principal catión del LEC y qué tipo de participación tiene en la generación de potenciales despolarizantes?

¿Cuál es el principal catión del LIC y qué tipo de participación tiene durante los potenciales despolarizantes e hiperpolarizantes?

- La estructura de la membrana de la neurona o de la célula muscular esquelética es diferente según los sitios. Los PA pueden generarse solo en aquellas áreas con suficiente densidad de canales de sodio voltaje dependiente y de cinética rápida

¿En qué sitios de una neurona periférica (1° neurona aferente) se pueden registrar solo potenciales locales o de conducción electrotonica independientemente de la intensidad y duración del estímulo?

¿En qué sitios se pueden registrar PA si el estímulo tiene una intensidad y duración suficiente?

Responda las preguntas anteriores para una neurona central y para una célula muscular esquelética

- Mientras una membrana excitable está respondiendo a un estímulo con un PA, la respuesta a un nuevo estímulo está afectada

Interprete el concepto de período refractario absoluto y de período refractario relativo.

¿Cuál es el significado fisiológico de los períodos refractarios?

- En condiciones fisiológicas normales, el PA provocado en un área de la célula excitable se propaga a lo largo de toda la membrana celular.

¿Cuáles son los determinantes de la velocidad de conducción del PA en una membrana?

¿Cuáles son los determinantes en un axón mielinizado?

¿Se puede registrar un PA? ¿Cómo?

Observe la morfología del PA en un axón y en el músculo esquelético. Describa sus fases y los determinantes de cada una

¿Se puede medir la velocidad de conducción en un axón? ¿Cómo?

¿Se puede medir la velocidad de conducción en un nervio periférico? ¿Cómo?

¿Cómo es la morfología del registro de la actividad eléctrica de un nervio periférico?

- Al finalizar el estudio de los contenidos relacionados con esta Guía usted deberá estar en condiciones de construir y explicar los siguientes Gráficos que relacionan 2 (dos) variables fisiológicas:

1. Los cambios del potencial de membrana (PTM) en función del tiempo recogidos en la membrana del 1° nódulo de Ranvier en respuesta a estímulos de intensidad subumbral aplicados en un receptor periférico.

2. Los cambios del PTM en función del tiempo recogidos en la membrana del 1° nódulo de Ranvier en respuesta a estímulos de intensidad umbral aplicados en un receptor periférico.

3. Los cambios del PTM en función del tiempo recogidos en la membrana del 1° nódulo de Ranvier en respuesta a estímulos de intensidad supraumbral aplicados en un receptor periférico. Compare con los dos anteriores.

4. En la misma escala de tiempo:

- a) Los cambios del PTM durante un PA en la membrana de un axón

- b) Los cambios en la conductancia al Na^+

- c) Los cambios en la conductancia al K^+

(1) Las Guías de Estudio Individual, como su nombre lo indica, tienen como objetivo ayudar al estudiante a una lectura y comprensión completa del material bibliográfico. Se indican, mediante preguntas, aquellos contenidos base para la interpretación de los procesos. Por eso, las respuestas no son para memorizarse sino para ayudar a interpretar, comprender o integrar los procesos fisiológicos que se están abordando. El estudiante puede comprobar su nivel de comprensión del tema, intentando resumirlo en un Esquema o construyendo un Gráfico de relación entre las variables que se están abordando. Recuerde que los Exámenes Finales son orales. Para que esta Guía facilite el estudio, el estudiante debe leer primero la Bibliografía correspondiente al tema en alguno de los textos de Fisiología y comprenderla. Recién entonces debería intentar responder esta Guía, revisando el Texto de Fisiología ante toda duda.



UNIDAD 8

MATERIAL DE ESTUDIO



CONTENIDO

Material bibliográfico

- Biología - ¿Qué son los percentilos?

Guías de Estudio

- Fisiología humana - Guía de estudio N°5.

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

BIOLOGIA

¿Qué son los percentilos?

Beatriz Castelli, Beatriz Pérez, Silvana Montenegro, María Cristina Tarrés.

Cátedra de Pediatría. Cátedra de Medicina Preventiva. Cátedra de Biología.

El control del crecimiento es notoriamente aceptado por el equipo de salud como un elemento esencial de la atención primaria. Esta práctica ha puesto al crecimiento como eje de la atención del niño y forma parte de la estrategia de Atención Primaria de la Salud Integral.

Las gráficas para la evaluación del crecimiento constituyen una herramienta de invaluable importancia en la práctica pediátrica diaria. Al ubicar el crecimiento de un niño sobre ellas podemos saber si crece en forma correcta o no, nos muestran cuando un niño crece en forma compensatoria luego de que una noxa detuvo su velocidad de crecimiento, etc.

Para la utilización de dichas gráficas, el médico se maneja con estándares construidos en base al cálculo de **PERCENTILOS**.

Para comprender este concepto, debemos introducir algunos términos correspondientes a la disciplina denominada **Estadística**.

Conceptos básicos de Estadística

Comenzamos definiendo que la *Estadística* es una ciencia con base matemática referente a la recolección, análisis e interpretación de datos, que busca explicar condiciones regulares en fenómenos de tipo aleatorio.

Los datos mencionados se obtienen de un conjunto de elementos (objetos, personas, etc) que comparten una o más características comunes y que recibe el nombre de población.

Algunos ejemplos de poblaciones son:

- a) los ingresantes a la carrera de Medicina en un año determinado,
- b) los pacientes que concurren al Hospital Provincial del Centenario,
- c) los varones diabéticos, etc.

En las poblaciones mencionadas podemos identificar fácilmente cuál/es son las *características que tienen en común* y que hace que se definan como una *población*:

- a) ingreso a la misma carrera en el mismo año,
- b) lugar de atención de los pacientes
- c) sexo y enfermedad.

En dichas poblaciones podemos observar o medir otras características que adoptan expresiones diferentes. Por ejemplo:

- a) edad, lugar de nacimiento de cada uno de los ingresantes, etc.
- b) enfermedad, cantidad de consultas mensuales de cada uno de los pacientes, etc.

c) altura, peso al nacimiento de cada uno de los varones diabéticos, etc.

Es de esperar que en la población estas características asuman valores distintos. Estas características se denominan *variables* debido a que la característica no es la misma cuando se observa en diferentes poseedores de ella.

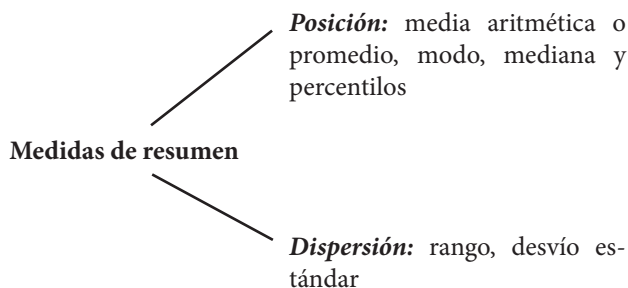
El resultado obtenido al medir cada *variable* se denomina *valor*, a modo de ejemplo se consignan algunos valores para las poblaciones y variables mencionadas anteriormente

- a) 18 años, Rosario
- b) hepatitis B, 4 consultas por mes
- c) 1.70 m, 4000 g

Cómo vemos en los ejemplos las variables pueden manifestarse mediante atributos o cualidades, como *lugar de nacimiento* o mediante valores numéricos como la edad. Por lo cual las primeras se denominan *variables cualitativas* y las últimas *variables cuantitativas*.

Una vez recolectados los datos de una *variable* en una *población* o una *muestra* podemos comenzar con su análisis. Para obtener una visión de ese conjunto, se hace imprescindible su síntesis mediante la descripción estadística, utilizando gráficos y/o medidas que los resuman.

Las cualitativas se resumen utilizando *proporciones, razones y tasas*, mientras que para las cuantitativas se emplean *medidas de resumen*.



La *media aritmética o promedio* se obtiene sumando todas las observaciones y dividiendo por el número de ellas.

El *modo* es el valor que se presenta mayor número de veces y la *mediana* es el valor que ocupa el lugar central una vez que los datos han sido ordenados en orden creciente o decreciente.

Los *percentilos* son medidas de posición relativa que dividen un conjunto de datos en cien porciones con la misma cantidad de observaciones de la variable en cada una (a continuación lo desarrollaremos en más detalle)

Entre las medidas de dispersión o variabilidad están el *rango* y el desvío estándar. El rango es la resta entre el valor mayor y el menor. El *desvío estándar* es la diferencia que se observa en promedio entre cada uno de los datos con la media aritmética.

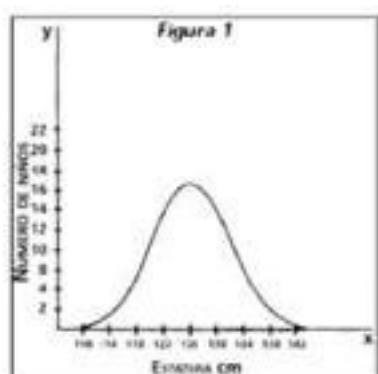
Percentilos

Cuando el número de observaciones es lo suficientemente grande (mayor de 30) a veces es útil extender la noción de mediana y dividir al conjunto de datos ordenados en mayor número de partes. Los puntos de división entre fracciones más generales reciben el nombre de percentilos y ubican un porcentaje dado de individuos por debajo o encima de ellos. Es decir un percentil es uno de los noventa y nueve puntos que dividen una distribución en cien partes de igual frecuencia.

La necesidad del uso de los percentilos surge de las dificultades que aparecen al determinar la variación y límites de normalidad de una variable dada.

Supongamos que medimos en una población de niños la variable estatura. Si queremos saber si un niño de 8 años tiene estatura normal, necesitamos conocer la talla de la población de niños normales de esa edad. Para ello debemos tomar una muestra representativa de individuos de 8 años y medir las estaturas. Veremos entonces que no todos los niños tienen igual talla y, a pesar de que todos tienen exactamente la misma edad, existe una variación de la estatura a una edad dada.

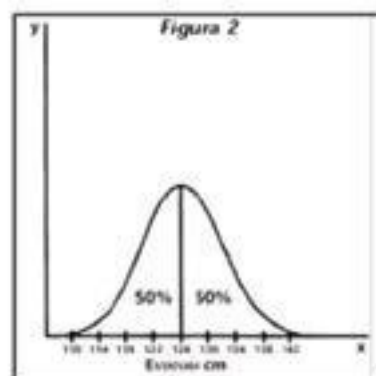
La variación de esta variable se ilustra en la Figura 1. En el eje de las abscisas (x) se representó la estatura y en el de las ordenadas (y) la frecuencia (cantidad de niños) obteniéndose una curva de distribución de frecuencias. Se observa que la mayor cantidad de individuos se concentra alrededor de los valores medios, habiendo unos pocos más altos y otros pocos más bajos que el grupo central.



El 100% de los niños de 8 años está contenido en el área limitada por la curva y el eje de las x.

El valor del eje de las abscisas que divide la muestra en dos mitades iguales, es decir, la estatura con respecto a la cual el 50% de los individuos es más alto y el otro 50% es más bajo

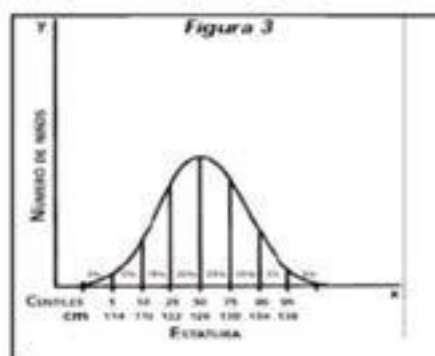
(Figura 2), corresponde al percentil 50 que coincide con el valor de la mediana.



Para comprender su significado podemos imaginar a todos los niños de 8 años parados y ordenados en una fila de acuerdo con sus estaturas en orden creciente. Caminando a lo largo de esta fila, llegamos a un punto entre dos niños donde la mitad está por detrás y la otra mitad por delante de nosotros. La estatura correspondiente a este punto es el percentil 50. Si seguimos caminando hacia los individuos más altos alcanzamos otro punto en que el 75% de los individuos está por detrás y el 25% por delante. La estatura correspondiente a este punto es el percentil 75.

En forma similar, es posible determinar puntos que dividan a la fila en porcentajes que sean de nuestro interés (Figura 3). Si se ordena, por ejemplo, a 100 niños de primer grado de acuerdo con su estatura, del más pequeño al más alto, el que ocupa el 5º lugar divide al conjunto de niños en un 5% que queda por debajo y un 95% que se ubica por encima. La talla del alumno que ocupa la posición central divide el conjunto en dos partes iguales (50% por debajo y 50% por encima) y es valor corresponde a la mediana o al percentil 50 (P50). El percentil 95 (P95) dejará un 95% por debajo y un 5% por encima de él.

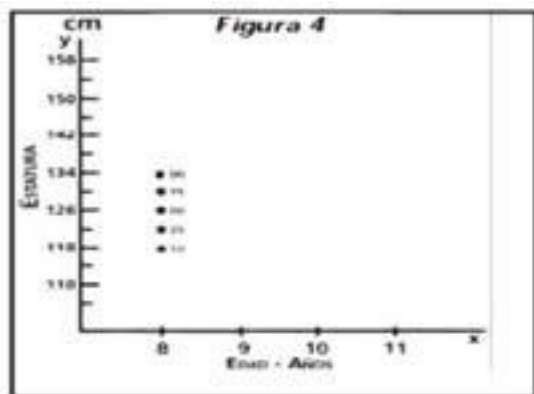
Si resulta que el percentil 10 (P10) es 1,18 m, significa que el 10% de los niños mide 1,18 m o menos.



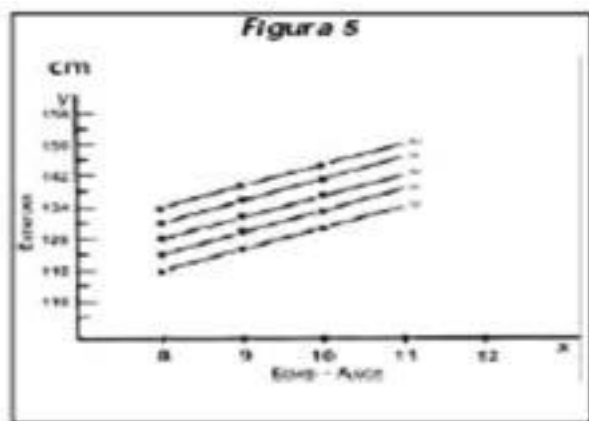
Construcción de estándares mediante el cálculo de percentilos.

Estimados los percentilos a los 8 años de edad, trasladamos estos valores a un gráfico donde se representa la estatura en el eje de las ordenadas y la edad en el de las abscisas.

En otras palabras, transformamos el eje de las abscisas de la Figura 3 en un eje vertical (Figura 4).



Si repetimos esta operación con percentilos calculados con muestras de niños de otras edades y unimos los puntos correspondientes a cada percentilo, tendremos un gráfico representativo de la variación normal de estatura en cada grupo etario (Figura 5).



Esto permite la evaluación de cualquier edad intermedia y no necesariamente de las edades a las cuales los centilos han sido calculados. Este procedimiento asume asimismo la existencia de un incremento gradual de la variación individual entre un grupo etario y el siguiente.

El método descripto es, en forma simplificada, el utilizado en la construcción de estándares de uso clínico.

Cálculo de los percentilos

En el siguiente conjunto de observaciones correspondientes al nivel de glucemia (medido en mg/dl) evaluado en 50 mujeres que concurren al servicio de Ginecología del Hospital Provincial del Centenario, calcularemos y ubicaremos el percentil 10 (P10).

82.0	85.9	86.7	89.4	90.2	91.0	92.1	93.8	95.7	97.9
84.4	85.9	86.8	89.4	90.3	91.4	92.6	94.0	96.2	98.2
84.5	86.2	87.2	89.5	90.5	91.7	92.7	94.6	96.8	98.9
85.7	86.4	87.6	89.8	90.6	91.8	93.1	94.8	97.0	99.4
85.8	86.4	88.9	90.0	90.8	92.0	93.6	94.9	97.1	107.1

82.0	85.9	86.7	89.4	90.2	91.0	92.1	93.8	95.7	97.9
84.4	85.9	86.8	89.4	90.3	91.4	92.6	94.0	96.2	98.2
84.5	86.2	87.2	89.5	90.5	91.7	92.7	94.6	96.8	98.9
85.7	86.4	87.6	89.8	90.6	91.8	93.1	94.8	97.0	99.4
85.8	86.4	88.9	90.0	90.8	92.0	93.6	94.9	97.1	107.1

Para ubicar el percentil 10: P10 debemos hacer el siguiente cálculo auxiliar 0.10×50 (la cantidad de datos) = 5, por lo cual 5 valores deben ser menores o iguales al valor buscado y $0.90 \times 50 = 45$ observaciones deben ser mayores o iguales que esa cifra. Se comprueba que la observación 5ª y 6ª satisfacen esa condición, por lo tanto, tomaremos el promedio de esos valores:

$$85.8 + 85.9 = 85.85 \text{ como el percentil } 10.2$$

Esta cifra indica que el 10% de las 50 medidas del nivel de glucemia fueron menores o iguales que 85.85 mg/dl.

Ejemplo de utilización de las Curvas de crecimiento

En la Argentina, los primeros estudios sobre crecimiento se deben al grupo que acompañó a Juan P. Garrahan en el Instituto de Pediatría y Puericultura del antiguo Hospital de Clínicas de la ciudad de Buenos Aires. En 1982 se crea el Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo, cuyo primer secretario fue Horacio Lejarraga, que en 1986 edita la primera publicación de las Guías para la evaluación del crecimiento que fueron actualizadas en 2001. En ellas se presentan curvas locales construidas a partir de diversos estudios que totalizaban una población de 13.000 niños.

Esas curvas de peso y estatura para niñas y niños, desde el nacimiento hasta la madurez, recomendadas y avaladas por la Sociedad Argentina de Pediatría (SAP), han sido usadas por los profesionales de salud que atienden niños y niñas en el primer nivel de atención y en las instituciones hospitalarias desde hace más de 20 años. Cabe destacar que Argentina es uno de los pocos países, junto con Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Suecia, Venezuela, etc, que contó con un consenso sobre el uso de referencias locales para la evaluación en niños desde el nacimiento hasta la madurez.

Desde 1978, la Organización Mundial de la Salud (OMS) promovió el uso de un estándar internacional para el monitoreo del crecimiento de los niños, particularmente en aquellos países sin curvas propias. A partir de 1997 se comienza un nuevo estudio, donde se evalúa el crecimiento de los niños de 0 a 5 años de diferentes países, etnias, latitudes, altitudes y climas.

Los criterios para seleccionar la población a estudiar fueron: 1) niños amamantados en forma exclusiva hasta los 6 meses; 2) posibilidades de acceso a adecuados sistemas de salud; 3) familias continentales que brindaran adecuada alimentación y estimulación según sus costumbres; 4) madres no fumadoras, entorno saludable.

Es interesante mencionar que se observó que los niños de

diferentes partes del mundo crecen en forma similar, independiente de la etnia y de la situación geográfica, si eran bien cuidados y alimentados.

En el año 2007 el Ministerio de Salud de la Nación adopta para la Argentina estas nuevas gráficas y actualmente la SAP se encuentra abocada a su difusión e implementación, aunque en el año 2009 todavía no se ha logrado su aplicación en los Hospitales y Centros de Atención Primaria de la Provincia de Santa Fe.

Bibliografía

- La Sociedad Argentina de Pediatría actualiza las curvas de crecimiento de niñas y niños menores de 5 años. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. Arch Argent Pediatr 2008; 106(5):462-467 / 462.
- Guías para la Evaluación del crecimiento. Sociedad Argentina de Pediatría. 2º Ed. 2001.
- Web Sociedad Argentina de Pediatría: <http://www.sap.org.ar/percentilos>

GUÍA DE ESTUDIO

FISIOLOGÍA HUMANA

Crecimiento, muerte celular programada y envejecimiento.

Bernasconi, María Virginia. Profesora Adjunta.

Contenidos

Crecimiento y desarrollo. Muerte celular programada. Envejecimiento. Hormonas con efecto en el crecimiento, apoptosis y envejecimiento

Objetivos

De enseñanza:

- Guiar al alumno en el estudio de los aspectos básicos de la fisiología del crecimiento, del envejecimiento y de las hormonas con efectos en el crecimiento y desarrollo (eje hipotálamo-hipofisario, glándula tiroides).

De aprendizaje:

- Conocer y comprender: La fisiología del crecimiento celular, de la apoptosis y de las hormonas que intervienen en estos procesos fisiológicos, para comprender el efecto sobre el crecimiento fetal y posnatal, así como en el desarrollo del sistema nervioso y los tejidos en general.

Bibliografía

- *FISIOLOGÍA MÉDICA*. William F. Ganong. Editorial Manual Moderno. Edición 20º: Capítulos 1, 18, 19 y 22. Editorial Mc Graw Hill. Edición 23º: 1, 2, 18, 20, 21 y 25.
- *TRATADO DE FISIOLOGÍA MÉDICA*. Guyton & Hall Editorial Mc Graw Hill. 20º Edición o superior. Capítulos 2, 3, 75, 76, 78.
- *FISIOLOGÍA HUMANA* de Houssay. Editorial El Ateneo. 7º Edición. Capítulos 46, 48, 50 y 58.
- *Best & Taylor. BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA*. Dvorkin-Cardinali. Editorial Panamericana. 13º Edición: Capítulos 35, 36, 39 y 41. 14º Edición: 38, 39, 42 y 44.

Desarrollo

- Usted conoce ya la jerarquía que, para la sobrevivencia de los individuos tienen los sistemas de regulación de las funciones orgánicas. Estos sistemas comunican las células a través de diferentes modos (endócrino, nervioso, parácrino, yuxtacrino y/o autócrino). En la UP N° 3 ha iniciado el estudio del sistema endócrino a través del conocimiento de aspectos morfofuncionales del sistema reproductor. En todas las glándulas endocrinas estudiará: anatomía e histología de la glándula y del sistema al que pertenece, estructura química de las hormonas que produce, su síntesis, su mecanismo de secreción, sus receptores, su mecanismo de acción, sus efectos en cada uno de los tejidos en los que actúa y su mecanismo de control. La integridad de los mecanismos de control es tan relevante como el de la glándula misma ya que estas deben liberar sus productos de secreción en el momento oportuno. El sistema reproductor es complejo, e involucra a casi todos los sistemas fisiológicos optimizando muchas de las funciones orgánicas (musculares, metabólicas, etc.). Pero es fundamentalmente importante en la sobrevivencia de la especie. Por lo tanto, su control debe estar coordinado con los factores medioambientales que garanticen el acoplamiento y el crecimiento-desarrollo de las crías. Por lo mismo es necesario recordar algunos conceptos básicos ya estudiados:

Repase la diferencia entre mitosis y meiosis

¿Qué es un “mensaje”? ¿Y un mensaje genético?

¿Qué significa “código”? ¿Cómo está codificado el mensaje genético?

¿Dónde está codificado el mensaje genético?

¿Qué interpretó como regiones codificadoras y no codificadoras?

¿Qué interpretó por regiones reguladoras activadoras o inhibidoras?

¿Qué entiende por mecanismo de transcripción?

¿Qué efecto tiene el aumento en la cantidad de transcriptasa?

¿Dónde se mantienen codificadas las características de la especie y qué es lo relevante para el mantenimiento de la especie?

Defina gen

A qué se denomina Genoma Humano

Comprenda los conceptos de genotipo y fenotipo

¿Qué es el cariotipo?

¿Qué entiende por Variabilidad genética?

Aplique el concepto a la Variabilidad de los Sistemas Biológicos

Para qué es útil en Medicina el estudio del RLFP (Polimorfismo de Longitud de Fragmentos de Restricción)?

¿Qué es una mutación? ¿Qué influencia tienen en la Fisiología Evolutiva?

- Los testículos y los ovarios son órganos ovoidales pares que cumplen doble función: generan las gametas y las hormonas específicas del sexo.
Enumere los órganos que componen el sistema reproductor masculino y el femenino. Recuerde la anatomía y la histología de los testículos, de las diferentes porciones del

sistema de conductos asociados y de las glándulas anexas (principalmente próstata).

Recuerde la anatomía e histología de los ovarios y de todos los órganos del sistema reproductor femenino.

- Las hormonas sexuales masculinas y femeninas tienen efecto, además de los órganos reproductores, en otros tejidos determinando las características morfológicas y conductuales propias del sexo
¿Cuáles son los llamados caracteres sexuales secundarios masculinos?
¿Cuáles son los llamados caracteres sexuales secundarios femeninos?
¿Cuál sería una posible función de la misma?
- Usted ha iniciado el estudio de la Fisiología de la Reproducción Humana y tiene ya nociones del proceso de Fecundación, Embarazo y Parto. Con la Fecundación se inicia el Crecimiento y Desarrollo del Ser Humano. El conocimiento de la embriología, así como los patrones de crecimiento y desarrollo del embrión-feto es indispensable para comprender las patologías congénitas, sea que estas se hagan evidentes o no al momento del nacimiento. Recuerde el concepto de Crecimiento
Recuerde el concepto de desarrollo y/o maduración.
- Tanto el crecimiento como la maduración depende de reguladores endócrinos precisos sintetizados en el organismo materno, en la placenta o en el del propio feto. Factores nutricionales, tóxicos (alcohol, tabaco, drogas medicamentosas, etc) y/o enfermedades maternas (infecciosas, vasculares, endocrinas) pueden originar trastornos del crecimiento fetal.
Nombre un factor nutricional (por déficit o exceso) relevante durante el embarazo.
Nombre un desequilibrio hormonal materno que podría tener consecuencias negativas en el desarrollo del embrión-feto.
- El crecimiento Fetal ha sido descrito y representado por curvas que ayudan al obstetra al control de dicho crecimiento y desarrollo.
Recuerde las Medidas Antropométricas y las Curvas de Crecimiento.
- Las hormonas hipofisotropas, hipofisarias, tiroideas, pancreáticas y de crecimiento (somatotrofina), que usted estudiará en esta UP, son sintetizadas en el feto y es relevante conocer cuándo comienzan a ser secretadas y cuál es su perfil de secreción y de concentración plasmática durante el desarrollo fetal
Lea en qué período del desarrollo se comienzan a secretar en el feto las gonadotropinas hipofisarias, la somatotrofina, la oxitocina, la hormona antidiurética y la prolactina.
Recuerde que además de los factores endócrinos, hay facto-

res parácrinos (factores de crecimiento) y neurotransmisores que son relevante en la multiplicación y diferenciación celular.

- En el ser humano, la complejidad de las funciones se han alcanzado, en parte, por la evolución de los sistemas de coordinación cuyo conocimiento se ha introducido en la Unidad N° 5. El sistema nervioso y el sistema endocrino son relevantes en el control del crecimiento y del desarrollo. El sistema endocrino regula el metabolismo energético, el metabolismo de electrolitos y líquidos corporales, el crecimiento y la reproducción a través de las hormonas. *Recuerde el concepto de hormona, la clasificación de las hormonas según su composición química, el concepto de receptores hormonales y sus mecanismos de acción.*
- En forma directa (médula suprarrenal) o indirecta (hipófisis) el sistema endocrino depende del sistema nervioso central. Además, en general, toda glándula endocrina funciona dentro de un sistema en el que interactúa con otras glándulas:
¿Qué función cumple el hipotálamo dentro del sistema endocrino?
¿Qué hormonas secreta el hipotálamo?
¿Qué efectos tienen sobre la hipófisis?
¿Qué es el sistema porta hipotálamohipofisiario?
- La hipófisis está bien protegida y es uno de los órganos más inaccesibles del cuerpo. Recuerde el origen embriológico, su histología y su ubicación anatómica.
¿Cómo la dividiría desde el punto de vista fisiológico?
¿Qué tipos de células se describen en la hipófisis anterior?
¿Cuál es el grupo de Células que predomina y cuál es la hormona que secreta?
¿Cuáles son las otras hormonas? ¿Cuál es su estructura química, cuáles sus órganos efectores y cuáles sus funciones principales?
- La somatotrofina, como su nombre lo indica, desempeña un papel primordial en el crecimiento del organismo. Los primeros estudios surgieron de observaciones en individuos con gigantismo, enanismo o acromegalia.
¿Cuál es su efecto sobre el peso corporal?
¿Cuáles son sus efectos generales en las células?
¿Cuáles son sus efectos en el metabolismo de proteínas, lípidos e hidratos de carbono?
¿A través de qué mecanismos la STH provoca aumento de la síntesis proteica, aumento de la utilización de grasa como fuente de energía y estimulación del crecimiento de los huesos?
¿Qué son las somatomedinas, dónde se sintetizarían y qué efectos tendrían?
- El hipotálamo desempeña un papel importante en la regulación de la secreción de STH:
¿Cuál es?
¿Cuáles son los factores que estimulan o inhiben la secreción de STH?

- La glándula tiroides tiene participación fundamental en el crecimiento, diferenciación y desarrollo del organismo. *Recuerde sus principales aspectos embriológicos e histológicos y su ubicación anatómica.*
- La ingesta de yoduro en un nivel adecuado es fundamental para la secreción de hormonas tiroideas.
¿Cuál es la función del yodo en la síntesis de hormonas tiroideas?
- Las hormonas tiroideas derivan de la tiroglobulina
¿Cuáles son las etapas de formación de las tiroglobulinas?
- Las hormonas tiroideas Se almacenan de una manera particular y desde estos depósitos son liberadas a sangre:
¿Dónde se almacenan las hormonas tiroideas y cuál es el proceso de liberación?
¿Cómo circulan en sangre?
- Los efectos de las hormonas tiroideas se estudiaron observando los cambios estructurales, funcionales y bioquímicos que acompañan al hipotiroidismo y al hipertiroidismo.
¿Cuál es el efecto general de las hormonas tiroideas?
¿Qué acción tienen sobre el crecimiento del esqueleto?
¿Qué acción tienen sobre el crecimiento del sistema nervioso?
¿A través de qué mecanismos las hormonas tiroideas elevan la actividad metabólica celular?
¿Qué efectos tienen las hormonas tiroideas sobre el metabolismo de los hidratos de carbono y de los lípidos?
¿Qué relación encuentra y porqué entre la necesidad de vitaminas y los niveles de hormonas tiroideas?
¿Qué relación encuentra entre peso corporal y nivel de hormonas tiroideas?
¿Cuál es el efecto de las hormonas tiroideas sobre el aparato cardiovascular, la respiración, la motilidad digestiva, la función muscular, el sueño y la función sexual?
¿Qué efectos indirectos tienen las hormonas tiroideas con otras glándulas endócrinas?
- El mantenimiento de la actividad metabólica normal celular requiere un nivel de secreción de hormonas tiroideas adecuadas. La glándula tiroides es el componente efector de un clásico eje hipotálamo—hipófisis anterior—glándula periférica:
¿Cuáles son los factores determinantes de la producción de hormonas tiroideas?
¿Cómo está organizado el sistema de regulación de la glándula tiroides?
¿Qué estímulos favorecen la secreción de hormona liberadora de tirotrófina (TRH)?
¿Cuál o cuáles son los mecanismos de acción de la tirotrófina?

Muerte celular programada o apoptosis

- Se ha comenzado el Área estudiando el concepto de equilibrio y homeostasis. Se finaliza aplicando este concepto al equilibrio entre multiplicación celular y apoptosis.

La apoptosis o muerte celular programada es un tipo de muerte celular definida genéticamente
¿Porqué se denomina “muerte celular programada” o “suicidio celular”?

Diferencie el concepto de necrosis

¿En qué período del ciclo de vida es más frecuente?

- Usted ya ha estudiado diferentes procesos fisiológicos en los cuáles la apoptosis es un mecanismo relevante

- Recuerde su función en la etapa embrionaria, en el desarrollo de los miembros y en el desarrollo sexual.

Recuerde su función en el sistema inmunitario

Recuerde su función en la maduración del sistema nervioso

¿En qué tejidos es más evidente?

¿Cómo es controlada?

Recuerde qué enzimas son relevantes en la duplicación del DNA.

Recuerde qué es la telomerasa y qué efectos tiene la pérdida o disminución de telomerasa.

- Japón tiene el valor de expectativa de vida más alto (86 años). Chile y Cuba lo tienen en América Latina (78 años)
Averigüe cuál es la expectativa de vida promedio para Argentina según las Naciones Unidas.

Investigue si ese valor es homogéneo en toda la población.

Interprete al menos 3 (tres) teorías que intenten explicar el envejecimiento y fundamente.

- Usted ha estudiado a la activina en la regulación de la secreción de Folículo Estimulante

¿Qué función cumple en la senescencia?

- Usted ha estudiado los tejidos que constituyen la piel
¿Cuál es el principal factor ambiental que promueve el envejecimiento de la piel?

- Al finalizar el estudio de los contenidos desarrollados en esta Guía usted debería estar en condiciones de construir y explicar los siguientes Gráficos:

1. *Curvas de crecimiento en peso para niñas y niños*
2. *Curvas de crecimiento en talla para niños y niños*
3. *Curvas de velocidad de crecimiento en talla para niñas y niños*

(1) Las Guías de Estudio Individual, como su nombre lo indica, tienen como objetivo ayudar al estudiante a una lectura y comprensión completa del material bibliográfico. Se indican, mediante preguntas, aquellos contenidos base para la interpretación de los procesos. Por eso, las respuestas no son para memorizarse sino para ayudar a interpretar, comprender o integrar los procesos fisiológicos que se están abordando. El estudiante puede comprobar su nivel de comprensión del tema, intentando resumirlo en un Esquema o construyendo un Grafico de relación entre las variables que se están abordando. Recuerde que los Exámenes Finales son

orales. Para que esta Guía facilite el estudio, el estudiante debe leer primero la Bibliografía correspondiente al tema en alguno de los textos de Fisiología y comprenderla. Recién entonces debería intentar responder esta Guía, revisando el Texto de Fisiología ante toda duda.



UNIDAD 9

MATERIAL DE ESTUDIO



CONTENIDO

Material bibliográfico

- Taller de Integración II-Química Biológica

Taller de integración II: estructura y función de las inmunoglobulinas

Este taller pretende generar un espacio de discusión para trabajar contenidos de la disciplina

Química Biológica que se encuentran en la UP 9, recuperar temas desarrollados por nuestra

disciplina en UPs anteriores y además relacionarlos con conceptos de otras disciplinas del área

Crecimiento y Desarrollo, como Inmunología.

MODALIDAD DE TRABAJO:

La modalidad del encuentro sobre Integración de contenidos de la disciplina Química Biológica consiste en la discusión de las respuestas a las preguntas planteadas más abajo. Por ello, es necesario dedicar el tiempo adecuado a la lectura comprensiva de la bibliografía y a la resolución de las preguntas previo al taller.

La dinámica del taller depende del trabajo previo al taller y de la contribución personal, de la

iniciativa en la participación y de la receptividad hacia los aportes de los otros compañeros.

También es importante el uso efectivo del tiempo de duración del taller. Por lo tanto, la

participación espontánea y el control del tiempo para las discusiones contribuyen a la

optimización del uso del mismo.

CONTENIDOS:

INMUNOGLOBULINAS: PROTEÍNAS INVOLUCRADAS EN EL MECANISMO DE DEFENSA (UP 9)

Anticuerpos. Estructura de las inmunoglobulinas. Zonas constantes, variables e hipervariables.

Sitio de unión al antígeno. Fragmentos Fab y Fc. Isotipos de cadenas pesadas: Ig G, Ig A, Ig M, Ig D e Ig E. Tipos de cadenas livianas. Funciones generales de las diferentes clases de Inmunoglobulinas.

IMPORTANTE: recuperar contenidos desarrollados durante los seminarios del Módulo Introductorio y que aparecen descriptos en UP 1 y UP2 (NOCIONES BÁSICAS DE QUÍMICA, PROTEÍNAS; TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA, MEMBRANAS BIOLÓGICAS)

RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS:

-Química Biológica. Antonio Blanco-Gustavo Blanco. Editorial El Ateneo, CABA.

Cap. 29. "Bases moleculares de la Inmunidad".

CONSIGNAS:

1. ¿Cuál es la naturaleza química de las inmunoglobulinas?
¿Qué nivel de organización estructural alcanzan las

inmunoglobulinas?

¿Qué ocurriría si se pudiese tomar una Inmunoglobulina y sumergirla en un recipiente con agua?

2. ¿Qué células sintetizan las inmunoglobulinas y qué molécula tiene la información para su síntesis?
3. ¿Cuántas cadenas conforman la estructura de las inmunoglobulinas? ¿Qué nombre reciben y por qué? ¿Cómo están organizadas estas cadenas? ¿Qué son los dominios?
4. La región variable presenta 3 segmentos hipervariables ¿Qué es lo que "varía" en esta parte de la inmunoglobulina? ¿Qué función cumple esta región de la inmunoglobulina y cómo se llama?
5. ¿Qué aminoácido permite la formación de puentes disulfuro intracatenarios en las inmunoglobulinas? ¿Entre qué cadenas se forman los puentes disulfuro intercatenarios? ¿Participa el mismo tipo de aminoácidos en ambos casos?
6. ¿Qué aminoácidos caracterizan la región bisagra? ¿Qué función cumple esta región en la inmunoglobulina?
7. ¿Qué son los fragmentos Fab y Fc? ¿Qué función cumplen cada uno de ellos?
8. Realice un esquema simple de una inmunoglobulina señalando: cadenas pesadas livianas, región variable y constante, puentes disulfuro y región bisagra, regiones Fab y Fc.
9. ¿Cuántos tipos de inmunoglobulinas existen? ¿Cuál de las cadenas determina el tipo de inmunoglobulina? ¿Qué función cumple cada una de las diferentes inmunoglobulinas?
10. ¿Cuántos tipos de cadenas livianas existen? ¿Cómo se distribuyen entre los diferentes tipos de inmunoglobulinas?
11. ¿En qué forma molecular se encuentran las diferentes clases de inmunoglobulinas en la sangre? ¿Cuántos sitios de unión al antígeno tienen cada una de ellas?
12. ¿Qué inmunoglobulinas que se encuentran en la membrana plasmática de los linfocitos? ¿Qué tipo de proteínas de membrana son? ¿Cómo se distribuyen los aminoácidos en estas estructuras?
13. ¿Qué naturaleza química pueden tener los antígenos reconocidos por las Inmunoglobulinas?
14. Imagine una mutación que altere la estructura de la región variable de una inmunoglobulina: ¿Cómo podría afectar esto la función del anticuerpo? ¿Qué consecuencias tendría para el sistema inmunológico?



UNIDAD 10

MATERIAL DE ESTUDIO



CONTENIDO

Material bibliográfico

- Anatomía Normal - Estudio Anatomofuncional de Miembro Superior
- Anatomía Normal - Topografía del miembro superior

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

ANATOMIA NORMAL

Estudio Anatomofuncional de Miembro Superior e Inferior

Miembro superior. Generalidades

En el hombre, el miembro superior, cumple la importante función de PRENSION, gracias a la movilidad de su unión con el tórax, la disposición y las estructuras que lo forman.

La mano, es el órgano de la prensión y los segmentos proximales a ella, la conducen en la dirección deseada. Permitiendo explorar a través de los movimientos, de la que se halla dotada; el espacio ambiente; y tomar de él los elementos que necesita.

Los miembros superiores, en el hombre, intervienen en la marcha en forma accesoria a través del balanceo; de modo que se halla liberado de las funciones de apoyo.

Su esqueleto, posee particularidades anatómicas que explican su valor funcional.

Las articulaciones que unen los huesos, determinan por su orientación y su forma los ejes mecánicos de los movimientos que en ella se producen.

Los músculos, agentes activos de los movimientos, pueden ser mono o poliarticulares. Se encargan de movilizar segmentos del miembro siguiendo la línea que reúne sus inserciones.

Los músculos de acuerdo al movimiento que ejecutan pueden ser agonistas, cuando se asocian en su acción, o antagonistas cuando contrarían sus efectos.

Esqueleto de miembro superior

El esqueleto comprende cuatro porciones:

- **Hombro.**
- **Brazo.**
- **Antebrazo.**
- **Mano.**

Esqueleto del hombro

El hombro, también llamado cintura escapular, une el miembro superior al tórax, se halla constituido por los siguientes huesos:

1. Clavícula y
2. Omoplato.

Clavícula

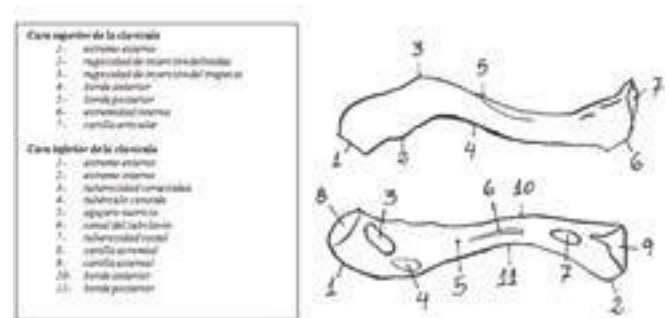
La clavícula es un hueso largo, situada en la parte antero-superior del tórax, se halla contorneada siguiendo la forma de

una S itálica, la primera curva, interna es cóncava hacia atrás y la segunda curva, externa es cóncava hacia delante.

Se describen en la clavícula:

Caras:

1. *Superior*: es lisa en casi toda su extensión, presenta rugosidades determinadas por las inserciones de músculos.
2. *Inferior*: se describe en ella una depresión medial llamada canal del subclavio. Se ubica en esta cara el agujero nutricio principal del hueso. En la extremidad externa se desarrolla la tuberosidad coracoidea y en la extremidad interna la tuberosidad costal.



Bordes:

1. *Anterior*: este borde es grueso, convexo y áspero, en sus dos tercios internos. Su tercio externo es cóncavo y delgado.
2. *Posterior*: es grueso, cóncavo y liso en los dos tercios internos, hacia fuera es convexo y rugoso.

Extremos:

1. *Interno*: es la región mas voluminosa del hueso, en su porción anterior e interior presenta una carilla articular, triangular, cóncava en sentido anteroposterior y convexa en sentido vertical, que se continúa en la cara inferior con otra superficie articular, dibujando ambas un ángulo diedro y saliente, que se corresponde al ángulo entrante formado por el esternón y el primer arco costal.
2. *Externo*: Presenta una carilla articular de forma elíptica, aplanada, tallada en bisel a expensas de la cara inferior del hueso.

Omóplato

El omóplato se ubica en la región posterior y superior de la caja torácica, sobre las primeras siete costillas. Es plano y de forma triangular.

Se describen el él, dos cara, tres bordes y tres ángulos.

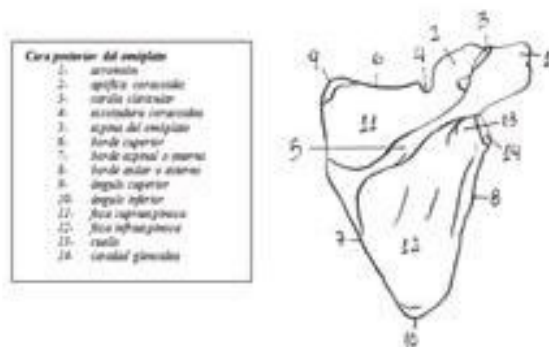
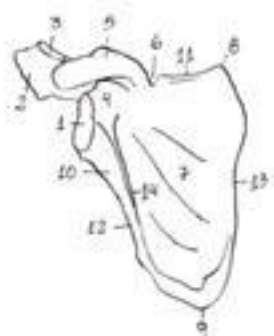
Caras: se detallan una cara anterior y una cara posterior.

- **Anterior:** cóncava, en toda su extensión, recibe el nombre de fosa subescapular, en su límite externo hace relieve un saliente, semicilíndrico, paralelo al borde del hueso, denominado pilar del omóplato. Esta recorrida por crestas, orientadas hacia el borde interno del hueso. En el extremo superior e inferior del borde interno, existe una zona rugosa, alargada y triangular.
- **Posterior:** esta cara, presenta un saliente denominado, espina del omóplato, por encima se desarrolla la fosa supraespinosa y por debajo de ella la fosa infraespinosa. Espina del omóplato: es una lámina transversal, ubicada entre el cuarto superior y los tres cuartos inferiores de la cara posterior del hueso. Su borde anterior se une a la cara posterior del hueso, el borde posterior es subcutáneo y presenta un ensanchamiento medial, denominado tubérculo del trapecio. Su borde externo se continua hacia fuera con una apófisis, denominada acromión. Acromión: esta apófisis presenta una cara superior, continuación del borde posterior de la espina, una cara inferior, que resulta del borde externo de la espina. Un borde interno, ocupado por una carilla articular elíptica. Y un borde externo. Ambos bordes se unen hacia delante formando un ángulo llamado “vértice del acromión”.

Fosa supraespinosa: canal ancho, liso y amplio que permite la inserción del músculo supraespinoso.

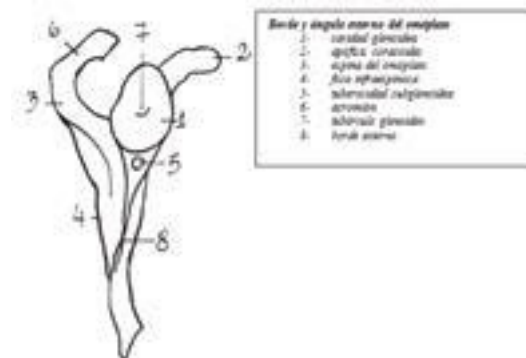
Fosa infraespinosa: subdividida por una cresta paralela al borde externo, en una porción interna y otra externa.

En la porción interna se inserta el músculo infraespinoso y en el fragmento externo se ubican el músculo redondo menor y por debajo del mismo el músculo redondo mayor.



Bordes: se distinguen tres bordes; superior o cervical, interno o espinal y externo o axilar.

1. **Superior:** delgado y corto. Finaliza hacia fuera en la escotadura coracoidea.
2. **Interno:** largo, termina en un ángulo abierto hacia fuera, cuyo vértice corresponde a la extremidad interna de la espina del omóplato.
3. **Externo:** forma un canal vertical limitado por una cresta ósea, que concluye en una tuberosidad triangular denominada subglenoidea.



Ángulos: son tres, superior, inferior y externo.

1. **Superior:** ubicado en la reunión del borde superior con el interno.
2. **Inferior:** áspero, grueso y redondeado. Se constituye por la unión del borde interno con el externo.
3. **Externo:** presenta tres elementos: la cavidad glenoidea, el cuello del omóplato y la apófisis coracoides.

a - Cavidad glenoidea: superficie oval, cóncava, orientada hacia fuera, arriba y adelante. Se articula con la cabeza del húmero. En su centro presenta un tubérculo “el tubérculo glenoideo”. Su borde anterior se halla interrumpido por la escotadura glenoidea. Por encima de la cavidad se halla la tuberosidad supraglenoidea y por debajo la subglenoidea.

b - Cuello del omóplato: mantiene en posición a la cavidad glenoidea. Es corto grueso y aplanado. Su cara posterior forma un canal que comunica por fuera de la espina la fosa supraespinosa de la infraespinosa.

c - Apófisis coracoides: inserta en la cara superior del cuello. Posee la forma de un dedo semiflexionado, con un segmento vertical, que se une al cuello y otro segmento de disposición horizontal.

Esqueleto del brazo

El esqueleto del brazo se halla constituido por un único hueso, denominado húmero.

Húmero

Es un hueso largo, articulado hacia arriba con el omóplato y con el radio y el cúbito hacia abajo.

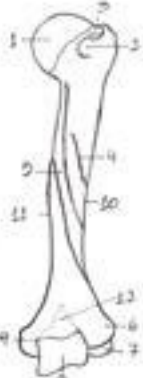
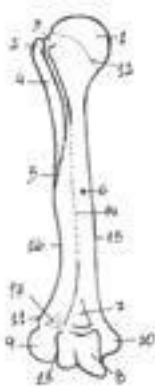
Presenta un cuerpo y dos extremidades.

Cuerpo: ligeramente torcido sobre su eje. Es irregularmente cilíndrico hacia arriba y prismático triangular en su parte inferior.

Se describen en él, tres caras y tres bordes.

Caras: se denominan externa, interna y posterior.

1. **Externa:** por debajo de su parte media existe una cresta rugosa, con forma de V abierta hacia arriba, llamada “V deltoidea o impresión deltoidea”, por debajo la superficie se vuelve lisa.
2. **Interna:** se aprecia en esta cara:
 - a - hacia arriba, la extremidad inferior de la correa bicipital.
 - b - en su parte media la superficie de inserción del coracobraquial.
 - c - el agujero nutricio del hueso por delante y debajo de la inserción del músculo coracobraquial.
 - d - la apófisis supraepitroclear, inconstante. En el extremo inferior.
3. **Posterior:** en el tercio medio esta cara se halla recorrida por un canal, ancho, oblicuo hacia fuera y abajo, denominado “canal radial”.



Bordes: separan las caras, un borde anterior, uno externo y otro interno.

1. **Anterior:** hacia arriba se confunde con la correa bicipital, y hacia abajo con la “V deltoidea”. En su extremidad inferior es romo y se subdivide en dos ramas que limitan la “foseta coronoidea”.
2. **Externo:** inaparente en su extremo superior, es interrumpido por el canal radial. Esta marcado en su extremo inferior. En él se inserta el tabique intermuscular externo.
3. **Interno:** redondeado hacia arriba y saliente en su extremo inferior. Da inserción al tabique intermuscular interno.

Extremidades

A - Extremidad superior: se destacan tres salientes:

1. La cabeza del húmero, articular.
 2. El troquíter, no articular.
 3. El troquíen, no articular.
1. **La cabeza del húmero:** redondeada, lisa y regular. Posee la forma de una semiesfera de 3 cms. de radio. En una persona en posición supina, con los brazos pendientes a lo largo del cuerpo, se orienta hacia arriba, adentro y atrás. Su eje forma con el cuerpo del húmero un ángulo de 130°. Esta separada del troquíen y del troquíter por el cuello anatómico.
 2. **Troquíter o tuberosidad mayor:** esta ubicado por fuera de la cabeza. Presenta en su cara posterior y superior tres carillas que dan inserción a músculos. Carilla superior: aquí se inserta el músculo supraespinoso. Carilla media: para la inserción del infraespinoso. Carilla posterior: presta inserción al redondo menor.
 3. **Troquíen o tuberosidad menor:** situada en la cara anterior del hueso. En él se inserta el músculo subescapular. El troquíen y el troquíter, están separados uno del otro por la correa bicipital.

La correa bicipital se continua hacia abajo en la cara interna del cuerpo del hueso y queda limitada por dos crestas rugosas, una anterior o externa llamada “cresta subtroquíteriana” y la otra posterior o interna, denominada, “cresta subtroquíeniana”.

Se denomina cuello quirúrgico del húmero al segmento del hueso que une el cuerpo con la extremidad superior.

B - Extremidad inferior: aplanada hacia atrás, su diámetro transversal es superior al anteroposterior. Curvada hacia delante, se encuentra por delante del eje del cuerpo del hueso.

Se reconocen, una porción media articular, y dos salientes laterales, no articulares.

1. **Superficie articular:** se articula con los huesos del antebrazo. Se describen una carilla interna, la tróclea humeral, una carilla externa el cóndilo humeral y entre ambas superficies el canal cóndilotrocleea.

Tróclea humeral: tiene forma de polea, es más ancha en su parte posterior, posee dos vertientes, una interna que desciende más que la vertiente externa. El canal

que las separa se halla inclinado hacia abajo y adentro. Se articula con la cavidad sigmoidea mayor del cúbito. Por delante y por encima de la tróclea, se desarrolla una depresión denominada fosa coronoidea y por detrás y arriba la fosa olecraneana.

Cóndilo humeral: superficie redondeada, regular. Orientada hacia abajo y adelante. Se articula con la cúpula radial, por encima se halla una depresión denominada fosa radial o supracondilea.

Canal cóndilotrocLEAR: se compone de una vertiente condílea y una vertiente troclear. En este canal se desliza el reborde interno de la cúpula radial.

2. **Apófisis laterales:** son dos una interna o epitroclea y otra externa o epicóndilo.
 - **Epitroclea:** ubicada por arriba y por dentro de la tróclea. Es saliente; por su vértice, se insertan los músculos epitrocleares y ligamentos de la articulación del codo.
 - **Epicóndilo:** rugoso, poco saliente; situado por arriba y por fuera del cóndilo. En él se insertan músculos epicondíleos, y ligamentos de la articulación del codo.

Esqueleto de antebrazo

El esqueleto del antebrazo, se halla constituido, por dos huesos largos, el cúbito de disposición interna y el radio de ubicación externa. Entre ambos, existe un espacio interóseo.

Cúbito

Hueso largo dispuesto entre la tróclea humeral y el carpo.

Cuerpo

El cuerpo curvado, describe una concavidad anterior. En su segmento superior es grueso y prismático triangular, hacia abajo es cilíndrico.

Posee tres caras: anterior, posterior e interna.

a - **Cara anterior:** cóncava hacia arriba, convexa hacia abajo. Por encima de su parte media se ubica, el agujero nutricio principal. Presenta rugosidades en los sitios de inserción muscular.

b - **Cara posterior:** esta cara está dividida, por una cresta longitudinal, en un segmento externo y otro interno. Ellos están recorridos por crestas que separan entre sí inserciones musculares.

c - **Cara interna:** en sus dos tercios superiores, se insertan músculos, y su tercio inferior es subcutáneo y libre de inserciones musculares.

Estas caras se hallan separadas por tres bordes; anterior, externo y posterior.

a - **Borde anterior:** interno y romo.

b - **Borde externo:** o cresta interósea, se subdivide hacia arriba, en dos ramas que limitan la superficie subsigmoidea.

c - **Borde posterior:** contorneado sobre sí mismo (S itálica), conspicuo en su segmento medio, hacia arriba se subdivide en dos ramas que limitan los bordes del olécranon.

Extremidades

Extremidad superior:

Está constituido por dos apófisis, que constituyen la cavidad sigmoidea mayor. Estos salientes se denominan:

- **Olécranon.**
- **Apófisis coronoides.**

a - **Olécranon:** vertical, continúa la cara posterior de la diáfisis. La cara posterior es convexa, rugosa y triangular. La cara anterior, articular, contribuye a formar la cavidad sigmoidea anterior. La cara inferior se continúa con el cuerpo del hueso. La cara superior o vértice, posee una saliencia, “el pico del olécranon”. Las caras laterales, permiten la inserción de los ligamentos de la articulación del codo.

b - **Apófisis coronoides:** horizontal, de forma prismática cuadrangular, posee un vértice anterior, llamado “pico de la apófisis coronoides”; la base se fija a la cara anterior del cúbito por delante y debajo del olécranon. La cara superior, articular, complementa la cavidad sigmoidea mayor. La cara inferior es rugosa. La cara interna rugosa, en su parte media presenta un tubérculo, “el tubérculo coronoideo”. La cara externa muestra una carilla articular elíptica, anteroposterior, cóncava, llamada “cavidad sigmoidea menor”, la misma se continua con la cavidad sigmoidea mayor.

c - **Cavidad sigmoidea mayor:** Se constituye por la reunión de la cara anterior del olécranon con la cara superior de la apófisis coronoides. Una ranura transversal separa ambas caras. La cavidad se divide en dos vertientes, por una cresta que coincide con la garganta troclear del húmero.

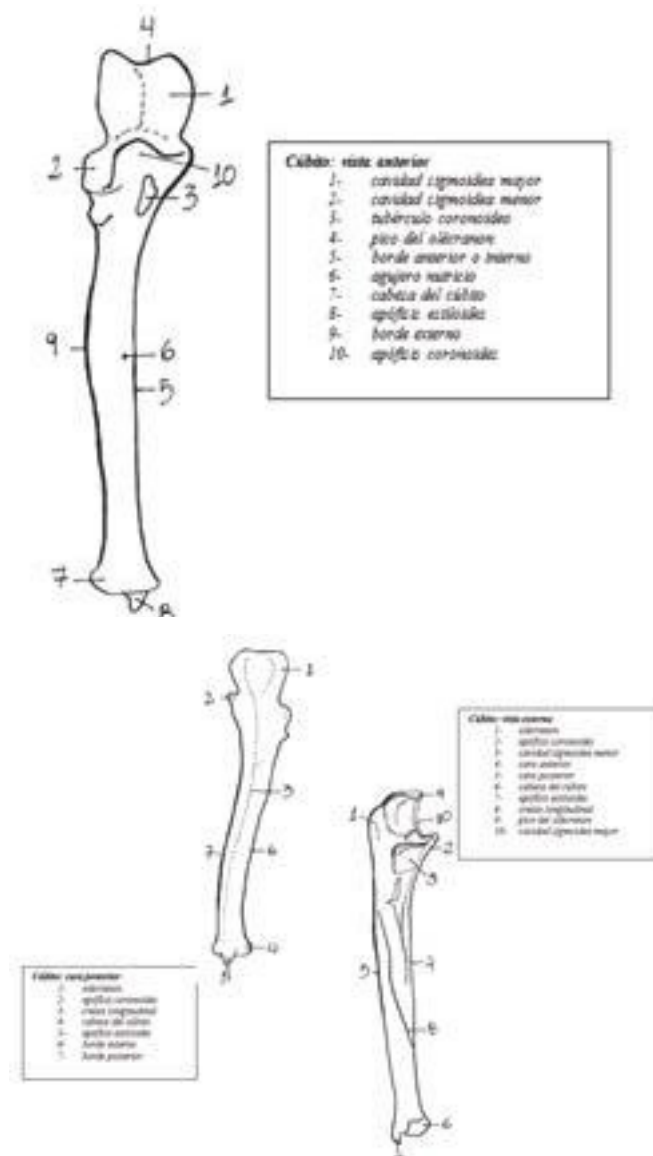
Extremidad inferior:

Presenta dos eminencias a saber:

1. **La cabeza del cubito.**
2. **La apófisis estiloides.**

1. **Cabeza del cubito:** redondeada, irregular, articular; su segmento externo articular, cilíndrico, se articula con la cavidad sigmoidea del radio. La carilla inferior se relaciona con el ligamento triangular.

2. **Apófisis estiloides:** cónica, ubicada por dentro y detrás de la cabeza; de la cual está separada por una escotadura.



Radio

Es un hueso largo, extendido entre el cóndilo humeral y el carpo.

Cuerpo: el cuerpo posee un trayecto cóncavo hacia adentro y adelante. Aumenta de volumen hacia abajo. Es prismático triangular por ello se describen en él tres caras; anterior, posterior y externa.

Cara anterior: extendida desde la tuberosidad bicipital hasta la extremidad inferior. Cóncava en su segmento superior. Por encima de su parte media se ubica el agujero nutricio principal.

Cara posterior: convexa hacia arriba, excavada en su parte media, donde la recorren crestas oblicuas que separan inserciones musculares.

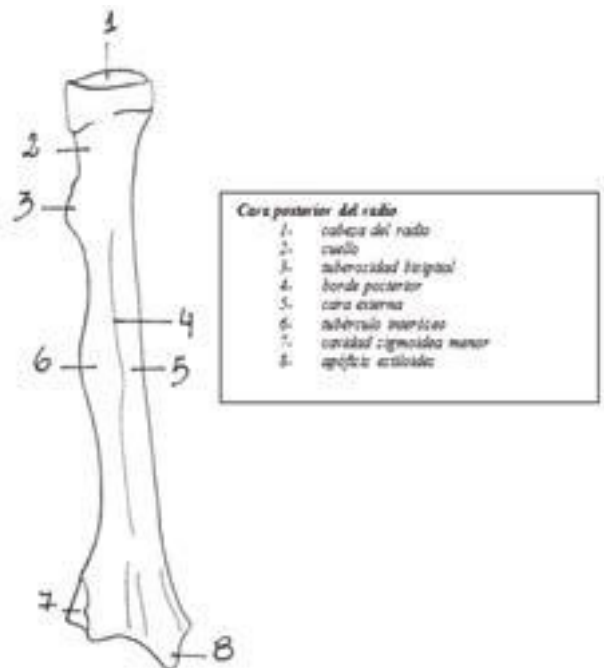
Cara externa: convexa, presenta múltiples inserciones musculares.

Bordes: tres bordes separan entre sí las caras; estos son: uno anterior, otro posterior y otro interno.

Borde anterior: se extiende desde la tuberosidad bicipital hasta la base de la apófisis estiloides. Marcado en su porción superior, atenuado en su extremo inferior.

Borde interno o interóseo: limita hacia fuera el espacio interóseo, es delgado y cortante; y se extiende desde la parte inferior de la tuberosidad bicipital al extremo inferior donde se divide en dos. Presenta en su tercio superior un engrosamiento denominado "tubérculo interóseo".

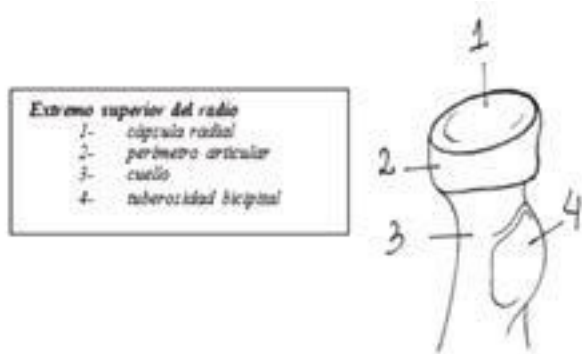
Extremidades



Extremidad superior: constituida por tres porciones:

1. Cabeza del radio.
2. Cuello
3. Tuberosidad bicipital

1. **Cabeza del radio:** saliente superior del hueso, al corte horizontal describe la forma de un óvalo. La cara superior está excavada, denominada cúpula del radio, se articula con el cóndilo del húmero. La cúpula radial se continúa con una segunda carilla articular, situada en el contorno de la cabeza. Se articula con la cavidad sigmoidea menor del cubito.
2. **Cuello:** une la cabeza al cuerpo del radio, es cilíndrico, orientado hacia abajo y adentro.
3. **Tuberosidad bicipital:** eminencia vertical, ovoidea, situada en la parte anterointerna del hueso; a nivel de la unión del cuello con el cuerpo.



Extremidad inferior: voluminosa, de forma prismática. Presenta cuatro caras: inferior, anterior, posterior, interna y externa.

Cara inferior: articular, triangular de base interna, dividida en dos partes una externa y otra interna por una cresta anteroposterior.

Cara anterior: lisa y cóncava.

Cara externa: recorrida por canales, por donde se deslizan tendones, se continua, hacia abajo con una prolongación denominada, apófisis estiloides.

Cara posterior: recorrida por canales, por donde se deslizan tendones musculares.

Cara interna: cóncava, limitada por las dos ramas de bifurcación del borde interno, en su región caudal se desarrolla una carilla articular denominada cavidad sigmoidea del radio, cóncava y alargada en sentido anteroposterior. Se articula con la cabeza del cubito.

Esqueleto oseo de la mano

Está constituido por tres grupos de huesos:

1. El carpo.
2. El metacarpo.
3. Las falanges.

El Carpo

El carpo está formado por 8 (ocho) huesos, cortos dispuestos en dos hileras, una superior y otra inferior, describen en conjunto un canal cóncavo hacia delante por donde se deslizan los tendones flexores de los dedos.

Fila superior:

Los huesos que la componen, de afuera hacia adentro son:

1. escafoides.
2. semilunar.
3. piramidal.
4. pisiforme.

Escafoides: presenta:

Cara anterior: palmar, que se prolonga hacia fuera por un saliente, el tubérculo del escafoides.

Cara posterior: o dorsal, acanalada.

Cara superior: convexa, articular.

Cara inferior: convexa articular.

Cara interna: posee un segmento superior aplanado y otra inferior cóncava.

Semilunar: presenta:

Cara anterior: convexa, palmar.

Cara posterior: plana dorsal.

Cara superior: convexa, articular.

Cara inferior: cóncava.

Cara externa.

Cara interna.

Piramidal: de forma pirámide cuadrangular, presenta

Cara superior: articular, convexa.

Cara inferior: cóncava.

Cara anterior: presenta una pequeña carilla articular convexa para el pisiforme.

Cara posterior: presenta un saliente transversal "la cresta piramidal".

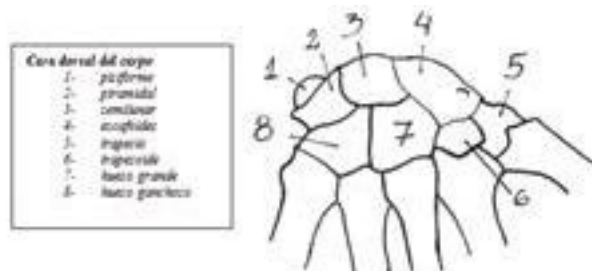
Cara externa: o base.

Cara interna o vértice.

Pisiforme: redondeado. Presenta:

1. Carilla articular posterior, cóncava.
2. Hacia fuera un canal, asociado al recorrido de la arteria cubital.
3. Hacia delante, inserciones musculares.

Fila inferior:



Comprende cuatro huesos, que de afuera hacia adentro son:

1. Trapecio.
2. Trapezoide.
3. Hueso grande.
4. Hueso ganchoso.

Trapecio: presenta:

Cara anterior: palmar, presenta el tubérculo del trapecio.

Cara posterior: rugosa, dorsal.

Cara inferior: convexa de adelante hacia atrás; cóncava transversalmente.

Cara externa: rugosa.

Cara interna: articular.

Trapezoide: presenta.

Cara anterior: rugosa

Cara posterior: rugosa.

Cara superior: cóncava y articular.

Cara inferior: articular, cóncava en sentido anteroposterior y convexa transversalmente.

Cara externa: convexa de arriba hacia abajo. Cóncava en sentido anteroposterior.

Cara interna: cóncava.

Hueso grande: es el más voluminoso, se describen en él una parte superior o cabeza y una inferior o cuerpo, separadas entre sí por el cuello del hueso. Presenta:

Cara anterior: rugosa.

Cara posterior: presenta la apófisis del hueso grande.

Cara superior: convexa.

Cara inferior: articular.

Cara interna: articular

Hueso ganchoso: posee forma de prisma triangular; presenta:

Cara anterior: aquí se destaca la apófisis unciforme.

Cara posterior: rugosa.

Cara inferior: articular.

Cara externa: articular.

Cara supero interna: convexa por arriba, cóncava por abajo.

Macizo óseo carpiano, canal carpiano, y conducto carpiano.

Se denomina macizo al conjunto de los 8 huesos del carpo articulados entre sí. Se describen en conjunto: una cara anterior, una posterior, una superior y otra inferior; y 2 bordes, lateral y medial.

La cara posterior es convexa.

La anterior es cóncava e imita un canal, el CANAL carpiano. Este canal está limitado hacia afuera por los tubérculos de los huesos escafoides y trapecio, y hacia adentro por la eminencia del hueso pisiformes y la apófisis unciformes del hueso ganchoso.

El CONDUCTO carpiano se forma cuando el canal carpiano se completa por una lámina fibrosa denominada Retinaculo Flexor, dando lugar al paso de: el N. Mediano y los tendones de los músculos: flexor superficial de los dedos, flexor profundo de los dedos, y flexor radial del carpo.

La cara superior es articular y convexa, se denomina en su conjunto CÓNDILO CARPIANO.

La cara inferior está formada por las carillas articulares inferiores de los huesos de la 2ª fila del carpo (hueso trapecio, trapezoide, grande y ganchoso)

Los bordes laterales son rugosos y en ellos se insertan músculos y ligamentos.

Metacarpo

Constituye el esqueleto de la palma de la mano; formado por cinco huesos largos, llamados metacarpianos; limitan entre ellos espacios interóseos.

Se los enumera de afuera hacia adentro como: 1º, 2º, 3º, 4º y 5º metacarpiiano.

Características generales:

Cuerpo: cóncavo hacia delante; de forma prismática triangular. Presenta:

Cara posterior: convexa.

Caras laterales: limitan el espacio interóseo.

Bordes laterales.

Borde anterior: cóncavo.

Extremidad superior: o base. Presenta:

Cara superior: articular.

Cara lateral: articulares.

Cara dorsal.

Cara palmar.

Extremidad inferior: o cabeza. Presenta:

Cara inferior: convexa articular, se prolonga sobre la cara palmar.

Caras laterales: deprimidas.

Cara dorsal: rugosa.

Cara palmar: ocupada por la superficie articular.

Características propias:

1º metacarpiiano: es el más corto y el más voluminoso, aplastado de adelante hacia atrás. En la base posee una superficie articular cóncava de adelante hacia atrás, convexa transversalmente.

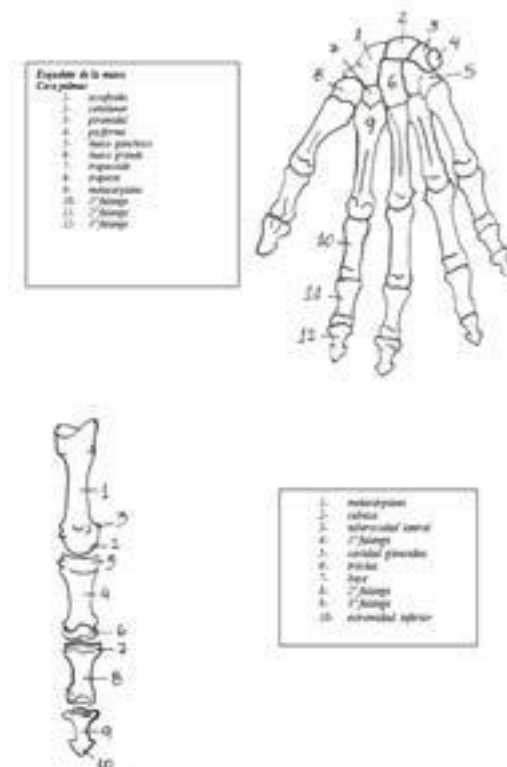
No posee en su extremo superior carillas laterales.

2º metacarpiiano: es el de mayor longitud. Su extremidad superior se bifurca en dos tubérculos; no presenta carillas articulares externas.

Su cara dorsal presenta un saliente llamado apófisis estiloides.

3º y 4º metacarpiiano: poseen en su extremo superior, dos carillas articulares laterales. La parte posteroexterna de la base del tercero se prolonga hacia arriba a través de la apófisis estiloides. El 4º es el más delgado.

5º metacarpiiano: su base posee una carilla anterior lateral, hacia adentro presenta un tubérculo para la inserción distal del músculo cubital posterior.



Falanges

Cada dígito con excepción del pulgar posee tres falanges o piezas óseas, el 1º dedo presenta solo dos.

Se los denomina 1ª, 2ª y 3ª falange desde el metacarpo hasta la falange distal.

Las falanges son huesos largos.

1. Primera falange:

Cuerpo: convexo, hacia atrás, plano o cóncavo hacia delante

Extremo superior: presenta una cavidad glenoidea, que se articula con la cabeza del metacarpiano. Expone además dos carillas palmares para los huesos sesamoideos y dos tubérculos laterales.

Extremo inferior: o cabeza, termina en una tróclea, extendida sobre la cara palmar. Lateralmente existe un tubérculo.

2. Segunda falange o falangina:

Cuerpo: igual a la primera falange.

Extremo superior: formado por una carilla articular, constituida por dos vertientes cóncavas, separadas por una cresta roma anteroposterior

Extremo inferior: igual a la primera falange.

3. Tercera falange o falangeta:

Cuerpo: corto, plano por delante, convexo por detrás.

Extremo superior: igual a la segunda falange.

Extremo inferior: ancha, convexa, con forma de herradura.

Huesos sesamoideos:

Pequeños huesos, con forma de un grano de cebada, ubicados en el espesor de tendones y en algunas articulaciones de las manos y de los pies.

En la palma de la mano existen dos constantes: uno interno, redondeado y otro externo, oval; en la articulación metacarpofalángica del pulgar.

Articulaciones de miembro superior

Comprende:

1. Complejo articular del hombro.
2. Articulación del codo.
3. Articulaciones radio cubitales.
4. Articulación radiocarpiana.
5. Articulaciones de mano.

1. Complejo articular del hombro

Comprende las siguientes articulaciones:

1. Esternocostoclavicular.
2. Escapulohumeral.
3. Acromioclavicular.
4. Escapulo torácica de Gillis.
5. Articulación de De Seze.

1. Articulación Esternocostoclavicular

Eje de todos los movimientos del hombro.

Une la extremidad interna de la clavícula, el 1er cartílago costal y el esternón.

Tipo: diartrosis

Género: encaje recíproco. Funcionalmente es una enartrosis.

Superficies articulares

Superficie esternal: oblonga, diámetro mayor transversal, oblicua hacia fuera y arriba.

1er cartílago costal: superficie plana, triangular, que ocupa la parte superior e interna del cartílago.

Superficie clavicular: presenta una carilla vertical en su extremidad interna, que se continúa por una segunda carilla pequeña plana y dispuestas horizontalmente. Ambas carillas son continuas.

Revestimiento cartilaginoso: una capa de fibrocartílago cubre en toda su extensión las superficies articulares esternal y clavicular.

A nivel del esternón alcanza su máximo espesor cerca del 1er cartílago costal y a partir de allí comienza a disminuir hasta su extremidad interna.

En la clavícula la disposición es inversa, se engrosa hacia arriba y se adelgaza hacia abajo.

La superficie esternocostal es cóncava transversalmente, en su conjunto y convexa en sentido anteroposterior.

La clavícula describe la forma de un ángulo diedro saliente; cóncavo de adelante hacia atrás, a la inversa que la superficie esternocostal.

La superficie clavicular es más extensa en su eje anteroposterior, por ello sobresale por debajo y detrás de la carilla esternal.

Menisco fibrocartilaginoso

Completa el espacio comprendido entre ambas superficies articulares.

Es irregular, oblicuo hacia abajo y afuera. Grueso en la extremidad superior, anterior y posterior. Delgado en el centro.

El menisco, fusionado en todo su perímetro con la cápsula articular, divide la cavidad en dos compartimientos:

1. Meniscoesternal (interno)
2. Meniscoclavicular (externo)

Medios de unión:

1. Cápsula fibrosa
2. Ligamentos:
 - anterior
 - posterior
 - superior
 - inferior

- *Ligamento anterior:* se extiende desde la extremidad anterior e interna de la clavícula al esternón, se lo denomina conoide anterior.

- *Ligamento posterior:* o conoide posterior. Se extiende

por la cara posterior de la articulación desde la parte posterior y superior de la clavícula, a la cara posterior del mango del esternón.

- **Ligamento superior:** está constituido por fibras que se extienden desde la extremidad interna de la clavícula al esternón (ligamento esternoclavicular), y otras fibras más largas que se extienden desde una clavícula a la otra (ligamento interclavicular).
- **Inferior:** Ligamento costoclavicular o romboidal: está constituido por fibras cortas y muy resistentes que unen la clavícula con el 1er cartílago costal y 1ra costilla. Son oblicuas hacia arriba y afuera.

Sinoviales

Esta articulación posee dos sinoviales, una interna meniscoesternal y otra externa meniscoclavicular.

Movimientos

La clavícula ejecuta a través de esta articulación todos los movimientos que permite una diartrosis, sube, baja, avanza y retrocede y, por último ejecuta movimientos de circunducción. El eje de todos los movimientos pasa por el ligamento romboidal o costoclavicular.

Las dos extremidades de la clavícula se movilizan simultáneamente en sentido inverso.

Movimiento de elevación: cuando la extremidad externa sube, la interna baja, deslizándose hacia abajo a lo largo de la carilla articular esternocostal.

Movimiento de descenso: cuando la extremidad externa desciende para recuperar su posición, la interna sube, deslizándose por arriba de la carilla esternocostal.

Movimiento de proyección hacia delante y atrás: de la extremidad externa, la extremidad interna, báscula en sentido inverso.

Movimiento de circunducción: resulta de la sucesión de los 4 movimientos precedentes, describe un óvalo de 10 cm de alto por 12 cm de ancho en el extremo externo de la clavícula. Este valor se conoce como “plano de recorrido”.

2. Articulación Escapulohumeral

Une el húmero al omóplato.

Es una articulación del género de las enartrosis

Superficies articulares

Cabeza del húmero: constituida por la tercera parte de una esfera de 3 cm de radio. Orientada hacia arriba, adentro y atrás.

Revestida por una capa uniforme de cartílago, extendido hasta el cuello anatómico del hueso.

En posición anatómica, describe con el eje del cuerpo un ángulo de 130°.

Cavidad glenoidea: superficie oval, de eje mayor vertical, amplia hacia abajo, en su centro presenta una eminencia denominada tubérculo glenoideo.

Su concavidad es más pronunciada hacia abajo.

Tapiza y regulariza la superficie una lámina de cartílago, delgado hacia el centro, grueso en la periferia.

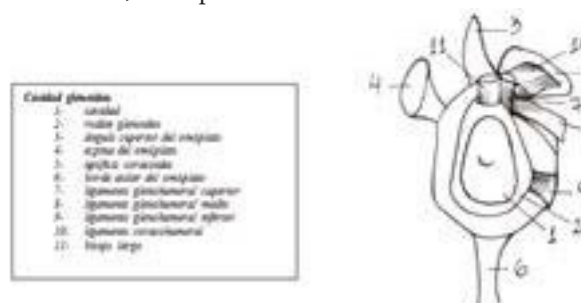
La concavidad de esta superficie es poco pronunciada y no se puede adaptar con exactitud a la cabeza humeral, por ello es necesario la presencia de un rodete glenoideo que profundice esta cavidad.

Rodete glenoideo: anillo fibrocartilaginoso, que se aplica en el contorno de la cavidad glenoidea.

Al corte es triangular. Se describen en él 3 caras:

- **Cara periférica:** prolonga hacia fuera el cuello del omóplato. Permite la inserción de la cápsula articular, bíceps y tríceps.
- **Cara externa o articular:** forma parte de la superficie glenoidea, es cóncava y lisa.
- **Cara interna o adherente:** se adhiere al contorno de la cavidad glenoidea; puede terminar en el centro de la cavidad por un borde libre.

La cabeza humeral, más grande que la cavidad glenoidea y su rodete, están parcialmente en contacto.



Medios de unión

1. **Cápsula:** mango fibroso laxo, que se fija en la escápula y en el húmero.

Inserción escapular: se realiza sobre toda la superficie periférica del rodete glenoideo; contornea hacia arriba el tendón del bíceps y hacia abajo se fusiona con el tendón del tríceps.

Inserción humeral: en el segmento superior se efectúa la inserción en el cuello anatómico, cerca de la superficie articular, hacia abajo se aleja del revestimiento cartilaginoso y se fija en el cuerpo del húmero en el periostio, las fibras profundas se refleja hacia arriba; hasta el borde del revestimiento cartilaginoso; formando bridas salientes recurrentes llamadas frenillos capsulares

2. **Ligamentos:** los ligamentos pueden ser dependientes de la cápsula articular o independientes de ella.

Los ligamentos que dependen de la cápsula articular son llamados glenohumerales y los independientes de la cápsula se denominan coracohumeral y coracoglenoideo.

A. Ligamentos glenohumerales: se dividen en superior, medio e inferior.

- **Ligamento glenohumeral superior:** se extiende desde la cara superior del rodete glenoideo y del cuello del omóplato hasta el cuello anatómico del húmero, por arriba del troquín.
- **Ligamento glenohumeral medio:** se inserta hacia adentro de la cavidad glenoidea y cuello del omóplato por delante del superior, desde allí se dirige hacia fuera para insertarse en el troquín.

- Ligamento glenohumeral inferior: se inserta en el rodete y cuello del omóplato desde la escotadura glenoidea hasta el polo inferior de la cavidad glenoidea y termina por debajo del troquín en el húmero.

B. **Ligamento coracohumeral:** es una lámina, extendida desde el borde externo de la apófisis coracoides, orientada hacia abajo y hacia fuera, se bifurca, para terminar en el troquín y troquíter; entre ambos fascículos pasa el tendón de la porción larga del bíceps.

C. **Ligamento coracoglenoideo:** nace de la cara posterior del borde externo de la apófisis coracoides y del codo formado por esta apófisis; se dirige hacia atrás y afuera para terminar en el rodete glenoideo y cápsula articular.

3. **Músculos y tendones periarticulares:** se extienden desde el omóplato al troquín y troquíter; intervienen como ligamentos activos. Estos son:

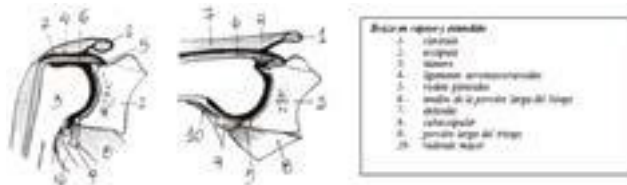
- arriba y atrás: supraespinoso, infraespinoso y redondo menor
- adelante: tendón del subescapular
- El tendón de la porción larga del bíceps transita por el interior de la cavidad articular.

Sinovial

Tapiza la cara interna de la cápsula articular hasta sus inserciones óseas; contribuye a formar la frénula capsulae. El tendón de la porción larga del bíceps se halla envuelto por sinovial en el interior de la cavidad. Existen bolsas serosas entre la cápsula y los tendones periarticulares.

Movimiento de circunducción: resulta de la combinación de los movimientos de flexión-extensión-abducción-aducción.

Movimiento de rotación: la rotación se produce alrededor de un eje vertical que pasa por la cabeza del húmero; el movimiento de rotación hacia adentro y hacia fuera se detiene por la cápsula o por la acción de los músculos que se oponen.



3. Articulación Acromioclavicular

En esta articulación se unen la extremidad externa de la clavícula con el acromión. La clavícula descansa sobre el omóplato.

Género: artrodia

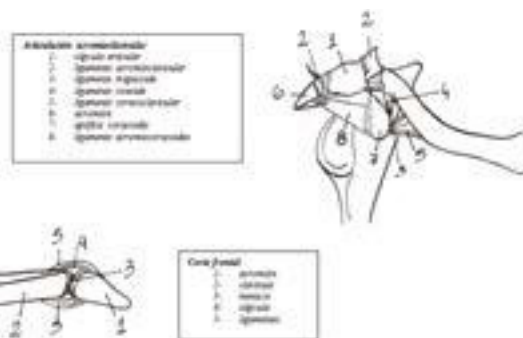
Superficies articulares

Superficie acromial: ubicada en la parte anterior del borde interno del acromión, tallado en bisel a expensas de la cara superior, orientada hacia arriba y adentro.

Superficie clavicular: situada en la extremidad externa del hueso, orientada hacia abajo y adentro.

Ambas superficies son planas y elípticas; alargadas hacia atrás y afuera, revestidas con fibrocartílago.

Puede existir un menisco interarticular; cuando este se halla ausente el fibrocartílago de recubrimiento es más grueso hacia arriba en la superficie articular clavicular y más grueso hacia abajo a nivel del acromión.



Función. Movimientos

Movimiento de flexión-extensión: estos movimientos se ejecutan alrededor de un eje transversal que pasa por la cabeza humeral. En la flexión el brazo se dirige hacia delante; limitada la acción por el ligamento coracohumeral y la capsula articular.

En la extensión el brazo se moviliza hacia atrás, este movimiento se detiene por la tensión del ligamento coracohumeral y la cápsula.

Movimiento de abducción-aducción: se realizan alrededor de un eje anteroposterior que atraviesa la cabeza humeral. La abducción permite separar el brazo del tronco, se detiene cuando el troquíter choca con la cavidad glenoidea.

En la aducción, el brazo se acerca al tronco, se limita con el choque del brazo con el tronco y la tensión del ligamento coracohumeral.

Medios de unión

- Cápsula articular
- Ligamento acromioclavicular
- Fibrocartílago interarticular

Cápsula articular: se inserta en ambos huesos muy cerca del revestimiento fibrocartilaginoso, formando un maniguito fibroso grueso.

Ligamento acromioclavicular: fuerte, extendido por encima de las superficies articulares. Se halla constituido por dos planos:

- plano profundo: engrosamiento de la cápsula
- plano superficial: constituido por fibras que se prolongan desde los tendones musculares vecinos.

Fibrocartilago interarticular: permite la adaptación perfecta de ambas superficies articulares. Es prismático triangular, ocupa la porción superior o inferior de la articulación. Se fija por su base en la cápsula articular, permanece libre en la cavidad por su otro extremo.

Excepcionalmente constituye un menisco completo que divide la cavidad en dos, una meniscoclavicular y otra meniscoacromial.

Sinovial

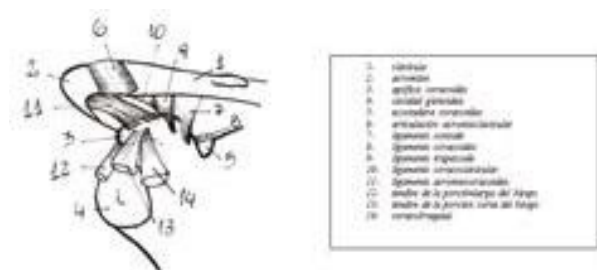
Tapiza la cara profunda de la cápsula y el periostio que bordea el fibrocartilago de recubrimiento.

Función

Ajusta los movimientos entre la clavícula y el omóplato, que ejecuta la articulación esternoclavicular.

No existen movimientos independientes del omóplato y la clavícula.

El omóplato ejecuta un movimiento de rotación o de báscula alrededor de un eje que pasa por la articulación acromioclavicular y coracoclavicular. En estos movimientos los ángulos externo y superior del omóplato se mueven en simultáneo pero en sentido inverso. Ej. Cuando el ángulo externo baja el superior sube. Cuando el ángulo externo baja, el inferior se acerca a la columna vertebral, y se aleja cuando el ángulo externo sube.



Unión de la clavícula con la apófisis coracoides

La unión entre la clavícula y la apófisis coracoides se establece por intermedio de 4 ligamentos:

- *Ligamento trapezoide*
- *Ligamento conoide*
- *Ligamento coracoclavicular interno*
- *Ligamento coracoclavicular externo*

Ligamento trapezoide: cuadrilátero. Se extiende desde la cara superior y borde interno del segmento horizontal de

la apófisis coracoides (mitad posterior), hasta la tuberosidad coracoidea, del extremo externo de la clavícula. Su dirección general es oblicua hacia arriba y afuera.

Ligamento conoide: triangular de vértice inferior. Se extiende desde la cara interna y superior del codo de la apófisis coracoides, hasta la tuberosidad coracoidea de la cara inferior de la clavícula.

El ligamento conoide, de orientación frontal, y el trapezoide, de orientación oblicua, limitan entre sí un ángulo abierto hacia delante y adentro.

Ligamento coracoclavicular interno: se origina en la cara interna de la apófisis coracoides, por delante del trapezoide, termina luego de un recorrido hacia arriba y adentro en el canal del subclavio en la cara inferior de la clavícula.

Ligamento coracoclavicular externo: nace de la apófisis coracoides por fuera del ligamento coracoclavicular interno, desde allí se orienta hacia arriba y adentro hasta la cara inferior de la clavícula.

Los ligamentos coracoclaviculares son engrosamientos de una lámina aponeurótica llamada clavipectoral y tabican el espacio anguloso comprendido entre el ligamento trapezoide y conoide.

4. Articulación interescapulotorácica de gillis

Esta articulación del tipo de las sinsarcosis (sarco= carne) permite la movilidad de la escápula sobre el tórax.

Esta dividida en dos partes por el músculo serrato mayor:

- *Interserrato-torácica:* entre la parrilla costal y el serrato mayor. Contiene tejido celular laxo que facilita el movimiento.
- *Interserrato-escapular:* porción situada entre los músculos serrato mayor y subescapular. Contiene tejido laxo.

Los movimientos de esta articulación son los siguientes:

1. **Basculación:** el omóplato bascula alrededor de un eje anteroposterior que pasa por su centro a nivel del tubérculo del trapecio. Gracias a este movimiento, la cavidad glenoidea se dirige hacia arriba y adelante, y el ángulo inferior del omóplato hacia fuera. Este movimiento ayuda a producir una mayor abducción del brazo.
2. **Elevación y descenso:** el omóplato se desliza sobre la pared torácica hacia abajo y hacia arriba. Este movimiento es facilitado por el tejido celular laxo que contiene la articulación
3. **Proyección hacia adelante (penetración) y hacia atrás (retracción):** se produce por deslizamiento hacia afuera y adentro respectivamente. Este movimiento se produce por ejemplo en el acto de remar.

5. Articulación de De Seze

Ligamentos propios del omóplato

1. *Ligamento acromiocracoides*
2. *Ligamento coracoides*
3. *Ligamento espinoglenoideo*

1. *Ligamento acromiocracordeo*

Es un ligamento fibroso, triangular, extendido entre el vértice del acromión y el borde externo de la apófisis coracoides.

Posee forma triangular, por su cara superior se relaciona con el músculo deltoides y por su cara inferior se relaciona con la articulación escapulo humeral y los músculos periarticulares, a través de una bolsa serosa, denominada bolsa subacromiocracordea o subdeltoidea.

El ligamento acromiocracordeo, el acromión y la apófisis coracoides forman una bóveda osteofibrosa acromiocracordea que junto con la bolsa serosa posibilitan:

- el deslizamiento de la cabeza humeral
- la protección de la cabeza humeral para que ella no se escape hacia afuera del eje horizontal del hombro.

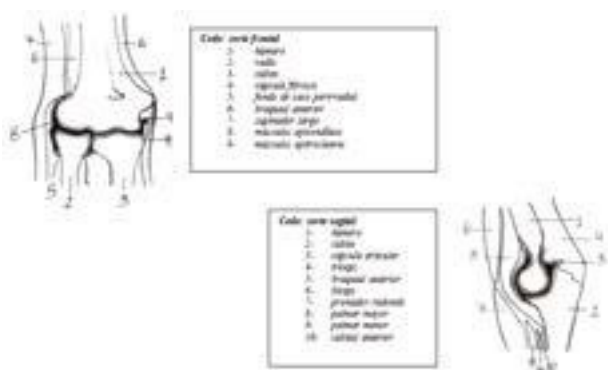
Estas estructuras constituyen una articulación del tipo de las sinfibrosis, la misma establece la unión de 2 huesos por intermedio de un ligamento.

2. *Ligamento coracordeo*

Bandeleta que se extiende desde un extremo al otro de la escotadura coracoides.

3. *Ligamento espinoglenoideo*

Fascículo fibroso, extendido entre el borde externo de la espina del omóplato al reborde posterior de la cavidad glenoidea.



2. Articulación del codo

La articulación del codo se compone de tres articulaciones:

1. Húmero-cubital (troclear)
2. Húmero-radial (enartrosis)
3. Radio-cubital superior (trocoide)

Fisiológicamente se distinguen dos articulaciones:

1. húmeroantebraquial
2. radiocubital superior

Anatómicamente no se pueden separar en tres a la articulación del codo, porque comparten la misma cápsula sinovial y el aparato ligamentoso.

Superficies articulares

A - Extremo inferior del húmero

Constituida por:

1. Tróclea humeral: representa la carilla interna articular. Más ancha hacia atrás. Presenta dos vertientes y una garganta que las separa. La garganta se orienta hacia abajo y adentro.
2. Cóndilo: esferoide, de eje mayor vertical.
3. Canal cóndilo troclear: su vertiente interna está formada por el reborde externo de la tróclea, la vertiente externa la forma la parte interna del cóndilo.

B - Extremidad superior del cúbito

Presenta:

1. la cavidad sigmoidea mayor
2. la cavidad sigmoidea menor

Cavidad sigmoidea mayor

Posee forma de gancho. Se adapta a la tróclea humeral.

Es posible dividirla en dos carillas articulares, una anterior, horizontal, que se desarrolla en la cara superior de la apófisis coronoides; y otra posterior, vertical, formada por la cara anterior del olécranon.

Cada una de estas carillas presenta dos vertientes separadas por una cresta, extendida desde el pico del olécranon hasta el vértice de la apófisis coronoides; dicha cresta coincide con la garganta troclear.

La vertiente interna es más ancha que la externa; la externa se subdivide en dos carillas secundarias interna y externa.

Cavidad sigmoidea menor

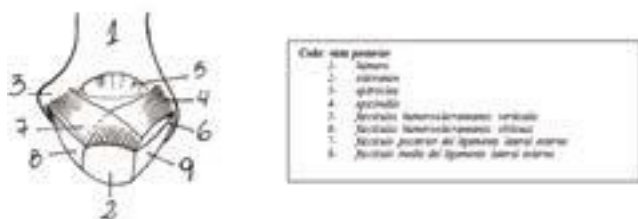
Se ubica en la cara externa de la apófisis coronoides; es cóncava hacia fuera, representa un segmento de cilindro hueco. Se articula con el contorno de la cabeza radial.

C - Extremo superior del radio

Aquí se distinguen 2 superficies articulares, continuas entre si:

1. Cúpula radial: cóncava, se articula con el cóndilo del húmero; limitado por un borde redondeado y liso, este borde en su segmento interno se halla tallado en bisel, el mismo coincide con el canal cóndilotroclear.
2. Contorno de la cabeza radial: superficie cilíndrica, mas alta por dentro; convexa o plana verticalmente. La superficie anular de la cabeza radial se adapta a un anillo fibroso constituido por la cavidad sigmoidea menor del cúbito y el ligamento anular.
3. Ligamento anular: bandeleta fibrosa, extendida de una extremidad a la otra de la cavidad sigmoidea menor, rodeando el contorno de la cabeza radial. Posee una altura de 1 cm.





Medios de unión

1. **Capsula articular:** extendida desde el húmero al radio y cúbito.

Inserción humeral: se inserta hacia delante a 1 cm de las superficies articulares, lateralmente bordea el cóndilo por fuera y sigue la línea que separa la tróclea de la epitroclea hacia adentro.

Hacia atrás la inserción sigue una línea irregular. Desde el borde posterior del cóndilo asciende hasta el canal cóndilotroclear, luego se orienta hacia arriba y adentro, cruza la parte media de la fosa olecraneana, luego la inserción desciende hasta la depresión angulosa que separa la tróclea de la epitroclea.

Inserción antebraquial: se inserta en el cúbito, siguiendo el contorno de las cavidades sigmoideas, con excepción de las caras externa y posterior del olécranon donde se aleja 4mm aproximadamente de las carillas articulares, y en la cara inferior de la apófisis coracoides. En el cuello del radio se inserta a 5mm por debajo de la cabeza radial.

2. **Ligamentos:**

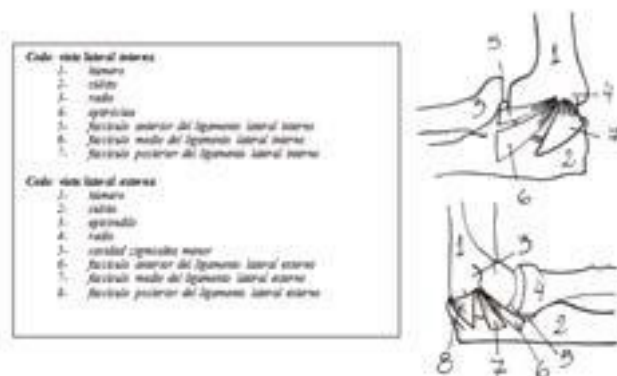
1. **Ligamento anterior:** arriba, su inserción se confunde con la de la cápsula, desde la epitroclea hasta el epicóndilo. Los fascículos descienden hasta el borde externo de la apófisis coronoides. Entre los haces de este ligamento, hay uno mas sobresaliente q se denomina "ligamento oblicuo anterior".

2. **Ligamento posterior:** este ligamento, se halla poco desarrollada, está constituida por dos tipos de fibras:

- Húmeroolecraneanas oblicuas: extendidas desde los bordes de la fosa olecraneana del húmero al vértice del olécranon.
- Húmero- humerales: extendidas desde un borde al otro de la fosa olecraneana.

3. **Ligamento lateral interno:** se irradia desde la epitroclea al borde interno de la cavidad sigmoidea mayor. Sus fibras pueden dividirse en anterior, medio y posterior:

- Fascículo anterior: se extiende desde la epitroclea a la parte anterointerna de la apófisis coronoides.
- Fascículo medio: se extiende desde el vértice de la epitroclea al tubérculo anterointerno de la apófisis coronoides.
- Fascículo posterior: se extiende desde la parte posteroinferior de la epitroclea hasta la cara interna del olécranon.



4. **Ligamento lateral externo:** está constituido por tres fascículos que divergen desde el epicóndilo a la cavidad sigmoidea mayor y menor:

- Fascículo anterior: se extienden desde el epicóndilo a la extremidad anterior de la cavidad sigmoidea menor.
- Fascículo medio: se extiende desde el epicóndilo al borde posterior de la cavidad sigmoidea menor.
- Fascículo posterior: se extiende desde el epicóndilo al borde externo de la cavidad sigmoidea mayor.

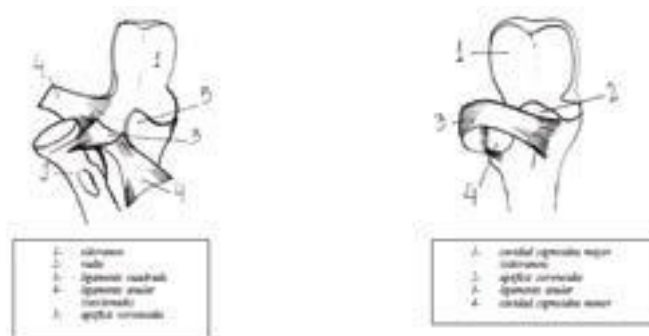
5. **Ligamento inferior, Radio-cubital o Ligamento cuadrado de Denucé:** Engrosamiento capsular. Es cuadrilátero y se extiende desde el borde inferior de la cavidad sigmoidea menor hasta la parte interna del cuello del radio.

Sinovial

Tapiza la cara profunda de la cápsula articular y se refleja sobre las superficies óseas.

Se forman fondos de saco:

1. Fondo de saco anterior: corresponde a las fosas supratroclear y supracondilea.
2. Fondo de saco posterior: corresponde al extremo inferior de la fosa olecraneana.
3. Fondo de saco inferior o radiocubital o anular.



Mecanismo de acción

Movimiento de flexión-extensión: los movimientos de flexión-extensión del antebrazo sobre el brazo se llevan a cabo alrededor de un eje transversal que pasa por la extremidad inferior del húmero.

La flexión se limita por el contacto del antebrazo con el brazo y posee una amplitud de 140°.

La extensión se limita por la tensión de los ligamentos laterales internos y externos (específicamente sus fascículos anteriores) y el ligamento anterior.

Movimiento de supinación-pronación: estos movimientos se ejecutan en conjunto con la articulación radiocubital inferior. Participan la articulación radiohumeral y radiocubital superior. El eje sobre el cual gira el radio, para lograr los movimientos de rotación, es vertical y pasa por la cúpula radial.

Movimientos de lateralidad: limitados.

3. Articulación radiocubital inferior

Une la cabeza del cúbito con la cavidad sigmoidea del radio. Es una articulación del género de las trocoides.

Superficies articulares

1. **Cabeza del cúbito:** posee dos carillas articulares, una externa y otra inferior, ambas se hallan separadas por una cresta, también articular.
 - a - Carilla externa: vertical, cilíndrica, convexa. Se articula con la cavidad sigmoidea del radio.
 - b - Carilla inferior: convexa, se articula con el ligamento triangular.
2. **Cavidad sigmoidea del radio:** ubicada en la cara interna del radio. El eje mayor es vertical, tiene la forma de un cilindro hueco, cóncavo hacia adentro.
3. **Ligamento triangular:** lámina triangular, fibrocartilaginosa, situada entre el carpo y el cúbito. Se fija por su vértice en la escotadura que separa la apófisis estiloides de la cabeza del cúbito, y por su base en el borde inferior de la cavidad sigmoidea del radio. Las dos caras del ligamento son cóncavas, articulares y revestidos de fibrocartilago.

Medios de unión

1. **Ligamento triangular:** constituye el medio de unión más fuerte de ésta articulación, además de constituir parte de la cavidad articular.
2. **Cápsula:** se extiende sobre el contorno de las superficies articulares y el ligamento triangular, es laxa y delgada. Se halla reforzada por ligamentos anteriores y posteriores extendidos desde el radio al cúbito en forma oblicua y transversal.

Sinovial

Tapiza la cara profunda de la cápsula articular.



Función. Mecanismo de acción

Movimiento de pronación-supinación: la pronación es el movimiento de rotación, por el cual, la palma de la mano se orienta hacia atrás y el pulgar hacia adentro.

Supinación: movimiento por el cual el pulgar se oriente hacia fuera y la palma de la mano hacia delante.

Ambos movimientos se limitan por la tensión del ligamento cuadrado de Denucé.

Durante estos movimientos la cabeza del radio se desliza bajo el cóndilo humeral girando dentro del anillo osteofibroso formado por el cúbito (cavidad sigmoidea menor) y el ligamento anular, mientras que su extremidad inferior gira circularmente alrededor de la cabeza del cúbito.

Los movimientos del radio se producen simultáneamente en: la articulación radiohumeral y en la articulación radiocubital superior e inferior.

Ligamento interóseo

Membrana fibrosa extendida desde el borde interno o interóseo del radio al borde interóseo o externo del cúbito.

Esta perforado por orificios, que permiten el paso de vasos. En la cara posterior existe un engrosamiento fibroso denominado ligamento oblicuo interóseo radiocubital, orientado hacia abajo y afuera desde el cúbito al radio; dependen de los fascículos más profundos del músculo abductor largo del pulgar.

Ligamento de Weitbrecht, es una cinta fibrosa extendida desde la parte inferoexterna de la apófisis coronoides hasta el radio, por debajo de la tuberosidad bicipital.

4. Articulación de la muñeca o radiocarpiana

Une el antebrazo con la mano.

Solamente el radio se articula con el carpo, el cúbito se halla separado de él por el ligamento triangular.

Es una articulación del tipo de las diartrosis, género condílea.



Superficies articulares

1. **Cavidad glenoidea antebraquial:** los dos tercios externos están formados por el extremo inferior del radio, y el tercio interno por el ligamento triangular. Es elíptica, cóncava, su eje mayor es transversal, mira hacia abajo y hacia adentro.

La superficie radial es triangular de vértice externo, que coincide con la apófisis estiloides.

Se halla dividida en dos por una cresta anteroposterior, una externa, triangular, que se articula con el escafoides, y una interna cuadrilátera, que se articula con el semilunar.

Toda la superficie de la cavidad glenoidea se halla cubierta con cartilago.

2. **Cóndilo carpiano:** constituido por las caras superiores, articulares, del escafoides, semilunar y piramidal; unidos por los ligamentos interóseos.

El escafoides se articula con la carilla externa del radio, el semilunar se articula con la carilla interna del radio y la vecindad del ligamento triangular; y el piramidal se articula con el ligamento triangular.

Medios de unión

1. Cápsula: se inserta en el contorno de las superficies articulares, y en el borde anterior y posterior del ligamento triangular.
2. Ligamentos: existen cuatro ligamentos.
 - Ligamento anterior: extendido por delante de la articulación. Posee dos fascículos, uno externo o radiocarpiano y otro interno o cubitocarpiano.
 - a - Fascículo radiocarpiano: se inserta hacia arriba en el borde anterior de la carilla articular del radio y de su apófisis estiloides; desde aquí se proyecta hacia abajo y adentro para terminar en la cara anterior o palmar del semilunar, piramidal y hueso grande.
 - b - Fascículo cubitocarpiano: se inserta hacia arriba en la cabeza del cúbito, en la rugosidad que la separa de la apófisis estiloides, desde allí se dirige hacia fuera y abajo, para terminar en la cara palmar del semilunar, piramidal y hueso grande. Existe un plano fibroso precapsular, constituido por la vaina de los tendones flexores.
 - Ligamento posterior: se extiende desde el borde posterior de la carilla articular del radio, descendiendo hacia adentro y termina en el semilunar, piramidal y hueso grande. Se fija además a la vaina de los tendones extensores.
 - Ligamento interno: se extiende desde el vértice de la apófisis estiloides del cúbito al pisiforme y cara dorsal del piramidal.
 - Ligamento lateral externo: se inserta en el vértice de la apófisis estiloides del radio, se dirige verticalmente hasta la cara anteroexterna del escafoides, en el tubérculo del escafoides.

Sinovial

Tapiza la cara profunda de la cápsula. La cavidad articular se comunica con la articulación pisipiramidal y radiocubital inferior.



Movimientos

En esta articulación se ejecutan los movimientos de la mano sobre el antebrazo, en conjunto con la articulación mediocarpiana.

Estos movimientos son:

- flexión-extensión
- lateralidad
- circunducción
- rotación (muy limitados)

Articulaciones del carpo

1. *Articulación de la primera fila del carpo.*
2. *Articulaciones de la segunda fila del carpo.*
3. *Articulación mediocarpiana*

1. Articulación de la primera fila del carpo:

El escafoides, semilunar y piramidal se hallan unidos por dos artrodiadas. Forman el cóndilo carpiano.

Las superficies articulares: planas, verticales, cubiertas de cartilago.

Ligamentos:

- Ligamentos interóseos: dispuestos entre los huesos, ubicados en el segmento superior de cada articulación, su cara superior forma parte de la superficie articular del cóndilo carpiano.
- Ligamentos palmares: se extienden transversalmente desde un hueso a otro por la cara palmar.
- Ligamentos dorsales: se extienden transversalmente desde un hueso a otro por la cara dorsal.

Sinovial

Existen dos sinoviales que se comunican con la articulación mediocarpiana.

Articulación pisipiramidal

El piramidal se articula con el pisiforme por una articulación del género condílea.

El pisiforme expone una carilla articular cóncava, articulándose con la carilla convexa del hueso piramidal.

Cápsula articular: laxa.

Ligamentos:

- Ligamento superior: desde el pisiforme a la apófisis estiloides.
- Ligamento inferointerno: desde el pisiforme al quinto metacarpiano.
- Ligamento inferoexterno: desde el pisiforme a la apófisis unciforme del hueso grande.

Sinovial

Laxa, se continúa con la articulación radiocarpiana.

2. Articulación de la segunda fila del carpo:

Los huesos de la segunda fila del carpo, trapecio, trapezoide, hueso grande y hueso ganchoso están articulados entre sí por articulaciones del género de las artrodiadas.

Superficies articulares: planas.

Medios de unión

1. Cápsula articular
2. Ligamentos:
 - Ligamentos interóseos.
 - Ligamentos dorsales.
 - Ligamentos palmares.

Sinovial

Se continúa cada una de las tres sinoviales con la de la articulación mediocarpiana.

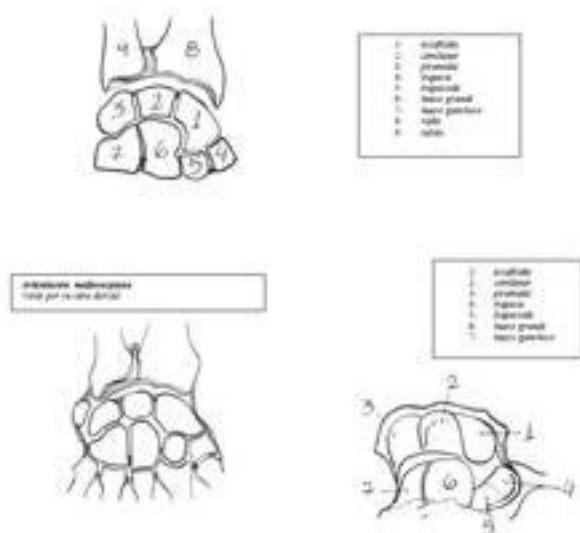
3. Articulación mediocarpiana

La articulación une la primera fila del carpo con la segunda fila del carpo.

Es una diartrosis del género condílea (doble condílea)

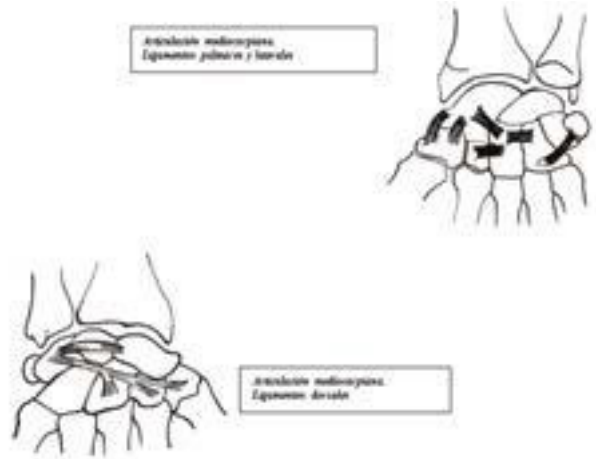
- Superficies articulares: es posible describir dos segmentos en esta articulación, uno externo y otro interno.
- Segmento externo: es una articulación condílea, que articula la superficie convexa, inferior del escafoides con las superficies superiores cóncavas del trapecio y del trapezoide.
- Segmento interno: es una articulación condílea que articula la cavidad glenoidea, cóncava, formada por la cara interna del escafoides y las caras inferiores cóncavas del semilunar y del piramidal, con el cóndilo formado por la cabeza del hueso grande y la cara superior del hueso ganchoso.

La interlínea articular adopta la forma de una S itálica.

**Medios de unión:**

1. Cápsula articular: laxa, delgada, extendido desde un borde al otro de las carillas articulares.
2. Ligamentos:
 - Ligamento palmar: se extiende desde la cara anterior del hueso grande al escafoides, piramidal, trapezoide y hueso ganchoso. Existe un fascículo extendido desde el escafoides al trapecio. Se encuentra cubierto por la vaina de los flexores.

- Ligamento dorsal (piramediotrapezotrapezoide): extendido desde la cara dorsal del piramidal a la cara dorsal del trapecio y trapezoide.
- Ligamento lateral interno: se extiende desde el piramidal a la apófisis unciforme del hueso ganchoso.
- Ligamento lateral externo: se extiende desde la cara externa del tubérculo del escafoides a la cara externa del trapecio.

**Sinovial**

Recubre la cara profunda de la cápsula. Todas las articulaciones carpianas comparten la sinovial con excepción de la pisipiramidal.

Movimientos

Los movimientos de la mano se producen a la vez en la articulación mediocarpiana y radiocarpiana.

Movimientos que se ejecutan:

- Flexión: la palma de la mano se aproxima a la cara anterior del antebrazo.
- Extensión: acerca la cara dorsal de la mano a la cara dorsal del antebrazo.
- Aducción: inclinación de la mano hacia la arista cubital.
- Abducción: inclinación de la mano hacia el lado radial.
- Circunducción: combinación de los movimientos anteriores.
- Rotación: limitados.

Articulación carpometacarpiana

Une la segunda fila del carpo con los metacarpianos.

Se describen dos articulaciones distintas:

- La articulación del trapecio con el primer metacarpiano.
- Articulaciones carpometacarpianas de los cuatro últimos metacarpianos.

Articulación del trapecio con el primer metacarpiano

Es una articulación por encaje recíproco.

Superficies articulares

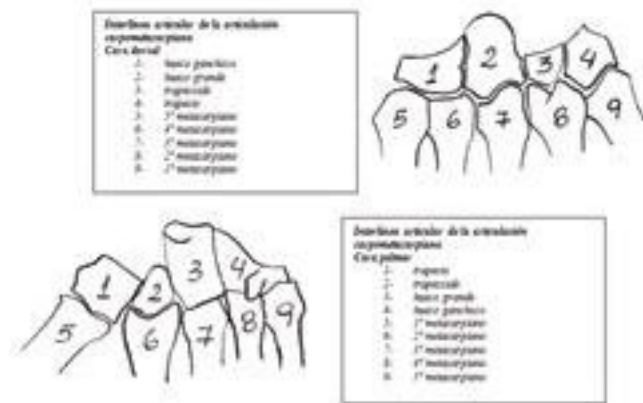
- Carilla inferior del trapecio: convexa en sentido anteroposterior y cóncava transversalmente.
- Primer metacarpiano: cóncava de adelante hacia atrás y convexa transversalmente.
- Medios de unión:
- Cápsula articular: se inserta en el contorno de la superficies articulares.
- Ligamentos: numerosos fascículos. El más importante es el ligamento posterointerno.

Sinovial

Amplia, laxa.

Movimientos

- Flexión.
- Extensión.
- Abducción.
- Aducción.
- Circunducción.

**Articulación carpometacarpiana de los cuatro últimos metacarpianos**

Los huesos del carpo se articulan con los cuatro últimos metacarpianos, por intermedio de una serie de artrodis que forman en conjunto una articulación por encaje recíproco.

Superficies articulares

- El segundo metacarpiano se articula con el trapecio, trapezoide y hueso grande. La interlínea articular dibuja una M.
- El tercer y parte del cuarto metacarpiano se articulan con el hueso grande.
- La porción restante del cuarto metacarpiano y el quinto metacarpiano, se articulan con la cara inferior del hueso ganchoso.

Medios de unión

- Cápsula articular.
- Ligamentos:
 - Ligamentos palmares: 7 a 8 ligamentos. Se extienden desde la cara palmar del trapecio al segundo

y tercer metacarpiano. Desde el trapezoide al tercer metacarpiano. Desde la cara palmar del hueso grande al segundo, tercer y cuarto metacarpiano. Desde el hueso ganchoso al tercer y cuarto metacarpiano.

- Ligamentos dorsales: van desde el trapecio y trapezoide al segundo metacarpiano. Desde el hueso grande al tercer metacarpiano. Desde el hueso ganchoso al cuarto metacarpiano.
- Ligamentos interóseos: son dos. Extendidos entre el hueso grande y el hueso ganchoso hasta el tercer y cuarto metacarpiano.

**Sinovial**

Tapiza la cara profunda de la cápsula.

Movimientos

- Flexión.
- Extensión.
- Inclinación lateral.

Articulaciones intermetacarpianas

Se trata de articulaciones del género de las artrodis que unen los cuatro últimos metacarpianos.

Superficies articulares: situadas en las caras laterales de la base de los metacarpianos.

Medios de unión

- Cápsula articular.
- Ligamentos transversos: que de acuerdo a su ubicación se dividen en dorsal, palmar e interóseo.

Articulaciones metacarpofalángicas de los últimos dedos

Estas articulaciones son diartrosis del género enartrosis.

Superficies articulares

- Cabeza del metacarpiano: segmento de esferoide, más amplio en sentido anteroposterior; a ambos lados se encuentra una depresión rugosa y un tubérculo lateral que sobresale en la cara palmar.
- Cavidad glenoidea de la extremidad superior de la primera falange: cóncava, elíptica, de eje transversal.
- Fibrocartílago glenoideo: ambas superficies articulares están recubiertas por cartílago. Existe un cartílago anexo a la cavidad glenoidea, que prolonga hacia adelante la carilla articular. Este fibrocartílago posee una cara anterior no articular, que presenta un canal

vertical por donde se desliza el tendón del músculo flexor correspondiente. La cara posterior de este fibrocartilago es cóncava y articular.

Medios de unión

1. Cápsula articular
2. Ligamentos:
 - Ligamentos laterales: situados a ambos lados de la articulación desde el tubérculo de la cabeza del metacarpiano al tubérculo externo de la primera falange.
 - Ligamento transversal intermetacarpiano palmar: extendido desde el segundo al quinto metacarpiano cruzando la cara palmar de las articulaciones metacarpofalángicas.

Sinovial

Tapiza la cara profunda de la cápsula, y parte de los cartílagos articulares.

Articulaciones metacarpofalángica del pulgar

Presenta la misma disposición que la precedente. Posee características propias como:

1. Superficie articular del primer metacarpiano: ancho por delante, comprende dos partes:
 - Posterior: falángica, para la cavidad glenoidea de la falange.
 - Anterior: sesamoidea, corresponde al cartílago glenoideo y a los huesos sesamoideos.
2. Fibrocartilago glenoideo: contiene en su espesor los sesamoideos interno y externo.
3. Presenta ligamentos metacarposesamoideos.

Movimientos

- Flexión.
- Extensión.
- Circunducción.
- Lateralidad.



Articulaciones metacarpofalángica e interfalángica

En cada dígito existen dos articulaciones interfalángicas con excepción del pulgar que posee una.

Superficies articulares

- Extremidad inferior de la falange que está por encima: tiene forma de polea. La garganta de la polea está orientada hacia atrás. Las dos vertientes laterales son esfe-

roides, en forma de cóndilo. Es más ancha por delante.

- Extremidad superior de la falange que está por debajo: presenta una cresta roma en relación con la garganta de la polea y a cada lado una cavidad glenoidea que se opone al cóndilo de la tróclea.
- Fibrocartilago glenoideo: en la cavidad glenoidea existe un fibrocartilago que la agranda en sentido anteroposterior.

Medios de unión

- Cápsula
- Ligamentos laterales

Movimientos

- Flexión.
- Extensión.
- Lateralidad limitada.

Músculos de miembro superior

Músculos de hombro

Los músculos del hombro se dividen en cuatro grupos:

- **Grupo muscular anterior.**
- **Grupo muscular posterior.**
- **Grupo muscular interno.**
- **Grupo muscular externo.**

GRUPO	PLANO	MÚSCULO
ANTERIOR	PROFUNDO	• Subclavio • Pectoral menor
	SUPERFICIAL	• Pectoral mayor
INTERNO		• Serrato mayor
POSTERIOR		• Subescapular • Supraespinoso • Infraespinoso • Redondo menor • Redondo mayor • Dorsal ancho
EXTERNO		• Deltoides

Grupo muscular anterior

Plano profundo

Subclavio

Fusiforme, alargado.

- Inserción proximal: cara superior de la primera costilla y primer cartílago costal, se dirige oblicuamente hacia arriba y afuera.
- Inserción distal: canal subclavio de la cara inferior de la clavícula.

- Acción: baja la clavícula y el hombro, cuando toma su punto fijo en la clavícula, levanta la primera costilla y actúa como músculo inspirador.

Pectoral menor

- Delgado, aplanado y triangular.
- Inserción proximal: borde superior y cara externa de la tercera, cuarta y quinta costilla, cerca del cartílago costal. Se dirige hacia arriba, afuera y atrás.
- Inserción distal: borde interno de la apófisis coracoides y cara superior de la misma.
- Acción: si toma punto fijo en las costillas, baja el muñón del hombro. Si toma punto fijo en el omóplato eleva la costilla y se convierte en músculo inspirador.

Plano superficial

Pectoral mayor

Ancho, aplanado y triangular.

- Inserción proximal: borde anterior de la clavícula, (en el tercio interno), en el esternón en la mitad de su cara anterior, en los cinco y seis primeros cartílagos costales, la cuarta y quinta digitación se extiende hasta la costilla y en la parte anterior de la vaina de los rectos. Los fascículos convergen hacia fuera.
- Inserción distal: labio anterior de la corredera bicipital por dos láminas, una anterior y otra posterior.
- Acción:
 - Aductor.
 - Rotador del brazo hacia adentro.
 - Cuando toma punto fijo en el húmero eleva el tórax, es por lo tanto inspirador.



Grupo muscular interno

Constituido por un único músculo, el serrato mayor.

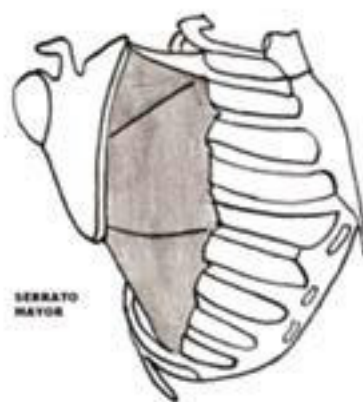
Serrato mayor

Ancho, aplanado delgado y cuadrilátero. Aplicado a la pared torácica.

- Inserción proximal: diez primeras costillas, por fuera y detrás de las inserciones de los pectorales. Se pueden reconocer tres partes:
 1. Se inserta en la cara externa de la primera y segunda costilla y en un arco aponeurótico intermedio. Se dirige hacia atrás y arriba y termina en una carilla triangular, larga y estrecha que ocupa el ángulo superoin-

terno de la cara anterior del omóplato.

2. Se inserta en la cara externa de la segunda, tercera y cuarta costillas, en casi toda la extensión del labio anterior del borde espinal del omóplato.
 3. se inserta en la cara externa de la quinta, sexta, séptima, octava, novena y décima costilla desde allí las fibras convergen hacia en ángulo inferior del omóplato, en su cara anterior.
- Acción: mantiene al omóplato aplicado sobre el tórax. Cuando toma punto fijo en la pared torácica dirige el omóplato hacia delante y afuera, imprimiéndole un movimiento de rotación que lleva hacia arriba el ángulo externo y todo el muñón del hombro. Cuando toma punto fijo en el omóplato eleva las costillas y se convierte en un músculo inspirador.



Grupo muscular posterior

El grupo muscular posterior posee seis músculos que constituyen la pared posterior de la axila. Se dividen en anteriores y posteriores según se ubiquen por delante y por detrás de la articulación escapulohumeral.

Anterior:

- Subescapular.

Posteriores:

- Supraespinoso
- Infraespinoso
- Redondo menor
- Redondo mayor
- Dorsal ancho

Subescapular

Es el único que pasa por delante de la articulación.

Es triangular. Situado por delante del omóplato y de la articulación del hombro.

- Inserción proximal: cara anterior del omóplato (fosa subescapular).
- Inserción distal: fosa superointerna del troquín.
- Acción: rotación del brazo hacia adentro.

Supraespinoso

Tiene forma de pirámide triangular.

- Inserción proximal: fosa supraespinosa, se dirige hacia fuera pasa por encima de la articulación del hombro.
- Inserción distal: fasetta superior del troquíter.
- Acción: eleva al brazo dirigiéndose hacia fuera. Es abductor.

Infraespinoso

Tiene forma triangular, aplanado, situado por detrás de la articulación del hombro.

- Inserción proximal: en la fosa infraespinosa, por dentro de la cresta que rodea la inserción del redondo mayor y del menor; de la aponeurosis infraespinosa; del tabique fibroso que lo separa de los redondos mayor y menor; y de la lámina tendinosa de inserción de los haces posteriores del deltoides en la espina de la escápula. De estas inserciones las fibras convergen hacia fuera.
- Inserción distal: carilla media del troquíter.
- Acción: rotador hacia fuera y abductor del brazo.

Redondo menor

Tiene forma aplanada y alargada.

- Inserción proximal: parte externa de la fosa infraespinosa a lo largo del borde axilar del omóplato. Se dirige hacia fuera y arriba, siguiendo el borde inferior del infraespinoso.
- Inserción distal: carilla inferior del troquíter.
- Acción: rotador hacia fuera y abductor del brazo.

Redondo mayor

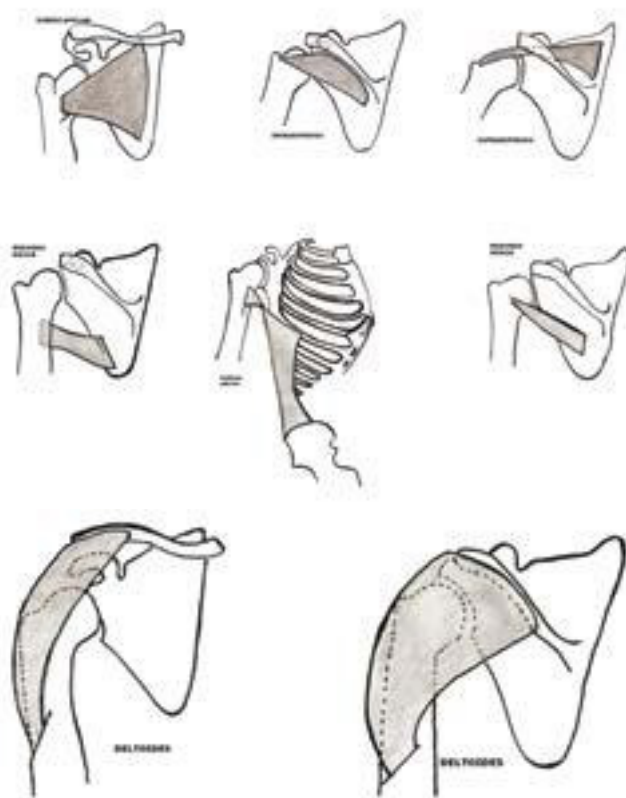
Es un músculo alargado y grueso, situado por debajo del redondo menor.

- Inserción proximal: en la parte inferoexterna de la fosa infraespinosa, por fuera del Infraespinoso y debajo del redondo menor; en los tabiques fibrosos que lo separa de los mismos. Se dirige hacia arriba, afuera y adelante y se sitúa por debajo del subescapular.
- Inserción distal: labio interno de la corredera bicipital.
- Acción: rotador hacia adentro y aductor del brazo. Cuando toma su punto fijo en el húmero eleva el ángulo inferior del omóplato y el muñón del hombro.

Dorsal ancho

Es un músculo ancho, aplanado y delgado.

- Inserción proximal: apófisis espinosas y ligamentos supraespinosos de las seis últimas vértebras dorsales y las cinco lumbares, en la cresta sacra, tercio posterior de la cresta ilíaca, aponeurosis lumbosacra y cara externa de las cuatro últimas costillas. Desde estas inserciones pasan por delante del ángulo inferior del omóplato.
- Inserción distal: fondo de la corredera bicipital.
- Acción: mueve el brazo hacia atrás y le imprime al mismo tiempo un movimiento de rotación hacia adentro. Cuando toma su punto fijo en el húmero eleva el tronco, es un músculo inspirador.



Grupo muscular externo

Constituido por un único músculo el deltoides.

Deltoides

- Es un músculo voluminoso, con forma de semicono hueco, que forma el muñón del hombro.
- Inserción proximal: tercio externo del borde anterior de la clavícula, el vértice y el borde externo del acromion y en la vertiente inferior del borde posterior de la espina.
- Inserción distal: termina en el húmero en la V deltoidea de la cara externa, las fibras claviculares terminan en la rama anterior, las acromiales en el vértice y las espinales en la rama posterior.
- Acción: es abductor del brazo, cuando se contraen las fibras posteriores llevan el brazo hacia afuera y atrás y las anteriores dirigen el brazo hacia adelante y adentro.

Músculos del brazo

Los músculos del brazo se dividen en dos grupos, anterior y posterior. el plano que divide en dos grupos a los músculos del brazo se halla constituido por el húmero y los tabiques intermusculares interno y externo

Los músculos del grupo muscular anterior son flexores y los del grupo muscular posterior son extensores.

GRUPO	PLANO	MÚSCULO
ANTERIOR	PROFUNDO	- Coracobraquial - Braquial anterior
	SUPERFICIAL	- Bíceps braquial - Tríceps braquial
POSTERIOR		

Grupo muscular anterior

El grupo muscular anterior del brazo posee dos planos, uno profundo y otro superficial.

Plano profundo

Coracobraquial

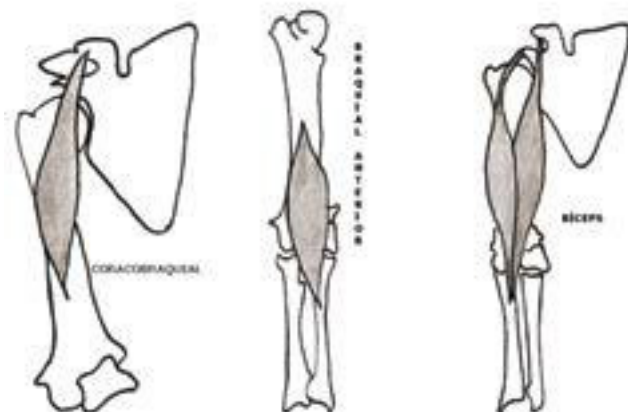
Es un músculo alargado y aplanado, situado en la parte superoexterna del brazo.

- Inserción proximal: vértice de la apófisis coracoides por un tendón conjunto con la porción corta del bíceps. El músculo se dirige hacia abajo y afuera.
- Inserción distal: cara interna del húmero por arriba de su parte media.
- Acción: dirige el brazo hacia adelante y adentro.

Braquial anterior

Es un músculo ancho y aplanado, se extiende por debajo del coracobraquial hasta la extremidad superior del cubito.

- Inserción proximal: borde anterior, cara interna y externa del húmero y en la cara anterior de los tabiques intermusculares interno y externo.
- Inserción distal: parte inferointerna de la cara inferior de la apófisis coracoides.
- Acción: es un músculo flexor del antebrazo sobre el brazo.



Plano superficial

Bíceps braquial

Es un músculo alargado y fusiforme. Se encuentra dividido en dos porciones: una larga y otra corta.

Se extiende desde el omóplato a la extremidad superior del radio.

- Inserción proximal: La porción corta se inserta en el lado externo del vértice de la apófisis coracoides por un tendón unido al coracobraquial. La porción larga nace de la parte más alta del rodete glenoideo y del reborde de la cavidad glenoidea del omóplato.
- Las dos porciones del bíceps se reúnen hacia la parte media del brazo en un cuerpo muscular único que desciende hacia el codo por delante del braquial anterior.
- Inserción distal: El bíceps termina a nivel del pliegue del codo, por un fuerte tendón en la tuberosidad bicipital del radio y emite una expansión aponeurótica que se confunde con la aponeurosis de los músculos epitrocleares.
- Acción: es flexor del antebrazo sobre el brazo. Cuando el antebrazo está en pronación lo pone primero en supinación y luego lo flexiona.

Grupo muscular posterior

Tríceps braquial

Es el principal extensor del codo. Se extiende desde el omóplato y el húmero al olécranon.

Se encuentra dividido en tres porciones:

1. Porción larga del tríceps: nace de la tuberosidad subglenoidea del omóplato, de la extremidad superior del borde axilar del omóplato y en el reborde del rodete glenoideo. El cuerpo muscular desciende contorneándose sobre sí mismo.
2. Vasto interno: nace de la cara posterior del húmero por debajo del canal radial y por dentro del tabique intermuscular interno y externo.
3. Vasto externo: nace de la cara posterior del húmero por arriba y afuera del canal radial.

Las tres porciones del tríceps se insertan en la cara superior del olécranon a través de un tendón común, con excepción de las fibras inferiores del vasto interno que terminan en los bordes laterales del olécranon.

Acción: extiende el antebrazo sobre el brazo. Estabiliza la articulación escapulohumeral.



Músculos del antebrazo

Los músculos del antebrazo se dividen en tres grupos:

- grupo muscular anterior
- grupo muscular externo
- grupo muscular posterior

GRUPO	PLANO	MÚSCULO
ANTERIOR	Plano profundo o del pronador cuadrado	• Pronador cuadrado
	Plano de los flexores profundos	• Flexor común profundo de los dedos • Flexor propio largo del pulgar
	Plano del flexor común superficial	• Flexor común superficial de los dedos
	Plano de los músculos epitrocleares	• Pronador redondo • Palmar mayor • Palmar menor • Cubital anterior
EXTERNO		• Supinador corto • Radial corto o 2° radial • Radial largo o 1° radial • Supinador largo
POSTERIOR	Profundo	• Abductor largo del pulgar • Extensor corto del pulgar • Extensor largo del pulgar • Extensor propio del índice
	Superficial	• Extensor común de los dedos • Extensor propio del meñique • Cubital posterior • Ancóneo

Grupo muscular anterior

Se compone de ocho músculos que se disponen en cuatro planos:

Plano profundo o del pronador cuadrado

Pronador cuadrado

Es un músculo cuadrilátero.

- Inserción proximal: parte inferior del borde interno y cara anterior del cúbito, se dirige transversalmente hacia fuera.
- Inserción distal: termina en la cara anterior y borde externo del radio.
- Acción: pone al antebrazo y la mano en pronación.

Plano de los músculos flexores de los dedos

Flexor común profundo de los dedos o flexor propio largo del pulgar

Es un músculo voluminoso y aplanado.

- Inserción proximal: porción superior de la cara interna y anterior del cúbito, en la cara interna de la apófisis coronoides, en la cara anterior del ligamento interóseo y en el borde interno del radio por debajo de la tuberosidad bicipital.
- Inserción distal: el cuerpo muscular se divide hacia abajo en tendones que pasan por delante del pronador cuadrado, cuando llegan a la palma de la mano se separan para terminar en los cuatro últimos dedos; cada tendón perforante pasa por un anillo formado por el desdoblamiento del tendón común superficial llamado tendón perforado; cada tendón termina ensanchándose en la base de la tercera falange.
- Acción: flexiona la tercera falange sobre la segunda, la segunda sobre la primera, la primera sobre la mano, la mano sobre el antebrazo.

Lumbricales

Son fascículos musculares fusiformes, anexos a los tendones del flexor común profundo, situados en la palma de la mano.

Son cuatro, se designan con el nombre de primero, segundo, tercero y cuarto de afuera hacia adentro.

El primero y el segundo se insertan únicamente en el borde externo y cara anterior del tendón flexor profundo correspondiente.

El tercero y el cuarto se originan en los bordes laterales y en la cara anterior de los dos tendones flexores profundos entre los cuales están situados.

Desde su origen, divergen, por la cara externa de la articulación metacarpofalangica y termina en el borde externo del tendón extensor que le corresponde.

- Acción: Flexionan la primera falange y extienden las otras dos.

Flexor propio largo del pulgar

Es un músculo voluminoso, largo y aplanado. Extendido desde el radio a la cara palmar del pulgar. Situado por fuera del flexor común profundo de los dedos.

- Inserción proximal: cara anterior del radio desde la tuberosidad bicipital al pronador cuadrado y de la cara externa de la apófisis coronoidea. Desciende, luego, por delante del radio y del pronador cuadrado y se continua por un tendón en la base de la falange ungueal del pulgar atravesando el conducto carpiiano por el lado externo, dirigiéndose a la base de la última falange del dedo pulgar.
- Acción: flexiona la última falange sobre la primera y ésta sobre el primer metacarpiano.

Plano del flexor superficial

Flexor común superficial

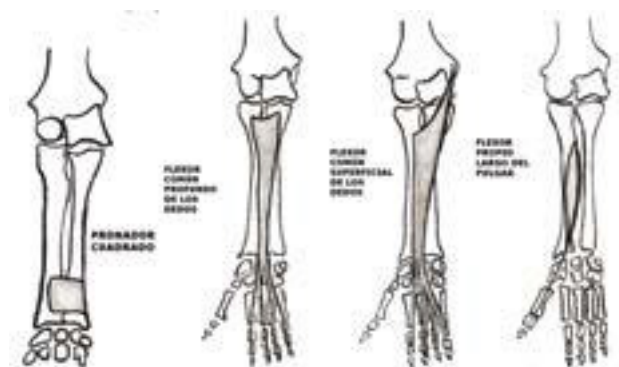
Es un músculo aplanado, ancho, grueso, situado por delante del flexor común profundo y flexor largo del pulgar.

Se extiende desde el húmero y los dos huesos del antebrazo a los cuatro últimos dedos.

- Inserción proximal: dos cabezas, una húmerocubital

y otra radial. La cabeza húmerocubital nace de la cara anterior de la epitróclea, de la apófisis coronoides y de los tabiques que lo separa de los demás músculos epitrocleares. La cabeza radial nace del borde anterior del radio en una extensión de cinco a seis centímetros a partir de la tuberosidad bicipital. La ancha masa carnosa que resulta de la unión de estas dos cabezas desciende por delante de los músculos flexor común profundo y flexor largo del pulgar. Se divide en cuatro fascículos que descienden en dos planos: profundo y superficial. Estos fascículos se continúan con cuatro tendones; los del dedo medio y del dedo anular cubren a los del índice y del meñique. En la palma de la mano se separan y cubren a los tendones del flexor común profundo. A nivel de la articulación metacarpo-falángica, cada tendón se deprime formando un canal de concavidad posterior que se amolda sobre la cara anterior del tendón flexor profundo, luego se divide en dos cintas laterales que contornean, cada una por su lado, al tendón del flexor profundo. Las dos cintillas se reúnen, luego por último se separan de nuevo y se insertan en la parte media de los bordes laterales de la segunda falange.

- Acción: flexiona la segunda falange sobre la primera, la primera sobre el metacarpo y la mano sobre el antebrazo.



Plano de los músculos epitrocleares

De afuera hacia adentro son:

- Pronador redondo.
- Palmar mayor.
- Palmar menor
- Cubital anterior.

Pronador redondo

Es un músculo que nace por dos fascículos, uno epitrocleano y otro coronoideo.

- Inserción proximal: el fascículo epitrocleano: se inserta en el borde superior y la cara anterior de la epitróclea, en el tabique intermuscular interno y en el borde interno del húmero. El fascículo coronoideo: se inserta en la apófisis coronoides por dentro del braquial anterior.
- Inserción distal: se dirige hacia abajo y hacia fuera para terminar en la parte media de la cara externa del radio.
- Acción: imprime al antebrazo un movimiento de ro-

tación que lleva el pulgar hacia adentro y la palma de la mano hacia atrás.

Palmar mayor

Es un músculo fusiforme, situado por dentro del pronador redondo.

- Inserción proximal: epitróclea, de la aponeurosis que lo cubre y de los tabiques fibrosos que lo separan de los otros músculos epitrocleares.
- Inserción distal: termina en la cara anterior de la base del segundo metacarpiano y por una expansión en la base del tercero.
- Acción: es flexor de la mano sobre el antebrazo. Lleva la mano en pronación y abducción.

Palmar menor

Es un músculo que presenta la forma de huso alargado y estrecho. Es un músculo inconstante.

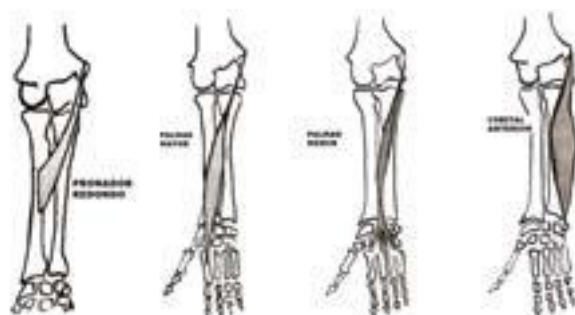
- Inserción proximal: epitróclea, por dentro del palmar mayor, de la aponeurosis que lo cubre, de los tabiques tendinosos que lo separa del palmar mayor, cubital anterior y del flexor común superficial.
- Inserción distal: Desciende inclinado hacia afuera, se expande en forma de abanico por delante del ligamento anterior del carpo en el cual se fijan algunos de sus fascículos y otros se continúan con la aponeurosis palmar superficial
- Acción: es flexor de la mano.

Cubital anterior

Es un músculo situado por dentro del palmar menor, sigue el borde interno del antebrazo.

Se extiende desde el cúbito y epitróclea al pisiforme.

- Inserción proximal: la inserción superior se produce por medio de dos cabezas: una humeral y otra cubital. La cabeza humeral nace del vértice y borde inferior de la epitróclea y de los tabiques fibrosos que lo separan de los otros músculos epitrocleares. La cabeza cubital nace del borde interno del olécranon, de la apófisis coronoides, por debajo del fascículo medio del ligamento lateral interno, y de los dos tercios superiores del borde posterior del cúbito.
- Inserción distal: termina en la parte media de la cara anterior del pisiforme y por expansión en el ligamento anular del carpo
- Acción: flexor y aductor de la mano.



Grupo muscular externo

Son cuatro músculos que desde la profundidad a la superficie son:

- Supinador corto.
- Segundo radial o radial corto
- Primer radial o radial largo
- Supinador largo

Los dos más profundos, o sea el supinador corto y el segundo radial, se insertan en el epicóndilo, por lo tanto éstos músculos son llamados epicondíleos.

Supinador corto

Es un músculo ancho, enrollado sobre el lado externo del codo y de la parte superior del antebrazo, extendido desde el epicóndilo y desde el cúbito al radio.

- Nace por dos fascículos, uno superficial y otro profundo.
- El fascículo superficial nace del vértice del epicóndilo y de la cresta que limita por detrás la superficie subsigmoidea del cúbito.
- El fascículo profundo nace de la cara anterior del epicóndilo y de la superficie triangular subsigmoidea.
- Los dos fascículos se dirigen hacia fuera y hacia abajo enrollándose alrededor de la parte superior del radio.
- Los fascículos superficiales se insertan en el borde anterior del radio, los profundos en la cara anterior y externa del radio por fuera de la tuberosidad bicipital y en el cuello del radio por encima de la tuberosidad bicipital.
- Acción: es supinador, imprime al antebrazo un movimiento de rotación que conduce al pulgar hacia fuera y la palma de la mano hacia delante.

Segundo radial o radial corto

Se extiende desde el epicóndilo al tercer metacarpiano.

- Inserción proximal: epicóndilo y del tabique que lo separa del extensor común. Desciende verticalmente a lo largo de la cara externa del radio, inclinándose hacia fuera y atrás, pasa por la cara externa de la extremidad inferior del radio, y por la cara dorsal de la articulación del puño o radiocarpiana.
- Inserción distal: termina en la base de la apófisis estiloides del tercer metacarpiano.
- Acción: extensor y abductor de mano.

Primer radial o radial largo

Se extiende desde el borde externo del húmero al segundo metacarpiano.

- Inserción proximal: extremidad inferior del húmero en su borde externo y del tabique intermuscular externo. El músculo desciende por fuera del anterior, cuando llega a la cara dorsal de la mano se encuentra por fuera del anterior.
- Inserción distal: termina en la cara dorsal de la base del segundo metacarpiano.
- Acción: extensor y abductor de la mano.

Supinador largo

Se extiende desde el borde externo del húmero a la extremidad inferior del radio.

- Inserción proximal: borde externo del húmero por encima del primer radial hasta el canal radial y del tabique intermuscular externo.
- Inserción distal: apófisis estiloides del radio.
- Acción: flexor del antebrazo sobre el brazo. Supinador cuando el antebrazo está en pronación completa.

Grupo muscular posterior

Se dividen en dos planos:

A. Plano profundo:

- Abductor largo del pulgar.
- Extensor corto del pulgar.
- Extensor largo del pulgar.
- Extensor propio del índice.

A. Plano superficial:

- Extensor común de los dedos.
- Extensor propio del meñique.
- Cubital posterior.
- Ancóneo.

Plano profundo

Abductor largo del pulgar

Es un músculo aplanado y fusiforme que se extiende desde los dos huesos del antebrazo al primer metacarpiano.

- Inserción proximal: cara posterior del cúbito y del radio y del ligamento interóseo por debajo del supinador corto. Desciende hacia abajo y afuera, primero por la cara posterior y luego por la cara externa.
- Inserción distal: lado externo de la extremidad superior del primer metacarpiano.
- Acción: lleva el pulgar hacia fuera y adelante.

Extensor corto del pulgar

Se extiende por debajo del abductor largo del pulgar desde el antebrazo a la primera falange del pulgar.

- Inserción proximal: cúbito, del radio y el ligamento interóseo por debajo del abductor largo. Su dirección es la misma que la del abductor largo. Más abajo pasa por la cara dorsal del primer metacarpiano.
- Inserción distal: cara dorsal de la primera falange del pulgar.
- Acción: abductor y extensor del pulgar.

Extensor largo del pulgar

Extendido desde el cúbito a la segunda falange del pulgar.

- Inserción proximal: cara posterior del cúbito y de la parte vecina del ligamento interóseo por debajo y por dentro del extensor corto. Por arriba de la muñeca se continúa con un tendón que se separa del tendón del extensor corto, luego alcanza el borde interno del pri-

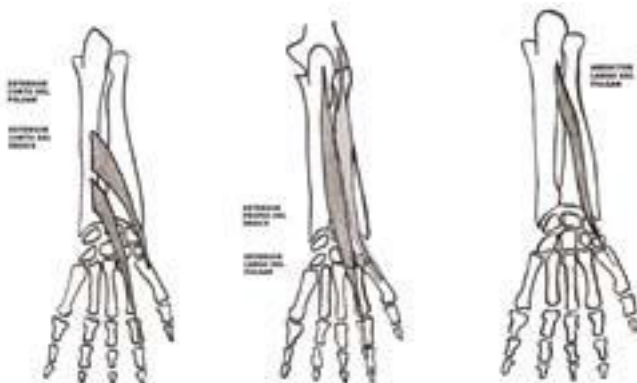
mer metacarpiano.

- Inserción distal: se inserta en la extremidad superior de la cara posterior de esta falange.
- Acción: extiende la segunda falange sobre la primera, esta sobre el metacarpo y esta sobre el carpo.

Extensor propio del dedo índice

Es un músculo delgado, fusiforme.

- Inserción proximal: cara posterior del cúbito, por debajo y dentro del extensor largo, en la parte vecina del ligamento interóseo y el tabique fibroso que lo separa del extensor largo del pulgar.
- Inserción distal: Desciende por la cara dorsal de la mano, paralelo al borde interno del tendón que el extensor común envía al índice, al que se une a la altura de la articulación metacarpofalángica.
- Acción: extensor del índice.



Plano superficial

Extensor común de todos los dedos

Es el músculo más externo, se extiende desde el epicóndilo a los cuatro últimos dedos.

Nace de la cara posterior del epicóndilo y de los tabiques tendinosos que lo separan del segundo radial hacia afuera y del extensor del meñique hacia adentro y del supinador corto por delante.

Forman un cuerpo muscular ancho y aplanado de adelante a atrás que desciende por la cara posterior del antebrazo, detrás en el tercio inferior del antebrazo, se divide en cuatro fascículos que se continúan por cuatro tendones que divergen hacia los cuatro últimos dedos.

Termina en las tres falanges de la siguiente manera:

- Emite a nivel de la articulación metacarpofalángica una expansión que termina en la base de la primera falange.
- Se divide en la cara dorsal de la primera falange de tres lengüetas: una media que se fija en la cara posterior de la extremidad superior de la segunda falange y dos laterales que se reúnen en la cara dorsal de la segunda falange y terminan en la superior de la tercera.
- Acción: extiende las dos últimas falanges sobre la primera, esta sobre el metatarso y la mano sobre el antebrazo.

Extensor propio del meñique

Es un músculo delgado y fusiforme, extendido desde el epicóndilo al quinto dedo.

- Inserción proximal: epicóndilo, de los tabiques fibrosos que los separan de los músculos vecinos.
- Inserción distal: Cerca de la articulación metacarpofalángica se une al tendón que el extensor común envía al meñique y termina como este en las falanges del meñique.
- Acción: se adiciona a la del extensor común.

Cubital posterior

Es un músculo alargado, fusiforme, situado hacia adentro del extensor del meñique.

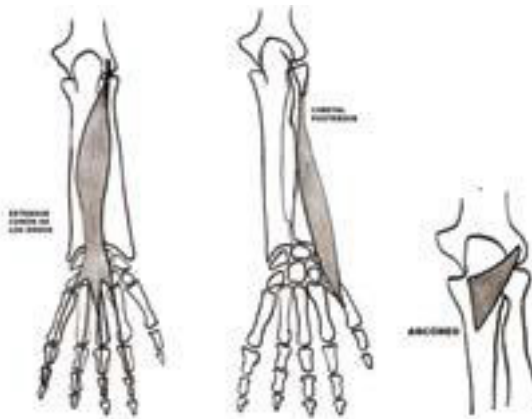
Se extiende desde el epicóndilo al quinto metacarpiano.

- Inserción proximal: epicóndilo por dentro del extensor del quinto dedo; del borde posterior del cubito, desde el borde inferior del ancóneo al tercio inferior del hueso; y de los tabiques fibrosos que lo separan del extensor hacia afuera y del supinador corto hacia delante.
- Inserción distal: termina en la extremidad superior del quinto metacarpiano.
- Acción: extensor y aductor de la mano.

Ancóneo

Es un músculo corto, triangular, situado en cara posterior del codo, va desde el epicóndilo a la parte superior del cúbito.

- Inserción proximal: epicóndilo, en el vértice y parte posterior del mismo. Las fibras se dirigen hacia abajo y adentro y cubren la cara posterior de la articulación humerorradial.
- Inserción distal: las fibras se fijan en la cara lateral del olécranon y tercio superior de la cara posterior del cúbito.
- Acción: extensor del antebrazo.



Músculos de la mano

Los músculos de la mano se disponen en tres grupos:

- Grupo medio o músculos interóseos.
- Grupo interno o grupo de los músculos de la eminencia hipotenar.
- Grupo externo o grupo de los músculos de la eminencia tenar.

GRUPO	MÚSCULO
MEDIO	• Lumbricales • Interóseos dorsales • Interóseos palmares
EXTERNO	• Aductor del pulgar • Flexor corto del pulgar • Oponente del pulgar • Abductor del pulgar
INTERNO	• Oponente del meñique • Flexor corto del meñique • Aductor del meñique • Cutáneo palmar

Músculos interóseos

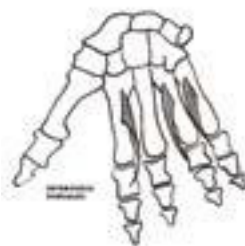
Ocupan los espacios intermetacarpianos.

a. Interóseos dorsales: son músculos cortos, prismáticotriangulares, son cuatro y ocupan los espacios intermetacarpianos. Se denominan primero, segundo, tercero y cuarto de afuera hacia adentro. Se extienden desde los metacarpianos a la primera falange y al tendón extensor del dedo correspondiente. Se insertan en las caras laterales de los dos metacarpianos que limitan el espacio interóseo: primero en toda la cara lateral del metacarpiano que queda próximo al eje de la mano (el eje de la mano pasa por el dedo medio), y segundo en la mitad dorsal de la cara lateral del metacarpiano que está más alejada del eje de la mano. Se continúa por arriba de la articulación metacarpofalángica por un tendón que se divide en dos fascículos: uno profundo que se inserta en el tubérculo lateral de la extremidad superior de la primera falange del dedo que sigue al metacarpiano en el que el músculo se inserta más ampliamente, y otro superficial, que recibe al tendón del músculo lumbrical y termina acompañado al tendón del músculo extensor a lo largo de la primera y segunda falange.

- Acción: separan del eje de la mano los dedos. Flexionan la primera falange y extienden las otras dos.

b. Interóseos palmares: en número de cuatro ocupan la parte palmar de cada espacio intermetacarpiano. El primer interóseo es muy rudimentario cuando existe. Nace en la mitad anterior o palmar de la cara lateral del metacarpiano que está más alejado del eje de la mano. El primer interóseo tiene una inserción compleja: en la parte superior del primer metacarpiano, en la extremidad superior del segundo y en el arco fibroso que se extiende desde la base del primer metacarpiano al trapecio. Los interóseos palmares descienden hacia la articulación por delante del dorsal. Termina dividiéndose en dos fascículos; uno profundo que se inserta en el tubérculo lateral de la extremidad superior de la primera falange que corresponde al metacarpiano en el cual se inserta por arriba, y otro superficial, que termina en el extensor.

- Acción: acercan al eje de la mano los dedos. Igual que los anteriores, flexionan la primera falange y extienden las otras dos.



Músculos de la eminencia hipotenar

Desde la profundidad a la superficie son: oponente, flexor corto, aductor del meñique y cutáneo palmar.

Oponente del meñique: nace de la cara interna de la apófisis unciforme del hueso ganchoso, del ligamento anterior del carpo, del arco fibroso de los músculos de la eminencia hipotenar tendido desde el pisiforme a la apófisis unciforme. Se dirige hacia abajo y adentro y se inserta en toda la longitud del borde interno del quinto metacarpiano.

- Acción: dirige al dedo hacia delante ya fuera y lo opone al pulgar.

Flexor corto del meñique: nace de la apófisis unciforme, de la parte anterointerno del ligamento anular anterior del carpo y del arco fibroso de la eminencia hipotenar. Termina en el lado interno de la extremidad superior de la primera falange y en el tendón extensor de este dedo.

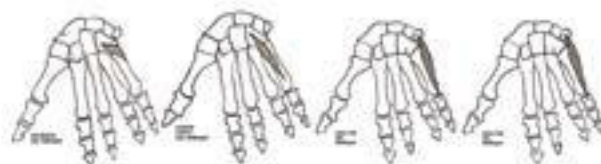
- Acción: flexor.

Aductor del meñique: nace del pisiforme y termina en la extremidad superior de la primera falange del meñique, en el lado interno.

- Acción: flexor y aductor (de acuerdo al eje de la mano es abductor).

Cutáneo palmar: es un músculo que está formado por fascículos paralelos dirigidos hacia adentro y abajo, desde el borde lateral interno de la aponeurosis palmar media a la cara profunda de la dermis, siguiendo el borde interno de la eminencia hipotenar.

- Acción: pliega la piel de la eminencia hipotenar.



Músculos de la eminencia hipotenar

Son cuatro, desde la profundidad a la superficie son: aductor del pulgar, flexor corto del pulgar, oponente del pulgar y abductor del pulgar.

Aductor: Nace del trapecioide, hueso grande, y trapecio, de los ligamentos del canal del carpo, de la extremidad superior del segundo metacarpiano, de la extremidad superior

y toda la longitud del borde anterior del tercer metacarpiano y de la aponeurosis palmar profunda. Las fibras convergen hacia la articulación metacarpofalángica del pulgar. El músculo termina por un tendón corto en el hueso sesamoideo interno y en el lado interno de la extremidad superior de la primera falange del pulgar.

- Acción: aductor del pulgar.

Flexor corto del pulgar: Nace a través de dos fascículos, uno profundo y otro superficial. El fascículo superficial nace del tubérculo del trapecio y borde inferior del ligamento anular anterior del carpo. El fascículo profundo nace en la cara anterior del trapecioide y del hueso grande. El músculo termina en el hueso sesamoideo externo y en el tubérculo lateral externo de la primera falange del pulgar.

- Acción: dirige hacia adelante y adentro el primer dedo, es aductor.

Oponente del pulgar: Nace del tubérculo del trapecio, en la parte externa de la cara anterior del ligamento anular. Desde allí se dirige oblicuamente hacia abajo y afuera y termina en le primer metacarpiano en toda su extensión.

- Acción: opone al primer metacarpiano a los otros dedos, dirigiéndolo hacia delante y adentro.

Abductor corto del pulgar: Es un músculo que se inserta en el tubérculo del escafoides y en la parte superoexterna de la cara anterior del ligamento anular anterior. Se dirige hacia abajo ya fuera y termina en el tubérculo externo de la extremidad superior de la primera falange.

- Acción: es abductor.



Irrigación de miembro superior

Irrigación arterial de miembro superior

- Arteria axilar.
- Arteria humeral.
- Arteria radial.
- Arteria cubital.
- Arcos arteriales palmares

Arteria axilar

La arteria axilar, es continuación del tronco arterial subclavio, hace su recorrido en la cavidad axilar; desde la cara externa de la primera costilla y primera digitación del serrato mayor, hasta el borde inferior del pectoral mayor; donde se convierte en arteria humeral.

En posición anatómica describe una curva de concavidad

inferior e interna.

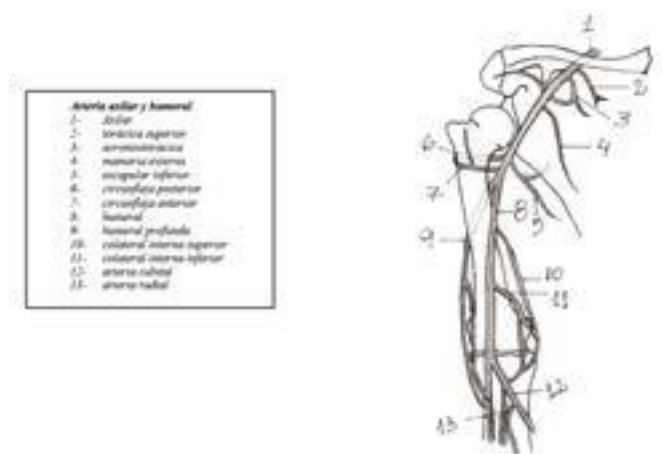
Posee relaciones con las paredes de la cavidad axilar, se acerca más a la pared anterior e interna.

Se relaciona hacia delante con la aponeurosis que cubre al músculo subclavio y pectoral menor; y con estos músculos, hacia atrás se relaciona con el subescapular, redondo mayor y dorsal ancho.

Por fuera, se relaciona con el coracobraquial.

Por dentro con el serrato mayor.

La arteria se relaciona con la vena axilar y las ramas del plexo braquial.



Ramas colaterales

- Torácica superior: nace de la cara anterior de la axilar, se distribuye en la parte superior de los pectorales y de la región mamaria.
- Acromiotorácica: nace de la cara anterior de la axilar, se divide en dos ramas: una torácica que se distribuye en la región mamaria y en los músculos pectorales y otra acromial que se distribuye en la articulación del hombro y el músculo deltoides.
- Torácica inferior o mamaria interna: nace de la cara interna de la axilar, da ramas a los músculos pectorales, intercostales y al serrato mayor.
- Escapular inferior: nace de la cara interna de la axilar. Se divide en dos ramas: una rama torácica que se distribuye en los intercostales, serrato mayor, dorsal ancho y la piel de la pared lateral del tórax y otra escapular que penetra en el triángulo omotricipital y se divide en tres ramas: una rama anterior para el subescapular, una rama posterior o interna para los músculos de la fosa infraespinosa y una descendente que sigue el borde axilar del omóplato. (aclaración: el triángulo omotricipital se encuentra comprendido entre el redondo mayor, el redondo menor y la porción larga del triceps).
- Circunfleja posterior: se desprende de la cara posterior de la axilar, atraviesa el espacio cuadrilátero humerotrípital y alcanza la cara profunda del deltoides. (aclaración: el espacio humerotrípital está limitado hacia abajo por los músculos redondo mayor y dorsal ancho, hacia arriba por los músculos redondo menor

y subescapular, hacia adentro por la porción larga del triceps y hacia fuera por el húmero).

- Circunfleja anterior: nace de la axilar, por fuera del origen de la circunfleja posterior. contornea la cara anterior del cuello quirúrgico, irriga al coracobraquial y al bíceps, llega a la corredera bicipital donde se divide en dos ramas, una ascendente que sube por la corredera bicipital y una externa que se anastomosa con la circunfleja posterior.

Arteria humeral

La arteria humeral recorre la cara anterior del brazo desde el borde inferior del pectoral mayor al pliegue del codo, donde se divide en dos ramas terminales, la radial y la arteria cubital.

En el brazo, la humeral, está en relación hacia delante con el coracobraquial y bíceps, por detrás se relaciona con el vasto interno y el braquial anterior, hacia adentro con la aponeurosis braquial y tegumentos y por fuera se relaciona con el coracobraquial y el intersticio que separa el bíceps del braquial anterior.

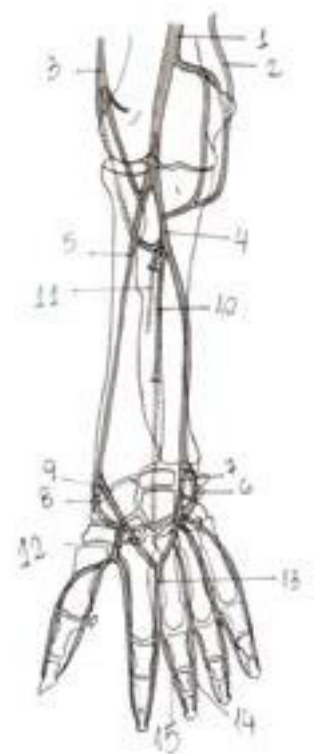
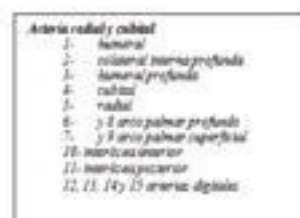
La aponeurosis braquial y las extensiones que envía a los músculos coracobraquial, bíceps y braquial anterior, forman en el lado interno del brazo una vaina aponeurótica, el conducto braquial, recorrido por el paquete vasculonervioso del brazo formado por la arteria humeral, venas satélites, nervio mediano, cubital y braquial cutáneo interno.

En el pliegue del codo la arteria pasa por el canal interno del codo cuyo límites son: hacia fuera el tendón del bíceps, hacia adentro el pronador redondo y por detrás el braquial anterior.

Ramas colaterales

- Ramas musculares: irrigan el bíceps, coracobraquial, braquial anterior, deltoides y vasto interno.
- Ramo deltoideo: constante, nace de la parte superior de la humeral y se distribuye en la parte inferior del deltoides.
- Arteria nutricia del húmero: nace del tercio superior, se introduce en el agujero nutricio, por debajo del coracobraquial.
- Colateral externa o humeral profunda: es la colateral de mayor jerarquía, desde su origen en el segmento superior se orienta hacia atrás e ingresa al canal radial e irriga al tríceps. Llega así, al borde externo del radio y se divide por encima del epicóndilo en dos ramas: una anterior que recorre el canal bicipital externo y se anastomosa con la arteria recurrente radial anterior, rama de la radial, y otra posterior, que desciende por detrás del tabique intermuscular externo y se anastomosa con la recurrente radial posterior, rama de la arteria interósea posterior (rama de la arteria cubital).
- Colateral interna superior: desde su origen, se orienta hacia atrás y abajo, atraviesa el tabique intermuscular interno, junto con el nervio cubital, que la acompaña a la región posterior del brazo. Desciende por detrás del tabique intermuscular interno, hasta la epitroclea, donde se anastomosa con la recurrente cubital posterior, rama de la arteria cubital.

- Colateral interna inferior: nace por encima del pliegue del codo, se dirige hacia abajo y adentro, por encima de la epitroclea se divide en una rama anterior que se anastomosa con la recurrente cubital anterior y una rama posterior que se anastomosa con la recurrente cubital posterior.



Arteria radial

Es la rama de bifurcación externa de la humeral. Desde su origen, desciende hacia abajo ya fuera, hasta la extremidad inferior del radio, alcanza el dorso de la muñeca y el extremo superior del primer interóseo, el cual atraviesa desde atrás hacia adelante, y penetra en la palma de la mano, donde termina anastomosándose con la arteria cubitopalmar, rama de la arteria cubital y forma así, el arco palmar profundo.

En el antebrazo se relaciona con: hacia atrás con el braquial anterior, tendón del bíceps, supinador corto, pronador redondo, flexor común superficial, flexor largo del pulgar y el pronador cuadrado, hacia adelante, se relaciona con el supinador largo hasta que se convierte en tendón y la aponeurosis antebraquial.

Canal del pulso: se haya limitado hacia fuera por el supinador largo, hacia adentro por el palmar mayor y hacia atrás por el pronador cuadrado

En la muñeca, la arteria contornea el ligamento lateral externo de la articulación radiocarpiana, se desliza sobre el dorso del trapecio, en la tabaquera anatómica y alcanza el primer espacio interóseo, para llegar a la palma de la mano. (Aclaración: los tendones de los extensores largo y corto del pulgar se separan un

poco en la región correspondiente a la articulación de la muñeca delimitando un espacio que se denomina tabaquera anatómica).

Ramas colaterales

- Recurrente radial anterior o de los epicóndilos: sube oblicuamente en el canal externo del codo, se anastomosa con la rama anterior de la humeral profunda.
- Transversa anterior del carpo: se origina de la radial a nivel del borde inferior del pronador cuadrado. Se dirige hacia adentro y se anastomosa con su análoga, rama de la cubital.
- Radiopalmar: se origina de la radial, en el punto en que ésta se inclina hacia fuera, para contornear la articulación radiocarpiana. Se dirige hacia adentro y se anastomosa con la arteria cubital para formar el arco palmar superficial. Irriga la eminencia tenar. Es inconstante.
- Dorsal del pulgar: recorre la cara dorsal del primer metacarpiano y la primera falange del pulgar.
- Dorsal del carpo: se origina de la tabaquera, se orienta hacia adentro y forma con su análogo, rama de la cubital, el arco dorsal del carpo. Del arco se desprenden ramas ascendentes y descendentes.
 - *Ramas ascendentes*: ramos destinados a las articulaciones y huesos del carpo.
 - *Ramas descendentes*: denominadas segunda, tercera y cuarta para los respectivos espacios interóseos y la arteria colateral interna del meñique. Cada uno de las interóseas dorsales, alcanzan la extremidad inferior del espacio interóseo y se divide en dos ramas colaterales dorsales, que descienden por los dedos vecinos. Cada interósea se anastomosa con ramos perforantes que proceden del arco palmar profundo.
- Interósea del primer espacio: se origina de la radial a nivel del primer espacio interóseo y se divide en colateral interna del pulgar y colateral externa del índice.

Arteria cubital

Es la rama de bifurcación interna de la humeral. Extendido desde el pliegue del codo a la palma de la mano, primero se orienta hacia abajo y adentro, para luego descender verticalmente, hasta el borde externo del pisiforme, luego gira hacia afuera para formar el arco palmar superficial.

En el antebrazo se relaciona hacia adelante con el pronador redondo, el arco flexor común superficial, la aponeurosis profunda del antebrazo y el cubital anterior, hacia atrás se relaciona con el tendón del braquial anterior, flexor común profundo y el pronador cuadrado.

En la muñeca, la arteria cubital transita por un conducto osteofibroso limitado hacia atrás por el ligamento anular anterior, hacia adentro por la cara externa del pisiforme y hacia adelante por las expansiones del cubital anterior.

Ramas colaterales

- Tronco de los recurrentes cubitales: desde su origen se dirigen hacia adentro y se divide en dos ramas: recu-

rrente radial anterior y recurrente radial posterior.

- Tronco de las interóseas: nace de la cara posterior de la cubital. Su dirección es oblicua hacia abajo, afuera y atrás. Se divide en dos ramas: interósea anterior e interósea posterior.
 - Interósea anterior: desciende por delante del ligamento interóseo, lo atraviesa en su extremo inferior, se hace posterior y se anastomosa con la arteria interósea posterior y ramas colaterales del arco dorsal del carpo. En su trayecto da una rama colateral llamada arteria del nervio mediano.
 - Interósea posterior: atraviesa el espacio interóseo, por encima de la membrana interósea, desciende por dentro de este ligamento hasta la muñeca donde se anastomosa con la interósea anterior y ramos ascendentes del arco dorsal del carpo. Esta arteria da ramas musculares y la arteria recurrente radial posterior.
- Dorsal del carpo: se origina por encima de la cabeza del cúbito contornea el hueso para llegar al dorso del carpo, se anastomosa con su homóloga, rama de la radial.
- Transversa anterior del carpo: nace a nivel del borde inferior del pronador cuadrado y se anastomosa con su análoga.
- Cubitalpalmar: nace a nivel del extremo inferior del pisiforme. Se dirige hacia fuera y se anastomosa con la rama terminal de la radial para formar el arco palmar profundo. Da ramos a los músculos de la eminencia hipotenar.
- Rama anastomótica con el arco palmar profundo: Se desprende del arco palmar superficial, atraviesa los músculos hipotenares y pasa con los tendones flexores para alcanzar el arco profundo donde van a terminar.

Red periarticular del codo:

La articulación del codo, se halla rodeado de una vasta red arterial que se dispone formado por:

1. Circuito arterial periepicóndileo: los ramos terminales de la humeral profunda se anastomosan con las recurrentes radiales anteriores.
2. Circuito arterial periepitrocleeal: la arteria colateral interna superior y los ramos de la colateral interna inferior se anastomosan con las recurrentes cubitales.

Los circuitos arteriales se hallan anastomosados por ramos anteriores y posteriores de disposición transversal.

Arco palmares

Son dos arcos, uno superficial y otro profundo, resultan de las anastomosis entre la arteria radial y la cubital.

Arco palmar superficial

Se forma por la reunión de la arteria cubital con la arteria radiopalmar. La arteria cubital, cuando recorre la palma de la mano, se anastomosa con la radiopalmar para formar un arco,

cuya concavidad es superior. El arco palmar superficial se ubica profundamente a la aponeurosis palmar media y cruza la cara anterior de los tendones flexores de los dedos, y los ramos terminales del nervio mediano y cubital.

Ramas colaterales:

Se originan de la convexidad del arco, cuatro colaterales llamadas arterias digitales.

Arterias digitales:

- Primera arteria digital: cruza los músculos de la eminencia hipotenar y alcanza el borde interno del meñique, donde se convierte en colateral palmar interna de este dedo.
- Segunda, tercera y cuarta arteria digital: descienden en los espacios intertendinosos de los tendones flexores y se dividen en dos ramas: las arterias colaterales palmares de los dedos correspondientes.

La segunda digital, origina, la colateral externa del meñique y la colateral interna del anular.

La tercera digital, origina, la colateral externa del anular y la colateral interna del dedo medio.

La cuarta digital, origina, la colateral externa del dedo medio y la colateral interna del índice.

Puede existir una quinta digital que se anastomosa con la primera interósea palmar, rama del arco palmar profundo.

Arco palmar profundo

El arco palmar profundo resulta de la unión de la arteria radial con la arteria cubito palmar, rama de la arteria cubital.

El arco palmar profundo está situado por delante de la extremidad superior del cuerpo de los metacarpianos y por detrás de los tendones flexores de los dedos y de la aponeurosis palmar profunda. Está cruzado por la rama profunda terminal del nervio cubital.

Ramas colaterales:

El arco palmar profundo origina:

- Ramas ascendentes: son cortos y delgados. Se distribuyen en los huesos del carpo y sus articulaciones.
- Ramas posteriores o perforantes: en número de tres, atraviesan los tres últimos espacios interóseos y desembocan en la interósea dorsal.
- Ramos descendentes o interóseos palmares: en número de cuatro, una para cada espacio.

Interósea del primer espacio: se ramifica en tres ramos que son: colateral palmar interna del pulgar, colateral palmar externa del pulgar y colateral externa del índice.

Interóseas del segundo, tercer y cuarto espacio interóseo: desciende por delante de los músculos interóseos y se anastomosan con las arterias digitales correspondientes.

Irrigación venosa de miembro superior

Las venas de miembro superior se dividen en, superficiales o profundas, de acuerdo a su ubicación por encima o por debajo de la aponeurosis superficial.

Venas profundas

Son satélites de las arterias, en número de dos por cada arteria, con excepción de la arteria axilar que está acompañada por una sola vena. En general se nombran igual que las arterias a las que acompañan. Están provistas de válvulas; poseen en su desembocadura un par de válvulas ostiales.

Poseen idéntica dirección, recorrido, relaciones y afluentes que la arteria que acompañan.

Vena axilar: es una voluminosa vena, que acompaña a la arteria axilar en todo su trayecto, en su parte inferior se ubica por dentro de la arteria, en su trayecto ascendente se ubica por delante y por dentro de ella.

Sus afluentes, se corresponden con las colaterales de la arteria, recibe también la vena cefálica; en la cual drenan las acromiotorácicas.

Venas superficiales

Venas dorsales: las venas de la cara dorsal de los dedos comienzan en la red venosa subungueal, que se vierten en venas periungueales. Las venas periungueales, drenan en un arco digital, ubicado en el dorso de la primera falange. Los arcos venosos digitales se unen entre sí, en el espacio intermetacarpiano, a nivel de la cabeza de los mismos. De los arcos venosos digitales vecinos nace una vena metacarpiana.

Las venas metacarpianas en el dorso de la mano se anastomosan formando un arco venoso dorsal. En los extremos del arco venoso dorsal, desembocan la vena cefálica del pulgar, que procede de la cara externa del pulgar, la otra es la vena salvatela del meñique, que procede del quinto dedo.

Venas palmares: la red venosa palmar se vierte en la red dorsal. Las redes venosas de la mano dan nacimiento a tres troncos que se convierten en venas del antebrazo:

- **Vena radial superficial:** continúa a la vena cefálica del pulgar y el extremo externo del arco dorsal. Ascende hacia arriba y adentro, termina en el pliegue del codo, dividiéndose en dos ramas, una interna y otra externa. La rama interna o mediana basilica camina en el canal interno del pliegue del codo. La rama externa o mediana cefálica sube hacia arriba y afuera sobre el canal externo del pliegue del codo. La vena radial superficial, recibe un ramo anastomótico que le permite comunicarse con el sistema profundo, llamado vena comunicante del codo.
- **Vena cubital superficial:** continúa a la salvatela del meñique y el extremo interno del arco venoso dorsal. Ascende por el borde interno de la cara anterior

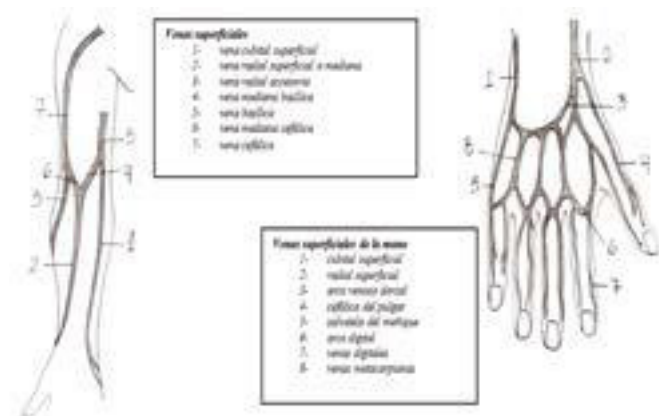
del antebrazo, se une a la mediana basilica y forma la vana basilica.

- *Vena radial accesoria*: procede de la cara posterior del antebrazo, asciende, contornea el borde externo y se une a la vena mediana cefálica, de su reunión resulta la vena cefálica.

La vena radial accesoria, la mediana cefálica, mediana basilica y la cubital accesoria forman la M (eme) venosa del pliegue del codo.

La **vena basilica** asciende por el borde interno del bíceps, atraviesa la aponeurosis braquial en el tercio medio del brazo, se profundiza y se vierte en la vena humeral profunda interna; puede ocurrir también que acompañe al paquete vascular braquial y termine en la vena axilar.

La **vena cefálica** sigue el borde el borde externo del bíceps, atraviesa la aponeurosis del espacio deltopectoral, recorre el espacio, luego se flexiona hacia abajo formando el cayado de la cefálica, atraviesa la aponeurosis clavipectoral y desemboca en la vena axilar.



Linfáticos de miembro superior

Ganglios linfáticos

a. Ganglios axilares: ubicados en la cavidad axilar, inmersos en el tejido celular adiposo, se distribuyen en cinco grupos diferentes:

- Grupo inferior de la vena axilar o humeral: escalonados en la cara interna del paquete vasculonervioso.
- Grupo mamario externo: ubicados en el recorrido de la arteria mamaria externa, en los espacios intercostales segundo, tercero, cuarto y quinto.
- Grupo escapular: dispuestos en el recorrido de la arteria escapular inferior.
- Grupo central: ubicado en el centro de la axila.
- Grupo subclavicular: ubicados en el vértice de la axila, por delante y dentro de los vasos axilares.

Los ganglios reciben la linfa de miembro superior, paredes de la axila, pared torácica, mama, región de la nuca y de la pared abdominal supraumbilical.

La cadena ganglionar subclavicular, recibe la linfa del

resto de los grupos y drena finalmente en el confluente yuguloclavicular, ya sea por la gran vena linfática o el conducto torácico.

b. Ganglios supraepitrocleares superficiales: ubicados por encima de la epitroclea en el recorrido de la vena basilica.

c. Ganglios profundos: ganglios cubitales, ganglios radiales, ganglios interóseos anteriores y posteriores, ganglios cubitales posteriores.

d. Ganglios supraescapulares.

Inervación de miembro superior

Plexo braquial

El plexo braquial, está destinado a dar inervación completamente al miembro superior, y contribuye a través de sus colaterales y anastomosis a inervar la pared del tórax.

Está formado por las anastomosis de las ramas anteriores de los cuatro últimos nervios cervicales y el primer nervio dorsal.

Constitución

La rama anterior del quinto nervio cervical, recibe una anastomosis de la cuarta y se une a la sexta para formar **el primer tronco primario**.

La séptima cervical queda independiente y forma **el segundo tronco primario**.

La octava cervical se une a un grueso ramo de la primera dorsal y de esta unión resulta **el tercer tronco primario**.

Cada tronco primario se divide en dos ramas: una anterior y otra posterior.

Las tres ramas posteriores se unen y forman un tronco llamado **tronco secundario posterior**.

La rama anterior del primer tronco se une a la rama anterior del segundo, así resulta **el tronco secundario anteroexterno**.

La rama anterior del tercer tronco primario forma por sí sola **el tronco secundario anterointerno**.

Tronco secundario posterior:

Se divide en la base de la axila en:

- Nervio circunflejo.
- Nervio radial.

Tronco secundario anteroexterno:

Da origen a:

- Nervio músculo cutáneo
- Raíz externa del mediano.

Tronco secundario anterointerno:

Da origen a:

- Nervio braquial cutáneo interno.
- Nervio cubital.
- Raíz interna del nervio mediano
- Accesorio del braquial cutáneo interno

La raíz interna del mediano se une a la raíz externa por delante de la arteria axilar.

El plexo braquial tiene forma triangular; con la base diri-

gida hacia las vértebras (cuatro últimas cervicales y primera dorsal) y el vértice hacia la región axilar. Atraviesa la región inferolateral del cuello y región axilar.

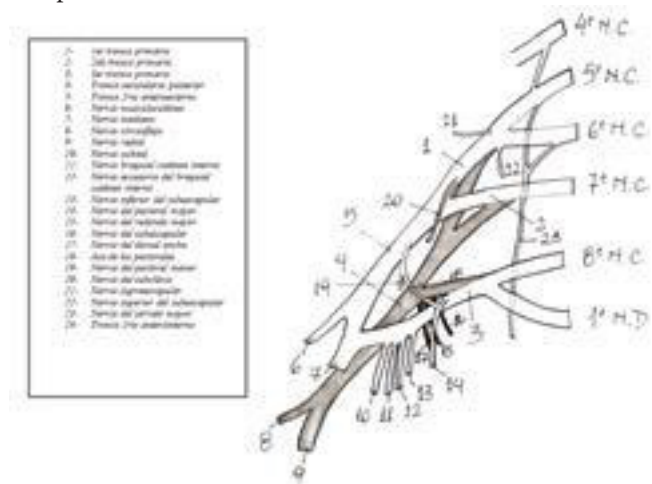
En cuello; situado en la región supraclavicular entre el escaleno anterior y medio. La arteria subclavia pasa por delante en la porción inferior del mismo.

En el vértice de la axila está representado por los tres troncos secundarios ubicados por detrás y fuera de la axila.

En la cavidad axilar, el tronco anteroexterno se sitúa por fuera de la arteria axilar, el anterointerno, luego de cruzarla oblicuamente hacia adentro y abajo por detrás del tronco arterial se sitúa por dentro, entre la arteria axilar y la vena axilar.

El tronco posterior se sitúa por detrás de la arteria.

Las ramas terminales se originan del plexo por detrás del músculo pectoral menor y a nivel de la articulación escapulohumeral.



Anastomosis

El plexo braquial se anastomosa con el plexo cervical a través del ramo anastomótico que une la cuarta rama cervical con la quinta.

Se anastomosa, también, con el ganglio cervical inferior del simpático a través del nervio vertebral y ramas comunicantes que lo unen a las ramas anteriores del sexto, séptimo, octavo nervio cervical y primer nervio dorsal.

Ramos colaterales

Son todos ramos motores, destinados a los músculos del hombro y la región axilar. Se dividen en anteriores que tienen su origen en los troncos anterointerno y anteroexterno y posteriores que nacen del tronco secundario posterior.

Ramas anteriores

- Nervio del pectoral mayor: presenta dos variedades; una variedad es que nace del tronco secundario anteroexterno a nivel de la clavícula; desciende hacia adentro y se divide en dos ramas: una muscular, que cruza la cara anterior de la arteria axilar, atraviesa la aponeurosis clavipectoral y termina en el pectoral mayor, y otra anastomótica que se une al nervio del pectoral menor para formar el asa de los pectorales. La otra variedad es

que nace, en forma frecuente, desdoblado en un nervio superior que procede del primer tronco primario o de su rama anterior, cruza la cara anterior de la arteria axilar y termina en los fascículos claviculares del pectoral mayor, y en otro nervio, llamado inferior que procede de la rama anterior del segundo tronco primario, desciende por fuera del superior; pasa por debajo del tronco arterial acromioclavicular y se divide en dos ramas: una muscular y otra anastomótica.

- Nervio del pectoral menor: se desprende del tronco secundario anterointerno; detrás de la clavícula. Desciende hacia delante, primero por detrás de la arteria axilar, después entre ésta y la vena axilar y se divide en dos ramas: una muscular, para el pectoral menor, y otra anastomótica que se une por delante de la arteria axilar con la anastomótica del nervio del pectoral mayor. El asa de los pectorales; situado por debajo de la arteria acromioclavicular y por delante de la axilar, da en su convexidad ramas musculares para los pectorales.
- Nervio subclavio: nace por encima de la clavícula, del tronco secundario anteroexterno o de la rama anterior del primer tronco primario. Desciende por delante del plexo y se divide en dos ramas: una muscular para el subclavio y otra anastomótica que se une al nervio frénico.

Ramos posteriores

- Nervio supraescapular: procede de la cara posterior del primer tronco primario, sigue el vientre posterior del omohioideo, penetra en la fosa supraespinosa pasando por la escotadura coracoidea; atraviesa dicha fosa por debajo del músculo supraespinoso, contornea el borde externo de la espina del omóplato por debajo del ligamento espinoglenoideo y termina en el infraespinoso. Da ramas al supra e infraespinoso, a los ligamentos coracoclaviculares y a la articulación del hombro.
- Nervio superior del subescapular: procede de la rama posterior del primer tronco primario o del tronco secundario posterior, desciende verticalmente por fuera de este y termina inervando los fascículos superiores del músculo subescapular.
- Nervio inferior del subescapular: nace del tronco secundario posterior. Desciende por delante del subescapular y termina inervado su parte media e inferior.
- Nervio del dorsal ancho: nace del tronco secundario posterior. Desciende por delante del subescapular y vasos escapulares inferiores y termina en el dorsal ancho.
- Nervio del redondo mayor: nace del tronco secundario posterior. Desciende por delante del subescapular y detrás de los vasos escapulares inferiores hasta alcanzar al músculo redondo mayor.
- Nervio del serrato mayor: nace por dos raíces de la cara posterior de las ramas anteriores del quinto y sexto nervio cervical, las dos raíces se unen y descienden detrás del plexo; y sobre la pared lateral del tórax se aplica al serrato mayor hasta su extremo inferior dando ramas a cada digitación. Pasa por detrás de la

arteria mamaria interna y de las ramas nerviosas perforantes laterales de los intercostales.

- Nervio del angular y del romboides: se origina del cuarto o quinto nervio cervical. Se dirige hacia fuera y hacia atrás atravesando el músculo escaleno medio llegando al músculo angular y al romboides.

Ramas terminales del plexo braquial

Se reparten en dos grupos:

Anterior:

- Nervio musculocutáneo (mixto)
- Nervio mediano (mixto)
- Nervio braquial cutáneo interno (sensitivo)
- Nervio accesorio del braquial cutáneo interno (sensitivo)
- Nervio cubital (mixto)

Posterior:

- Nervio radial (mixto)
- Nervio circunflejo (mixto)

Nervio musculocutáneo

- **Origen:** nace del tronco secundario anteroexterno, de las ramas del quinto y sexto nervio cervical, por fuera de la arteria axilar.
- **Trayecto y relaciones:** se dirige oblicuamente hacia abajo y afuera, hasta el pliegue del codo donde se divide en dos ramas. En su origen se sitúa por fuera y por delante de la arteria axilar, en su trayecto, cruza los vasos circunflejos, y más atrás la parte externa del subescapular, y alcanza el lado interno del coracobraquial, a quien atraviesa en su parte media, hacia abajo y afuera, para colocarse entre el bíceps por delante y el braquial por detrás, entre estos dos músculos camina hasta el canal externo del pliegue del codo, ubicándose entre el tendón del bíceps por dentro y el supinador largo por fuera. A nivel del epicóndilo y por dentro de la vena mediana cefálica, atraviesa la aponeurosis y se hace supraaponeurótico, dividiéndose en sus ramas terminales.
- **Ramas colaterales: son ramas sensitivas, vasomotoras, vasculares y motoras.**
 - Nervio diafisario del húmero: sigue la arteria humeral y penetra al húmero con la arteria nutricia del mismo.
 - Ramos vasculares: para la parte inferior de la arteria axilar y para la arteria humeral.
 - Nervio del coracobraquial: da dos ramas al coracobraquial una superior y una inferior.
 - Nervio del bíceps: se divide en dos ramas, una para la porción corta y otra para la porción larga del bíceps.
 - Nervio del braquial anterior: se divide en cuatro o cinco ramas que penetran en la parte superior del músculo. Uno de esos se llama ramo largo del braquial anterior que termina en la parte inferior del mismo.

• Ramas terminales:

- Rama anterior: pasa por delante o más frecuentemente por detrás de la vena cefálica mediana; descendiendo hasta la muñeca, dando numerosos filetes a la piel de la región anteroexterna del antebrazo hasta el lado externo de la eminencia tenar. En la muñeca proporciona un ramo profundo o articular; que atravesando la aponeurosis termina en el lado externo de la articulación radiocarpiana.
- Rama posterior: pasa por delante de la vena cefálica mediana, alcanza la cara posterior del antebrazo y da ramas a los tegumentos de la región posteroexterna del antebrazo.

• Anastomosis:

- Con el mediano: a nivel del brazo.
- Con el braquial cutáneo interno: en la cara anterior del antebrazo.
- Con el radial: en el codo con la rama cutánea externa del radial y en la muñeca con la rama anterior de ese nervio.
- Con el cubital: en la cara dorsal de la muñeca.

• La lesión de este nervio produce:

- Imposibilidad para flexionar el antebrazo sobre el brazo.
- Dificultad para llevar el brazo hacia delante y arriba por parálisis del bíceps y coracobraquial.
- Anestesia de la piel de la mitad externa del antebrazo por falta de función sensitiva.

Nervio mediano

- **Origen:** nace a través de 2 raíces, interna y externa. La raíz externa nace del tronco secundario antero-externo (de las ramas anteriores de los nervios raquídeos 6to y 7mo cervicales). La raíz interna se origina del tronco secundario antero-interno (de las ramas anterior de los nervios raquídeos cervicales 8vo y 1er dorsal).
- **Trayecto:** atraviesa la parte inferior de la cavidad axilar. Desciende sobre el lado interno del brazo y el canal interno del codo; luego verticalmente en la línea media del antebrazo, pasa por debajo del ligamento anterior del carpo y llega a la palma de la mano donde se divide en sus ramas terminales.
- **Relaciones:**
 - En el hueco axilar: las dos raíces forman una V abierta hacia arriba y atrás. Entre las dos raíces camina la arteria axilar. Aquí se relaciona con: la arteria axilar por el lado antero-externo de la misma. Afuera: N. musculocutáneo y coracobraquial Adentro: N. cubital y braquial cutáneo interno Adelante: músculos pectorales y su aponeurosis Atrás: arteria axilar y N. radial que la separan del músculo subescapular
 - En el brazo: desciende en el conducto braquial.

Esta vaina está formada por el revestimiento aponeurótico del coracobraquial y del bíceps por delante, braquial anterior por detrás, aponeurosis braquial en su parte interna. En esta vaina está en relación con la arteria humeral, primero por delante y por fuera de la misma, luego cruza la cara anterior de la misma y en la parte inferior se ubica por dentro de ella. También está en relación con el nervio braquial cutáneo interno y cubital.

- En el pliegue del codo: por dentro de la arteria humeral cubierto por la expansión aponeurótica del bíceps; por delante del músculo braquial anterior. Pasa entre los fascículos de inserción del pronador redondo, se introduce por debajo del arco que forman la reunión de los haces húmero-cubital y radial del flexor común superficial pasando por delante de la arteria cubital y alcanza la línea media de la cara anterior del antebrazo.
- En el antebrazo: sigue el eje medio de la región, por detrás del flexor común superficial y por delante del intersticio que separa el flexor común profundo del flexor largo del pulgar. En la parte inferior del antebrazo se desprende del flexor común superficial que se ha vuelto tendinoso y se sitúa por fuera del tendón del índice y por detrás del tendón del dedo medio; más abajo se pone en relación con el tendón del dedo medio por fuera del mismo, y por delante del tendón del dedo índice. Está acompañado por la arteria del dedo mediano rama de la interósea anterior rama de la cubital.
- En la muñeca: se introduce en el conducto carpiano por delante del tendón superficial del índice y por fuera del tendón del dedo medio. Al salir del conducto se divide en sus ramas terminales.
- **Ramas colaterales:** en el brazo da dos ramas colaterales importantes. Un ramo vascular para la arteria humeral y un ramo articular que acompaña a la arteria humeral hasta el codo y alcanza la parte anterior e interna de la cápsula articular. En el antebrazo da ramos a los músculos anteriores del antebrazo, con excepción de: cubital anterior y los dos fascículos internos del flexor común profundo, y un ramo cutáneo para la palma de la mano.
 1. nervio superior del pronador redondo
 2. nervio de los músculos epitrocleares: se dirigen al pronador redondo, palmar mayor, palmar menor y al flexor superficial.
 3. nervio de los músculos flexores: para el flexor propio del pulgar, flexor común profundo y pronador cuadrado. También da el nervio interósea anterior. Termina en la cara anterior de la articulación de la muñeca y huesos del carpo.
 4. nervio cutáneo palmar: termina en la piel de la palma de la mano.

- **Ramas terminales:** por detrás del ligamento anular se divide en 5 ramas terminales, que de afuera hacia adentro son:

Primera rama o rama tenar: se dirige hacia fuera, casi transversalmente pasando por delante del flexor largo del pulgar. Se divide en 3 ramos para los músculos abductor corto, oponente y fascículo superficial del flexor corto.

Segunda rama o colateral externa del pulgar: sigue el borde interno del flexor corto hasta la articulación metacarpofalángica; después el lado externo de la vaina fibrosa del flexor largo del pulgar hasta la extremidad del dedo.

Tercera rama o nervio digital común del primer espacio: es corta, se divide pronto en dos largos ramos:

- nervio colateral palmar interno del pulgar (camina a lo largo del borde interno del flexor largo del pulgar)
- nervio colateral palmar externo del índice (da un ramo al 1er lumbrical)

Cuarta rama o nervio digital común del 2do espacio: desciende entre los tendones flexores del índice y dedo medio, da una rama al 2do lumbrical y se divide en la articulación metacarpofalángica en 2 ramos:

- nervio colateral interno del dedo índice
- nervio colateral externo del dedo medio

Quinta rama o nervio digital común del 3er espacio: transcurre en el intervalo comprendido entre los tendones flexores del dedo medio y anular se divide en la articulación metacarpofalángica en 2 ramos:

- nervio colateral palmar interno del dedo medio
- nervio colateral externo del dedo anular

- **Nervios colaterales palmares:** penetran en el dedo pasando por debajo del ligamento palmar interdigital. Caminan en la vaina de los flexores por delante de la arteria colateral palmar; dan numerosos ramos cutáneos. Cada colateral del índice, medio y anular emite 3 ramos:

1. ramo dorsal de la 2da falange se dirigen hacia abajo y
2. ramo dorsal de la 3ra falange atrás cruzan la arteria colateral correspondiente, se anastomosan con el nervio colateral dorsal y se ramifican en la cara dorsal de la 2da y 3ra falange
3. ramo de la articulación metacarpofalángica. Cada nervio colateral termina en la 3ra falange ramificándose en la yema del dedo y en la dermis subungueal.

Nervio cubital

- **Origen:** se desprende del tronco secundario antero-interno (sus fibras proceden del 8vo nervio cervical y del 1er nervio dorsal).
- **Trayecto:** desciende en el brazo hacia abajo y atrás, pasa por detrás de la epitroclea, después se dirige hacia delante y abajo para caminar por el lado antero-in-

terno del antebrazo hasta el borde externo del pisiforme para luego dividirse en sus 2 ramas terminales.

- **Relaciones:**

- *Axila:* nace en el intersticio que separa la arteria axilar de la vena axilar; se relaciona: hacia adelante con la vena y arteria axilar y músculos pectorales; hacia fuera con la arteria axilar, nervio mediano y nervio radial; hacia adentro con la vena axilar y el nervio braquial cutáneo interno.
- *Brazo:* desciende en parte de su trayecto en el conducto braquial, por dentro de la arteria y la vena humeral. En la parte media del brazo atraviesa el tabique intermuscular interno y camina por detrás de este y delante del vasto interno en compañía de la arteria colateral interna superior hasta la epitroclea.
- *Codo:* transcurre por detrás de la epitroclea en el canal epitrocleo-olecraneano del cual está separado por tejido celular laxo. Se introduce entre los haces fibrosos epitrocleares y cubitales y del cubital anterior, se flexiona hacia adelante y llega a la región anterior del antebrazo.
- *Antebrazo:* desciende casi verticalmente, sigue el borde interno de la arteria cubital hasta su terminación. Se apoya hacia arriba en el flexor común profundo y hacia abajo en el pronador cuadrado. Cubierto por el músculo cubital anterior hacia arriba hasta que este músculo se hace tendinoso y se coloca entonces por fuera de este tendón.
- *Muñeca:* por fuera de la arteria pasa con ella por un conducto osteofibroso, formado por el ligamento anular anterior hacia atrás, el pisiforme hacia adentro, y expansiones del ligamento anular dorsal y del músculo cubital anterior. En el extremo inferior del pisiforme se divide en sus 2 ramas terminales.

- **Ramas colaterales**

En el brazo, el nervio cubital no proporciona ningún ramo colateral.

- Ramos articulares: son dos. Nacen en el canal epitrocleo-olecraneano y terminan en la cara posterior de la articulación del codo
- Ramos musculares: para el cubital anterior y los dos fascículos internos del flexor común profundo.
- Ramo de la arteria cubital: nace de la parte media del antebrazo, se adosa a la arteria cubital, hasta la palma de la mano. Proporciona un filete cutáneo para la parte inferior del antebrazo.
- Rama cutánea dorsal de la mano: rama sensitiva que inerva la mitad interna de la cara dorsal de la mano. Nace a nivel del tercio inferior del antebrazo, se dirige hacia abajo y hacia adentro y alcanza la cara dorsal de la muñeca pasando por debajo del cubital anterior, atraviesa la aponeurosis por encima de la cabeza del cubital y por fuera del

tendón del cubital posterior. Pronto se divide en 3 ramos:

ramo interno: forma el nervio colateral dorsal interno del meñique.

ramo medio: desciende hasta la extremidad inferior del 4to espacio interóseo y se divide en dos ramas (el nervio colateral dorsal externo del meñique y el ramo dorsal para la 1ra falange del anular)

ramo externo: se dirige hacia la extremidad inferior del 3er espacio interóseo donde se divide en dos ramas (una proporciona sensibilidad al lado interno de la 1ra falange del dedo medio en su cara dorsal y la otra rama proporciona sensibilidad al lado externo de la 1ra falange del anular).

- **Ramas terminales**

1. *Superficial:* desciende por delante de la eminencia hipotenar, un ramo atraviesa la aponeurosis y da inervación al músculo cutáneo palmar. Se divide en dos ramas:
 - *Interna:* se convierte en arteria colateral interna palmar del meñique
 - *Externa:* es el nervio digital común del 4to espacio; se anastomosa con el nervio digital del 3er espacio y se subdivide en colateral palmar externa del 5to dedo y colateral palmar interna del anular (éste da un ramo dorsal para la 3ra, 2da y 1ra falange, se dirigen hacia abajo y atrás, se anastomosan con los nervios colaterales dorsales y se ramifican en la cara dorsal de estas falanges).
2. *Profunda:* acompaña a la arteria cubitopalmar; pasa profundamente a los músculos de la eminencia hipotenar; cruza la cara anterior del oponente se dirige hacia fuera hasta el aductor del pulgar; cruza el arco palmar profundo, por detrás de la arteria, de los tendones de los flexores y de la aponeurosis profunda. Inerva los músculos aductor, flexor corto y oponente del 5to dedo, los músculos interóseos, los nervios del 3er y 4to interóseos, dan un ramo para el 3er y 4to lumbrical. Termina dando ramas al aductor del pulgar, primeros interóseos dorsal y palmar y al fascículo profundo del flexor corto del pulgar.

Nervio braquial cutáneo interno

- **Origen:** tronco secundario antero-interno (8vo nervio cervical y 1er nervio dorsal)
- **Trayecto y relaciones:** desciende por dentro de la arteria axilar, desciende progresivamente hacia adelante y se coloca primero por delante y luego por dentro del nervio cubital, y por delante de la vena axilar.
 - Brazo: desciende en el conducto braquial por delante de la vena humeral profunda interna o de la vena basilica cuando esta sube hasta la axila. Atraviesa esta vaina por el mismo orificio que la

vena basilica en la mitad del brazo, y se hace superficial para dividirse en dos ramas terminales.

- **Ramas colaterales:** ramo cutáneo del brazo, se ramifica en la piel de la región interna del brazo.
- **Ramas terminales:** por encima de la epitroclea se divide en:
 - Rama anterior: desciende a lo largo y por fuera de la vena basilica se divide en 2 o 3 ramos que cruzan la vena mediana basilica. Después desciende hasta la muñeca inervando la región antero-interna del antebrazo.
 - Rama posterior: se dirige hacia abajo y adentro pasando por encima de la epitroclea y se distribuye en la piel de la parte posterior del antebrazo.

Nervio circunflejo

- **Origen:** tronco secundario posterior (constituye su rama terminal externa) procede de fibras que nacen del 5to y 6to nervio cervical. Es corto y termina en el hombro. Está situado por fuera del nervio radial en su origen, por detrás de la arteria axilar y por delante del músculo subescapular. Se dirige hacia afuera y hacia abajo, se reúne con la arteria circunfleja posterior en el borde inferior del subescapular. Junto con esta arteria atraviesa el cuadrilátero húmero-tricipital, por debajo de la cápsula articular. Puede ser lesionado en la luxación anterior e inferior del hombro; contornea el cuello quirúrgico del húmero y alcanza la cara profunda del deltoides, donde termina.
- **Ramas colaterales:**
 - Ramas articulares: son dos, se dirigen a la parte anterior o inferior de la cápsula articular del hombro.
 - Ramo subescapular: nace a la altura del borde inferior de este músculo y termina en sus fascículos inferiores.
 - Nervio del redondo menor: contornea al músculo por su borde inferior y aborda al músculo por su cara posterior.
 - Nervio cutáneo del hombro: se dirige hacia atrás y adentro, contornea el borde posterior del deltoides hacia su parte media atraviesa la aponeurosis y se distribuye en la piel de la parte posteroexterna del hombro y brazo.
- **Ramas terminales:** se dividen en dos ramas principales que terminan en la cara profunda del deltoides.

Nervio radial

- **Origen:** es continuación del tronco secundario posterior (procede del 6to, 7mo, 8vo nervio cervical y 1er nervio dorsal).
- **Trayecto:** atraviesa verticalmente la pared inferior de la cavidad axilar, se dirige hacia abajo, hacia atrás y

afuera, contornea en el canal radial del húmero la cara posterior del hueso. Camina en el pliegue del codo por el canal externo hasta las cercanías de la interlínea articular, donde se divide en sus dos ramas terminales.

- **Relaciones:**

- Axila: situado por detrás de la arteria axilar, por delante del redondo mayor, subescapular y dorsal ancho.
- Brazo: se dirige hacia abajo, atrás y afuera; se introduce en la hendidura humerotricipital por debajo del redondo mayor y del dorsal ancho en el canal osteomuscular comprendido entre el canal radial del húmero hacia adelante, la porción larga del tríceps y el vasto externo atrás, las inserciones del vasto externo por arriba y las del vasto interno por abajo. En este canal el nervio está acompañado por la arteria humeral profunda que se coloca por arriba y afuera del nervio.
- Codo: sale del canal radial y desciende en el fondo del canal bicipital externo, junto con la arteria recurrente radial anterior. El canal bicipital externo está limitado por: bíceps y braquial anterior (hacia adentro), supinador largo y primer radial (hacia fuera). A nivel de la cabeza del radio el nervio se divide en 2 ramas terminales.

- **Ramas colaterales:**

1. Ramo cutáneo interno: se distribuye en la región posterointerna del brazo.
2. Nervio de la porción larga del tríceps: nace por encima de la base de la axila, desciende por dentro y delante de la porción larga del tríceps a quien inerva.
3. Nervio superior del vasto interno: está destinado a la parte interna del vasto interno, que alcanza juntándose en parte de su trayecto con el nervio cubital, o bien, con la arteria colateral interna superior de la humeral.
4. Nervio del vasto interno y del ancóneo: tiene su origen hacia la extremidad superior del canal radial; da ramas a la parte superior del vasto interno y desciende en el espesor del músculo hasta el ancóneo al que inerva.
5. Nervio del vasto externo: nace del extremo superior del canal radial y da ramas que se pierden en el vasto externo.
6. Ramo cutáneo externo: nace en el extremo inferior del canal radial, atraviesa la aponeurosis entre el tríceps y el supinador largo y se pierde en la piel de la parte media de la región posterior del antebrazo.
7. Nervio del braquial anterior: nace del radial a nivel del canal bicipital externo y se distribuye en los fascículos más externos del braquial anterior.
8. Nervio del supinador largo: nace a nivel del canal bicipital externo y aborda al supinador largo por su cara interna.

9. Nervio del primer radial: se destacan algunos filetes articulares destinados a la parte anteroexterna de la articulación del codo.

• **Ramas terminales:**

- Rama anterior o sensitiva: desciende verticalmente debajo del supinador largo. En el tercio superior del antebrazo va por el lado externo de la arteria radial, cruza por detrás el supinador corto, el pronador redondo y la cabeza radial del flexor común superficial. Cuando alcanza la extremidad inferior del antebrazo aborda la cara posterior de la misma pasando por debajo del tendón del supinador largo, perfora la aponeurosis y se divide por encima de la extremidad inferior del radio en dos ramas:

Rama externa: desciende sobre el borde externo de la mano, da un filete tenar y se convierte en el nervio colateral dorsal externo del pulgar.

Ramo medio: se divide por encima y detrás del 1er espacio interóseo en dos ramas: colateral dorsal interna del pulgar y ramo que se distribuye en el lado externo de la cara dorsal de la primera falange del índice.

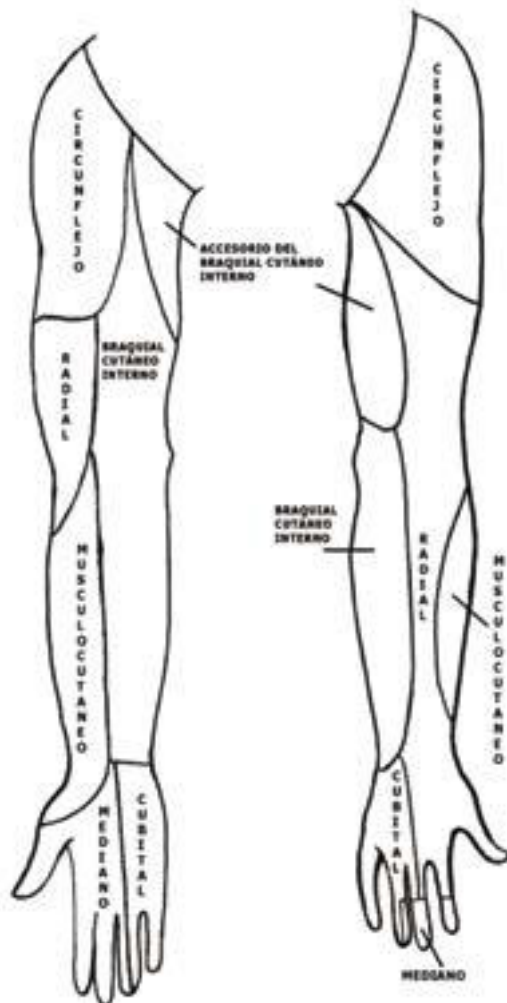
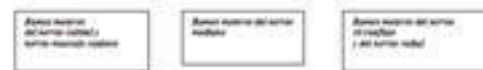
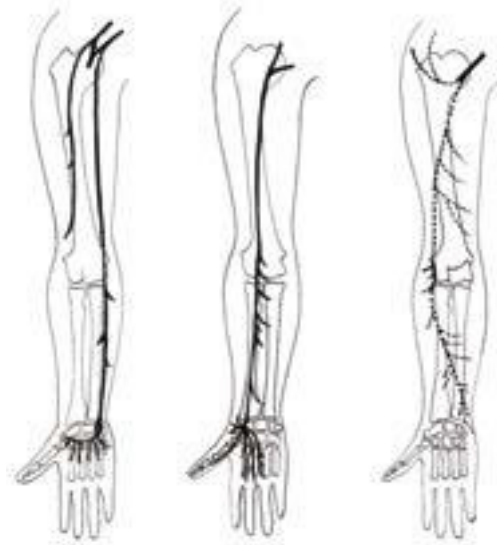
Ramo interno: se divide por detrás del 2do espacio interóseo en dos ramas terminales que van a inervar el lado interno de la cara dorsal de la primera falange del índice y el lado externo de la cara dorsal de la primera falange del medio.

- Rama posterior o motora: da cerca de su origen el nervio del 2do radial. La rama posterior se dirige hacia abajo, atrás y afuera, penetra en el supinador corto, lo atraviesa y alcanza la cara posterior del antebrazo. Emerge del supinador corto cerca del borde inferior del músculo, por el intersticio que separa las dos capas que lo constituyen. Se coloca entre los dos planos musculares del antebrazo, origina:

a - Ramos posteriores: para los músculos del plano superficial (cubital posterior, extensor común de los dedos, extensor propio del meñique).

b - Ramos anteriores: para los del plano profundo: abductor largo del pulgar, extensor corto del pulgar, extensor largo del pulgar (estos dos forman la tabaquera anatómica) y extensor propio del índice.

La rama posterior termina descendiendo entre los dos planos musculares por detrás del abductor largo y del extensor corto del pulgar; para luego continuarse por detrás de la rama interósea, por delante del extensor del índice y extensor largo del pulgar. Se adosa a la vaina del extensor común para ramificarse en la cara dorsal de las articulaciones de la muñeca y de los huesos del carpo.



Jefe de Cátedra de Anatomía Normal: Dr. Raúl Francisquelo

Autores:

Miembro superior e inferior

- Boglioli, Analía. Jefe de trabajos Prácticos.
- Cabral, María Eugenia. Jefe de trabajos Prácticos
- Calgaro, Graciela. Jefe de trabajos Prácticos.

Marcha normal

- Paleari, Alejandro. Colaborador docente.

Topografía

- Olivier Ibarra, Luciano Oscar.
- Orieta, Dario Luis.

Docentes colaboradores

- Bellini, Mariela Andrea. Ayudante de segunda.

Topografía de miembro superior

Región axilar

La axila tiene forma de pirámide cuadrangular con vértice truncado que se dispone en el espacio de la siguiente manera, la base se orienta inferolateral y vértice superomedial. En ella se describen: A) cuatro paredes denominadas externa, interna, anterior y posterior; B) una base; C) un vértice; D) una cavidad, llamada hueco axilar o cavidad axilar, delimitada por las paredes. La axila se encuentra atravesada por arteria y vena axilar con sus ramas y afluentes, las ramas del plexo braquial responsables de la inervación sensitiva y motora del brazo y parte del tórax, así como los vasos linfáticos del brazo y la mama, que confluyen en numerosos grupos ganglionares rodeados por cantidades variables de tejido graso.

Las paredes de la axila están constituidas por las partes blandas que intervienen la formación de la articulación del hombro y la parrilla costal.



I. Pared anterior

Es conocida con el nombre de región subclavicular.

Constitución: se describirán por plano las estructuras de la superficie a la profundidad.

1. Plano superficial o supraaponeuroticos.

Piel: delgada, lisa y flexible.

Pánicula adiposa.

Fascia superficialis: contiene ramas vasculares y filetes nerviosos de los músculos intercostales.

2. Aponeurosis.

Se extiende desde la clavícula hasta el borde inferior del músculo pectoral mayor envolviéndolo completamente mediante una hoja anterior y otra hoja posterior.

3. Músculo pectoral mayor.

4. Plano musculoaponeurótico profundo o clavipectoroaxilar.

- Músculo subclavio.
- Músculo pectoral menor.
- Aponeurosis clavipectoroaxilar.

Se inserta por arriba en los dos bordes del canal del

subclavio embolsando este músculo, después se extiende hacia el pectoral menor y cubre el triángulo clavipectoral. A continuación se divide en dos hojas que cubren las caras anterior y posterior de este músculo. Más allá del músculo las hojas vuelven a unirse entre sí para descender hasta los tegumentos de la base de la axila conformando el ligamento suspensorio de la axila.

La porción de la aponeurosis que se extiende desde el subclavio al músculo pectoral menor se denomina aponeurosis clavipectoral.

En resumen la aponeurosis clavipectoroaxilar presenta dos partes que examinadas de superior a inferior son: 1° aponeurosis clavipectoral; 2° ligamento suspensorio de la axila.



II. Pared posterior

Constitución:

1. Músculo subescapular.
2. Músculo redondo mayor.
3. Músculo dorsal ancho.
4. Aponeurosis de dichos músculos.

Espacio omohumeral

De forma triangular con base externa, comprendido entre los músculos redondo mayor y dorsal ancho por debajo y los músculos subescapular y redondo menor por arriba. Este espacio está dividido por la porción larga del músculo tríceps en dos partes, el espacio humerotrícipital y el espacio omotrícipital.

• Espacio Humerotrícipital

Es de forma cuadrangular y externo.

Límites:

- *Superior:* músculos subescapular y redondo menor.
- *Inferior:* músculos redondo mayor y dorsal ancho.
- *Externo:* humero.
- *Interno:* porción larga del músculo tríceps.

Elementos que lo atraviesan: vasos circunflejos posteriores y nervio circunflejos.

• Espacio omotrícipital

Es de forma triangular e interno.

Límites:

- *Superior:* músculos subescapular y redondo menor.

- *Inferior*: músculos redondo mayor y dorsal ancho.
- *Externo*: porción larga del músculo tríceps.

Elementos que lo atraviesan: rama escapular de la arteria escapular inferior.

III. Pared interior

Constitución:

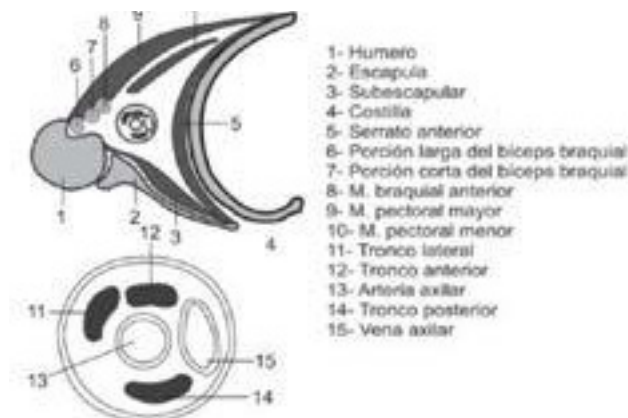
Músculo serrato mayor y su aponeurosis.

Parrilla costal, primeras seis costillas con sus respectivos espacios intercostales.

IV. Pared externa

Constitución:

- Músculo bíceps braquial.
- Músculo coracobraquial.
- Aponeurosis braquial, la cual se continúa con la aponeurosis clavipectoral.



V. Vértice

Es truncado y por él entran los nervios y vasos de la axila. Esta limitado hacia adelante por la clavícula y el subclavio; hacia atrás y afuera por el borde superior del omoplato y la apófisis coracoides; hacia adentro por la primera costilla y la primera digitación del músculo serrato mayor.

VI. Base

Es cóncava y se extiende de la parte superior e interna del brazo a la pared del tórax.

Constitución: Se describirán por plano las estructuras de la superficie a la profundidad.

1. Piel, delgada, móvil y cubierta de pelos.
2. Tejido celular subcutáneo.
3. Aponeurosis superficial.
4. Aponeurosis profunda, es la continuación de la hoja profunda del ligamento suspensorio de la axila.

VII. Cavidad axilar

Tiene forma de pirámide cuadrangular con el vértice truncado.

Contenido:

Tejido celuloadiposo.

Vasos y ganglios linfáticos.

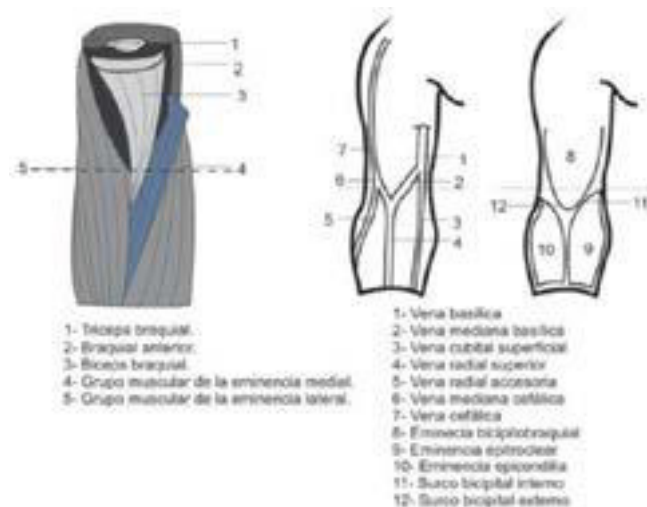
Paquete vasculonervioso.

- Arteria axilar y sus seis ramas colaterales.
- Vena axilar.
- Plexo braquial.

Región del pliegue del codo

Esta región presenta tres salientes triangulares, uno medio o bicipitobraquial cuyo vértice es inferior que corresponde al tendón del bíceps; dos laterales triangulares de base inferior y vértice superior llamados: A) eminencia epitroclear, compuesta por los músculos epitrocleares y B) eminencia epicondilia conformada por los músculos supinadores y radiales.

La eminencia medial está separada de las laterales por los surcos bicipital externo e interno que se encuentran en la línea media del brazo dibujando un V.



Constitución: se describirán por plano las estructuras de la superficie a la profundidad.

1. Plano superficial o supraaponeuroticos.

- Piel, móvil y sin pelos.
- Panículo adiposo.
- Fascia superficialis, en esta capa está presente la M venosa constituida de la siguiente forma: la vena radial superficial se divide en dos ramas que son la vena mediana cefálica y la vena mediana basilica, la primera se introduce en el surco bicipital externo y se una a la vena radial accesoria para formar la vena cefálica; la segunda se introduce en el surco bicipital interno para terminar anastomosándose con la vena cubital superficial formando la vena basilica.
- Nervio musculocutáneo, atraviesa la aponeurosis para dividirse inmediatamente en sus dos ramas terminales, las cuales se disponen por encima y debajo de la vena mediana cefálica cerca del epicondilia.

2. Aponeurosis.

3. Plano subaponeuroticos.

- *Músculos de la eminencia media o bicipitobraquial:* formados por dos músculos superpuestos, el bíceps por arriba y el braquial anterior por debajo.
- *Músculos de la eminencia lateral:* constituido por seis músculos orientados en tres planos, el superficial con-

tiene los músculos pronadores redondos, palmar mayor, palmar menor y cubital anterior. El plano medio representado por fascículos del flexor común de los dedos. El plano profundo gobernado por los fascículos del músculo flexor común profundo.

- *Músculos de la eminencia medial:* comprende cuatro músculos superpuestos de anterior a posterior de la siguiente manera. Supinador largo, primer radial, segundo radial y supinador corto.

Vasos y nervios del canal bicipital interno: arteria humeral, arteria recurrente cubital anterior y el nervio mediano.

Vasos y nervios del canal bicipital externo: recorrido por los nervios musculocutáneo y radial, arteria humeral profunda y la recurrente radial anterior.

Región olecraniana

Lo más característico de esta región en su parte media es la saliente del olécranon. Con el antebrazo en extensión el olécranon, la epitroclea y el epicóndilo están situados en una misma línea transversal.

Constitución:

1. Plano superficial o supraaponeuroticos.

- Piel.
- Tejido celular subcutáneo.
- Ramos nerviosos pertenecientes al musculocutáneo y ramo cutáneo externo del radial.

2. Aponeurosis.

3. Plano subaponeurótico.

- *Grupo muscular medio:* ocupado por la parte inferior del tríceps.
- *Grupo muscular externo:* dividido en dos planos, uno superficial llamado grupo de los músculos epicóndileos superficiales, que de dentro hacia afuera son anconeo, cubital posterior, extensor propio del meñique y extensor común. El plano profundo está representado por el supinador largo.
- *Grupo muscular interno:* comprendido por la porción superior del cubital anterior que cubre el extremo superior del flexor común profundo.

Vasos: ubicamos a la parte posterior de la red periarticular del codo.

Nervios: están presentes los nervios del anconeo y el cubital.

Región anterior de la muñeca

Compuesta por las partes blandas situadas por delante de la articulación de la muñeca.

Esta región está limitada hacia afuera por el borde externo del radio y el saliente de los tendones pertenecientes a los músculos abductor largo y del extensor corto del pulgar; hacia adentro, por el borde interno del tendón del músculo cubital anterior.

Constitución:

1. Plano superficial o supraaponeuroticos.

- Piel
- Tejido subcutáneo, en él están presente las venas radial y cubital, las últimas ramas de los filetes nerviosos del musculocutáneo y braquial.

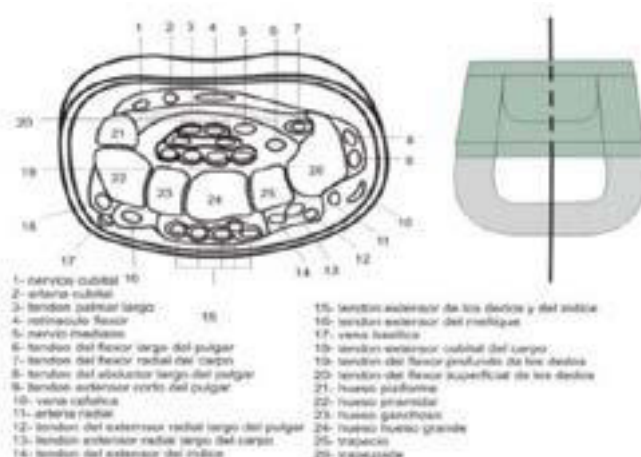
2. Aponeurosis, el elemento más distintivo hallado es el ligamento anular del carpo, definido como una lámina fibrosa que se extiende transversalmente desde los tubérculos del escafoides y del trapecio a los huesos pisiforme y ganchoso. Este ligamento transforma el canal carpiano en un conducto denominado conducto carpiano.

- *Conducto carpiano:* se halla formado por un arco óseo en el cual encontramos presentes a los huesos pisiforme, piramidal, ganchoso, grande, trapecio y trapecioide y una membrana aponeurótica que lo recubre a modo de techo.

Por el recorren los cuatro tendones flexores profundos, los cuatro tendones flexores superficiales, tendón del flexor largo del pulgar, el nervio mediano y el tendón del palmar mayor.

3. Plano subaponeurótico.

Se encuentra dividido en cuatro planos, los tres primeros son tendinosos, el cuarto muscular.



- *Primer plano:* tendones del supinador largo, palmar mayor, palmar menor y del cubital anterior.
- *Segundo plano:* tendones del flexor común superficial.
- *Tercer plano:* tendones del flexor común profundo y flexor largo del pulgar.
- *Cuarto plano:* músculo pronador cuadrado.

Vasos y nervios subaponeuroticos:

- Arteria radial: se encuentra en el canal del pulso
- Fascículo vasculonervioso cubitales.
- Nervio mediano.

Región dorsal de la muñeca

Está situada por detrás de la articulación del puño.

Constitución:

1. Plano superficial o supraaponeuroticos.

- Piel
- Tejido subcutáneo

2. Aponeurosis, lo más importante de este plano es el ligamento anular dorsal del carpo. Este ligamento es una lámina fibrosa, que se fija hacia adentro en el labio anterior del abductor largo del dedo pulgar y por dentro en los huesos piramidal y pisiforme.

3. Plano subaponeurótico.

Encontramos dispuestos de afuera hacia adentro los tendones del abductor largo, extensor corto del pulgar, extensor largo del pulgar, extensor común, extensor propio del índice, extensor propio del meñique y cubital posterior.

La arteria de mayor importancia es la arteria radial.

Tabaquera anatómica

Se la define como una depresión triangular situada en la región posterolateral de la muñeca y del primer metatarsiano. Está formada por los tendones extensores que se dirigen al pulgar.

Constitución:

La base del triángulo está orientada hacia la muñeca y el vértice dirigido al pulgar.

- *borde lateral*: tendones del abductor largo del pulgar y del extensor corto del pulgar.
- *borde medial*: tendón del extensor largo del pulgar.
- *suelo*: hueso trapecio y escafoides.

En la depresión encontramos a la arteria radial.



Apunte redactado e ilustrado por docentes de la Cátedra de Anatomía Normal.

Jefe de Cátedra de Anatomía Normal: Dr. Raúl Francisquelo

Autores:**Miembro superior e inferior**

- Boglioli, Analía. Jefe de trabajos Prácticos.
- Cabral, María Eugenia. Jefe de trabajos Prácticos
- Calgaro, Graciela. Jefe de trabajos Prácticos.

Marcha normal

- Paleari, Alejandro. Colaborador docente.

Topografía

- Olivier Ibarra, Luciano Oscar.
- Orieta, Dario Luis.

Esperamos que este aporte sea valioso para el aprendizaje del aparato locomotor y su aplicación. A través de estas humildes páginas quisimos transmitir nuestro esfuerzo y ganas para colaborar en su formación profesional



UNIDAD 11

MATERIAL DE ESTUDIO



CONTENIDO

Material bibliográfico

- Anatomía Humana - Estudio Anatomofuncional de Miembro Inferior
- Anatomía Humana - Marcha normal
- Anatomía Humana - Topografía del miembro inferior
- Fisiología Humana - Aspectos generales de la actividad nerviosa refleja

Guía de estudio

- Guía de estudio N°6: Introducción a la Fisiología de la marcha. Fisiología del hueso. Apoptosis y envejecimiento

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

ANATOMIA NORMAL

Estudio Anatomofuncional de Miembro Superior e Inferior

Miembros Inferiores

Generalidades

Los miembros inferiores están especializados para cumplir con tres importantes funciones:

1. soporte del peso corporal
2. locomoción
3. equilibrio

Se hallan unidos al tronco a partir de la cintura pelviana. Están constituido por cuatro segmentos:

1. cadera: une el esqueleto del miembro inferior a la columna vertebral
2. muslo: une la cadera y la rodilla
3. pierna: es la porción comprendida entre la rodilla y el tobillo
4. pie: es la porción distal de la pierna, comprende el tarso, metatarso y falanges.

El peso corporal es transfundido desde la columna a la cintura pelviana y desde esta, a través de la articulación coxofemoral a los fémures, luego es transferido a la tibia y desde allí a través de la articulación tibiotarsiana al pie. Los segmentos que componen el miembro inferior se movilizan coordinadamente, durante las fases de la locomoción, es un miembro de carga y apoyo.

La cintura pélvica interviene en la transmisión de las fuerzas que recibe, y se adapta inclinándose o basculando en respuesta al apoyo unilateral.

La cadera y el muslo permiten el desplazamiento en tres direcciones en el espacio.

La rodilla y la pierna aseguran la solidez del movimiento en la locomoción, estabiliza las fases de apoyo y suspensión en la marcha y el salto.

El pie, cumple con la función de adaptar al piso en el apoyo y las diferentes formas de locomoción.

En cada uno de los pasos, los pies momentáneamente reposan sobre el piso. Es el tiempo “de doble apoyo”. Luego un solo pie soporta al cuerpo “apoyo unilateral”, simultáneamente el otro miembro se eleva sobre el plano de sustentación y oscila; primero se coloca por detrás del miembro portante (paso posterior), lo cruza enseguida (paso a la vertical) y pasa a su lado para ponerse por delante de él (paso anterior) para tomar contacto con el piso y apoyarse a su vez, volviendo a la posición de doble apoyo.

Esqueleto del miembro inferior

Está formado por cuatro segmentos:

1. cadera
2. muslo
3. pierna
4. pie

Esqueleto de la cadera

Hueso coxal o ilíaco

Junto con el sacro y el cóccix limitan el cinturón pelviano.

El hueso ilíaco es un hueso ancho, plano, torcido sobre su propio eje.

Posee tres segmentos:

1. Segmento superior: llamado ala ilíaca o ilion
2. Segmento medio: articular, llamado cavidad cotiloidea.
3. Segmento inferior: formado por los bordes o el marco del orificio isquiopubiano, el segmento anterior del orificio está constituido por el pubis y el segmento posterior está constituido por el isquion.

El ilion, el pubis y el isquion proceden de tres puentes de osificación diferentes, que convergen en el centro de la cavidad cotiloidea.

Se describen en el hueso coxal:

Dos caras:

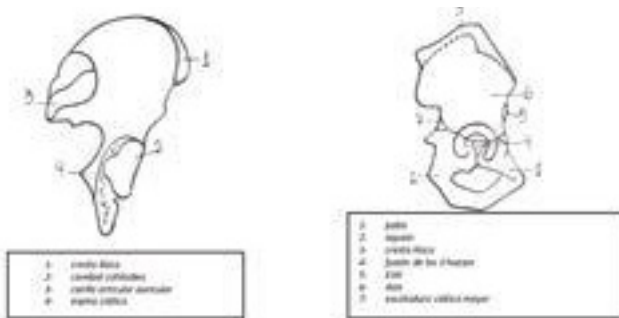
- interna
- externa

Cuatro bordes:

- superior
- inferior
- anterior
- posterior

Cuatro ángulos

- anterosuperior
- posterosuperior
- anteroinferior
- posteroinferior



Caras

Cara externa

En esta cara se desarrolla de arriba hacia abajo:

1. Fosa ilíaca externa
2. Cavidad cotiloidea
3. Agujero isquiopubiano

1. **Fosa ilíaca externa:** superficie ondulada, convexa hacia delante, cóncava hacia atrás. Posee dos líneas semicirculares que la recorren, una anterior y otra posterior. Las dos curvas dividen en tres segmentos a la fosa ilíaca externa, cada segmento permite la inserción de los músculos glúteo mayor, medio y menor.

2. **Cavidad cotiloidea:** orientada hacia abajo, afuera y adelante. Se halla limitada la cavidad por un saliente llamado ceja cotiloidea. La ceja cotiloidea presenta tres escotaduras que coinciden con la fusión de las tres piezas óseas que constituyen el hueso.

- escotadura anterior o iliopubiana
- escotadura posterior o ilioisquiática
- escotadura inferior o isquiopubiana

En la extremidad anterior de la superficie articular existe un saliente denominado tubérculo precotiloideo. La cavidad cotiloidea presenta dos partes bien diferenciadas:

- a - una central, no articular, llamada trasfondo de la cavidad cotiloidea
- b - una periférica, articular, semilunar, cuyos dos extremos limitan la escotadura isquiopubiana.

3. **Agujero isquiopubiano:** amplio orificio. De forma triangular en la mujer y oval en el hombre. Limitado hacia arriba por la cavidad cotiloidea, el pubis hacia delante y el isquion por detrás.

Pubis: posee tres segmentos:

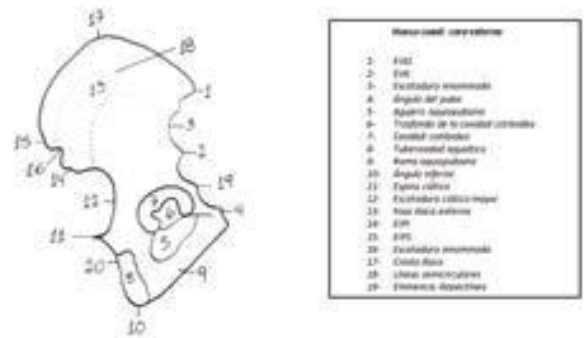
1. Cuerpo del pubis o rama horizontal: ubicado en la parte superior del agujero isquiopubiano.
2. Lámina cuadrilátera del pubis: ubicada por delante del agujero isquiopubiano.
3. Rama descendente del pubis: ubicada por debajo y detrás de la lámina cuadrilátera.

Isquion: se halla constituido por:

1. la rama descendente del isquion, casi vertical

2. la rama ascendente del isquion, orientada hacia adelante, adentro y arriba, para unirse a la rama descendente del pubis.

Las dos ramas del isquion se unen en un ángulo, casi recto. Hacia atrás del ángulo existe un saliente denominado tuberosidad isquiática.



Cara interna

Una línea innominada la divide en dos segmentos:

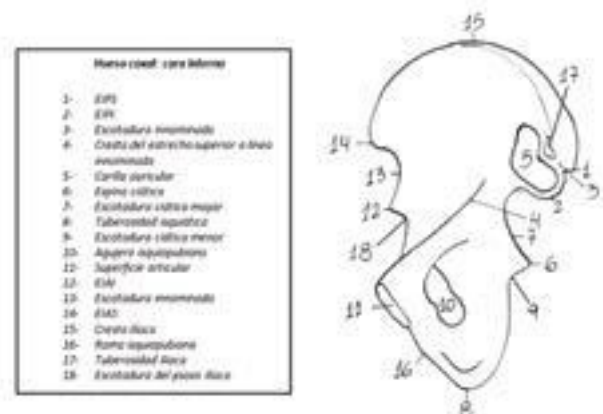
1. Segmento superior, ocupado por: la fosa ilíaca interna, la carilla auricular y la tuberosidad ilíaca.
2. Segmento inferior, ocupado por: el agujero isquiopubiano, canal subpubiano y el fondo de la cavidad cotiloidea.

Línea innominada o cresta del estrecho superior de la pelvis: curva, oblicua hacia abajo y adelante, en su extremo anterior forma una cresta aguda llamada cresta pectínea.

Fosa ilíaca interna: ancha, cóncava, triangular, presenta los orificios nutricios principales del hueso, permite la inserción del músculo ilíaco.

Carilla auricular: para articularse con el sacro. Borde anterior e inferior, es convexo; su borde posterior y superior es cóncavo. Forma de medialuna.

Tuberosidad ilíaca: ubicada por encima de la carilla auricular, es rugosa e irregular.



Bordes

Borde superior o cresta ilíaca

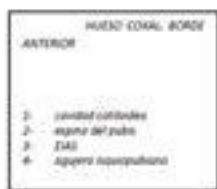
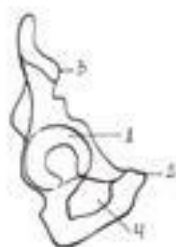
Sinuoso, forma de S itálica. Describe una curva cóncava hacia adentro por delante, y cóncava hacia afuera por detrás. En su extremidad anterior presenta un engrosamiento de-

nominada espina ilíaca antero-superior (EIAS).
En la extremidad posterior presenta un engrosamiento denominado espina ilíaca postero-superior (EIPS).

Borde anterior

Presenta una curva cóncava hacia adentro y hacia arriba.
Presenta de arriba hacia abajo los siguientes reparos óseos:

1. espina ilíaca antero-superior (EIAS)
2. escotadura innominada
3. espina ilíaca antero-inferior (EIAI)
4. escotadura del psoas ilíaco
5. eminencia iliopectínea (unión del pubis con el ilion)
6. superficie pectínea
7. espina del pubis
8. ángulo del pubis



Borde inferior

Se continúa con el borde anterior, forman el ángulo del pubis.
En el segmento anterior se ubica una superficie articular elíptica que forma con la del lado opuesto la sínfisis pubiana.
El segmento posterior, permite la inserción de músculos del muslo y del periné (piso de la pelvis).

Borde posterior

Se extiende desde la espina ilíaca posterior y superior (EIPS) a la tuberosidad isquiática.

Presenta los siguientes accidentes de arriba hacia abajo:

1. espina ilíaca postero-superior (EIPS)
2. escotadura innominada
3. espina ilíaca postero-inferior (EIPi)
4. escotadura ciática mayor
5. espina ciática
6. escotadura ciática menor
7. tuberosidad isquiática

Ángulos

Ángulo anterosuperior: representado por la espina ilíaca antero-superior (EIAS).

Ángulo anteroinferior: representado por el ángulo del pubis.

Ángulo posteroinferior: representado por la tuberosidad isquiática.

Ángulo posterosuperior: representado por la espina ilíaca postero-superior (EIPS).

Esqueleto del muslo

Fémur

Es el hueso, que forma por sí solo, el esqueleto del muslo.

Es un hueso largo.

Se articula hacia arriba con el hueso coxal y hacia abajo con la tibia.

En el muslo posee una dirección oblicua hacia abajo y adentro.

Cuerpo

Prismático triangular.

Posee tres caras:

- anterior
- posterolateral interna
- posterolateral externa

Posee tres bordes:

- lateral interno
- lateral externo
- posterior

Caras

Cara anterior: convexa y lisa, en ella se insertan músculos.

Cara posterolateral interna: libre de inserciones musculares

Cara posterolateral externa: ancha, acanalada en su segmento medio, convexa y afilada en sus extremidades.

Bordes

Bordes laterales, interno y externo: se confunden con las caras, son convexos.

Borde posterior: o línea áspera. Grueso, saliente y rugoso.

Posee un labio interno y otro externo. Hacia arriba, esta línea se divide en 3 ramas:

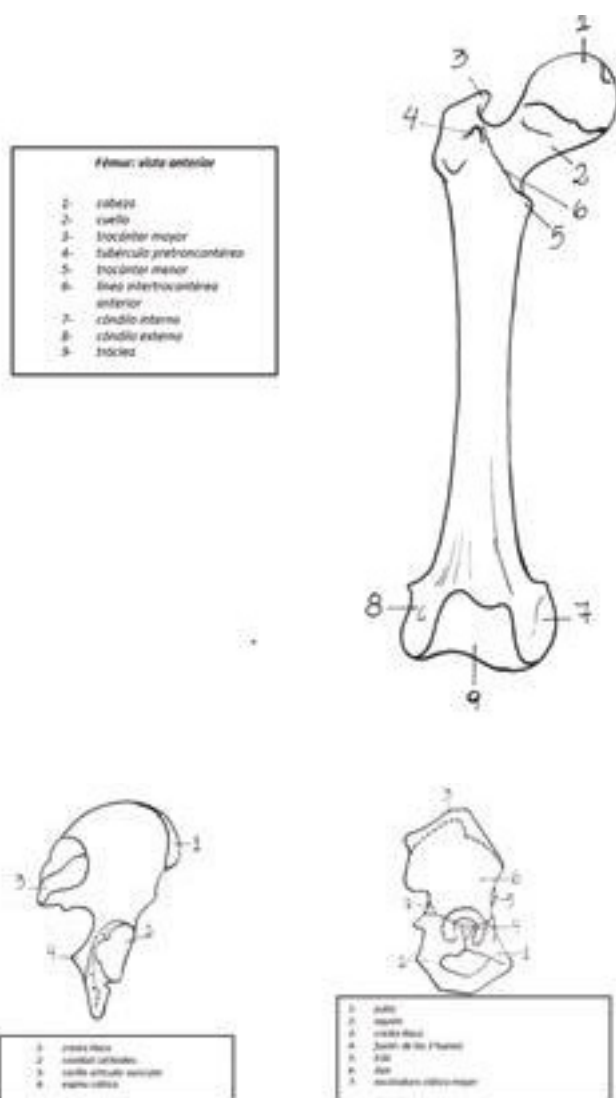
1. rama interna o cresta del vasto interno
2. rama media o cresta pectínea
3. rama externa o cresta del glúteo mayor

Puede existir una cuarta rama de división, por fuera de la cresta pectínea, denominada cresta del aductor menor.

En su extremo inferior, la cresta se divide en 2 ramas:

1. interna
2. externa

Ambas ramas limitan entre sí un espacio triangular de base inferior, el espacio poplíteo. El agujero nutricio se abre en la parte media de la línea áspera.



Extremidad superior

En la extremidad superior se exponen:

1. la cabeza femoral, articular
2. trocánter mayor
3. trocánter menor
4. cuello del fémur

1. Cabeza del fémur: eminencia esférica, de 20 a 25 mm de radio. Su eje mayor está orientado hacia arriba, adentro y adelante. La cabeza del fémur posee por debajo y detrás de su centro una depresión llamada "fosita del ligamento redondo".

2. Trocánter mayor: cuadrangular, prolonga el cuerpo del hueso. Su cara externa presenta una cresta o relieve de inserción del glúteo medio. La cara interna, presenta una depresión, llamada fosita digital. El borde inferior presenta una cresta horizontal para el vasto externo. El borde posterior se continua con la cresta intertrocanterea posterior. El borde superior presenta la superficie de inserción del músculo piramidal. El borde anterior, el borde de inserción del glúteo menor.
3. Trocánter menor: apófisis cónica, ubicada en la unión del cuello con la cara medial del cuerpo. En él se inserta el musculo psoas iliaco. Líneas intertrocanterea: el trocánter mayor y el menor están unidos entre sí por la cara anterior y posterior del hueso por dos crestas llamadas líneas intertrocanterea.
4. Cuello del fémur: se extiende desde la cabeza del fémur a los trocánteres y líneas intertrocanterea. Su eje forma con el eje del cuerpo un ángulo de 130°. Es cilíndrico, se ensancha hacia fuera y se estrecha hacia adentro.

Extremidad inferior

Muy voluminosa. El eje transversal es mayor que el anteroposterior. Está constituida por dos cóndilos, separados entre sí por la escotadura intercondílea.

- Cóndilos femorales: en número de dos, uno interno y otro externo, presentan una cara inferior, una cara posterior y dos laterales.
- Cara inferior y posterior: ocupadas por una superficie articular que se corresponde con la rótula y la tibia. Hacia delante se distingue la tróclea femoral y hacia atrás los cóndilos propiamente dichos.
- Tróclea femoral: separada de los cóndilos por las ranuras condilótrocleares. Esta compuesta por dos vertientes convexas, reunidas por una garganta anteroposterior, roma. La vertiente externa es más extensa, ancha y saliente. Por encima de la troclea se desarrolla una depresión "el hueco supratrocLEAR".
- Cóndilos propiamente dichos: continúan hacia atrás las vertientes de la tróclea, el cóndilo interno es más largo que el externo. La escotadura intercondílea es irregular y rugosa, continua hacia atrás la garganta de la tróclea. Por encima de cada cóndilo se ubican dos salientes denominados tubérculos supracondíleos interno y externo. Las caras laterales muestran diferencias entre los cóndilos. Cóndilo interno: en su parte media se ubica la tuberosidad interna; presenta además un saliente prominente, el tubérculo del aductor mayor. Cóndilo externo: en su parte media se ubica la tuberosidad externa.

Rótula

La rótula es un hueso sesamoideo desarrollado en el tendón del cuádriceps.

Triangular, de base superior.

Presenta:

Caras:

- anterior
- posterior

Base:

- superior

Vértice:

- inferior

Bordes:

- dos laterales

Cara anterior

Convexa. Perforada por orificios vasculares. Recorrida por canales verticales.

Cara posterior

Posee dos partes una superior y otra inferior.

- Parte superior articular: ocupa los tres cuartos superiores de la cara posterior de la rótula. Se articula con la tróclea femoral. Presenta una cresta vertical que separa dos carillas laterales. La carilla externa, ancha y excavada. La interna, ligeramente cóncava.
- Parte inferior: rugosa y cribada. Se relaciona con el ligamento adiposo de la rodilla.
- Base: triangular de vértice posterior. En su parte media se inserta el tendón del cuádriceps crural.

Vértice: dirigido hacia abajo. Se inserta el ligamento rotuliano.

Bordes laterales: convexos



Esqueleto de la pierna

Se halla constituido por dos huesos largos:

1. la tibia, interna y voluminosa
2. el peroné, externo

Ambos huesos se hallan separados entre sí por un espacio interóseo.

Tibia

Se dispone verticalmente, describiendo curvas, una superior de concavidad externa y otra inferior de concavidad interna. Se articula hacia arriba con el fémur y hacia abajo con el astrágalo.

Posee un cuerpo y dos extremidades

Cuerpo

Ancho en sus extremidades. De forma prismática triangular. Posee 3 caras y 3 bordes

- *Cara interna:* plana, lisa y subcutánea. En su segmento superior presenta inserciones musculares, permaneciendo libre de ellas en el resto de su extensión.
- *Cara externa:* esta cara se halla deprimida en su extremo superior y describe una curva oblicua hacia abajo y hacia adentro, “la línea oblicua de la tibia”. El agujero nutricio de la tibia se halla por encima de esta línea.
- *Cara posterior:* cruzada en su parte superior por una cresta oblicua, “la línea del sóleo”. Esta línea divide la cara posterior en un segmento superior, triangular y un segmento inferior, el cual se halla dividido por una línea vertical.
- *Borde anterior:* se halla contorneado en S itálica, cortante en su extremo superior, se pierde en la tuberosidad anterior de la tibia.
- *Borde externo:* en él se inserta la membrana interósea, se bifurca en su extremo inferior.
- *Borde interno:* como hacia arriba, sobresaliente hacia abajo.

Extremidad superior

Voluminosa, orientada hacia atrás y alargada transversalmente. Presenta dos tuberosidades, una interna y otra externa; separadas entre sí por una depresión que finaliza hacia adentro con la tuberosidad anterior de la tibia.

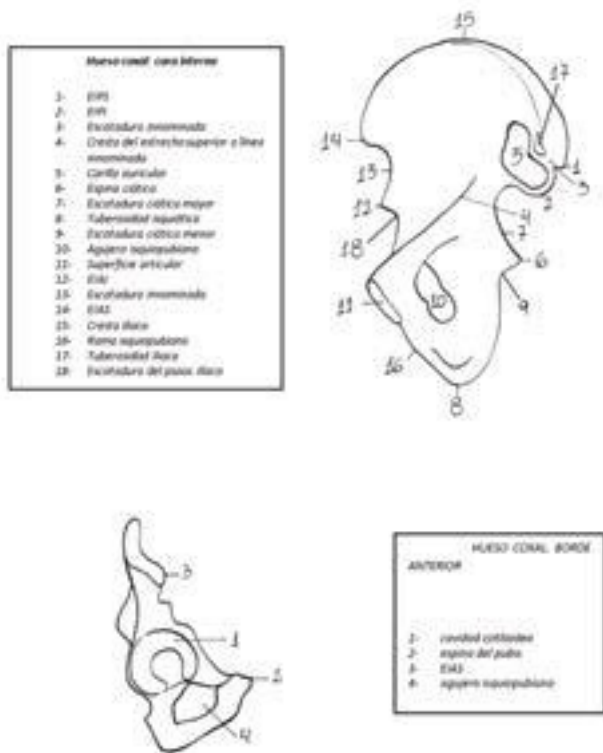
- *Caras laterales:* forman el “margen subglenoidal”. Son curvas de 2 cm de alto. La tuberosidad interna, presenta un canal transversal. La tuberosidad externa, presenta una carilla articular plana que corresponde al peroné. Hacia delante se halla una eminencia, el tubérculo de Gerdy, que se prolonga con una cresta oblicua hasta la tuberosidad anterior.
- *Meseta tibial:* corresponde a la cara superior de las tuberosidades, en ella se describen tres partes, dos laterales o cavidades glenoides y una medial o espacio interglenoideo. Las cavidades glenoides son dos, una interna y otra externa, se articulan con los cóndilos del fémur. En sus partes contiguas las cavidades glenoides se elevan y forman las caras laterales de una eminencia, llamada “espinas de la tibia”, que ocupan la parte media del espacio interglenoideo. El espacio interglenoideo está dividido en tres partes:
 - superficie medial: en ella se ubican dos tubérculos llamados “espinas de la tibia”
 - superficie preespinal y retroespinal: colocada por delante y por detrás de la espina de la tibia, son rugosas, triangulares, prestan inserción a los ligamentos cruzados y los meniscos interarticulares.

Extremidad inferior

Se halla más extendida transversalmente, se describen en ella cinco caras, anterior, posterior, externa, interna e inferior. Cara anterior: convexa y lisa, continúa a la cara externa.

- *Cara posterior:* convexa.

- *Cara externa:* presenta una depresión en forma de canal “la escotadura peronea”.
- *Cara interna:* se prolonga hacia abajo con una apófisis de vértice inferior, llamada maléolo interno; su cara interna, convexa se contacta con los tegumentos. La cara externa del maléolo presenta una carilla articular, triangular de base anterior, para articularse con el astrágalo.
- *Cara inferior:* articular, cuadrilátera, cóncava en sentido anteroposterior. Se divide por una cresta anteroposterior en dos partes. Se continúa hacia adentro con el maléolo interno.



- *Cara externa:* es convexa hacia abajo. Posee un canal medial vertical. En su extremo inferior existe una cresta oblicua, orientada hacia abajo y atrás que la divide en dos segmentos:
 - Anterior: triangular y subcutáneo.
 - Posterior: sobre el cual se deslizan los tendones de los músculos peroneos laterales.
- *Cara interna:* existe una cresta interósea que la divide en dos segmentos alargados, uno anterior y otro posterior.
- *Cara posterior:* es estrecha, convexa y rugosa hacia arriba. Es más ancha en el resto de su extensión. En el segmento inferior del hueso gira hacia adentro, ubicándose en el mismo plano que la cara interna. El agujero nutricio se ubica en la parte medial de esta cara.
- *Borde anterior:* cortante, se continúa con el borde anterior del maléolo externo.
- *Borde interno:* conspicuo en su tercio medio, se desvanece en sus extremos.
- *Borde externo:* prominente en su segmento inferior en donde el borde gira para hacerse posterior.

Extremidad superior

“Cabeza del peroné”, cónica de base superior, su vértice se continúa con el cuerpo del hueso llamada “cuello”.

La cara superior o base, posee en su parte interna una carilla articular plana que mira hacia fuera, arriba y atrás.

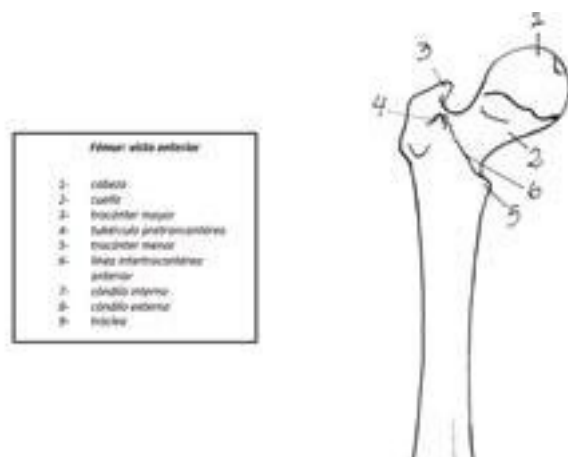
La cabeza del peroné se prolonga hacia arriba y afuera con una eminencia denominada apófisis estiloides.

Extremidad inferior

Ó maléolo externo.

Es más largo y voluminoso que el maléolo interno.

- *Cara externa:* por delante es convexa, lisa y subcutánea, por detrás presenta un canal, por el cual se deslizan tendones.
- *Cara interna:* articular, triangular, de base superior. Se articula con el astrágalo.
- *Bordes anterior y posterior:* son rugosos.
- *Vértice:* romo, presenta una escotadura, en la que se implantan ligamentos.



Peroné

Hueso largo, delgado, articulado con la tibia por su extremo superior e inferior.

Ofrece un cuerpo y dos extremidades.

Cuerpo

Prismático triangular. Se describen tres caras: externa, interna y posterior. Tiene tres bordes: anterior, interno y externo.

Esqueleto del pie

El pie está constituido por tres grupos de huesos:

1. el tarso
2. el metatarso
3. las falanges

Tarso

Está formado por siete huesos cortos, dispuestos en una hilera anterior y otra posterior, que forman la mitad posterior del pie.

La fila posterior está constituida por:

- el astrágalo
- el calcáneo

La fila anterior está constituida por:

- el cuboides
- el escafoides
- la primera cuña
- la segunda cuña
- la tercera cuña

Los huesos de la fila posterior están sobrepuestos y los de la fila anterior están yuxtapuestos.

Los huesos del tarso forman una bóveda cóncava hacia abajo sobre la cual descansa todo el peso del cuerpo.

Astrágalo

Forma el vértice de la bóveda tarsiana, se articula con la tibia y el peroné hacia arriba, con el calcáneo hacia abajo y con el escafoides hacia delante.

Se reconocen en él tres segmentos:

- anterior o cabeza
- medio o cuello
- posterior o cuerpo

Presenta seis caras:

- superior
- inferior
- externa
- interna
- anterior
- posterior

Cara superior: posee una carilla articular en forma de polea, que se articula con la tibia. Es ancha hacia delante. Presenta dos vertientes, una interna, estrecha y otra externa, separadas por una garganta anteroposterior orientada hacia fuera y adelante.

Por delante de la polea, la cara se estrecha y corresponde al cuello.

Cara inferior: esta cara presenta las carillas articulares, anterior y posterior; por intermedio de las cuales se articula con el

calcáneo. Ambas carillas se hallan separadas entre sí por una ranura o surco astragalino, oblicua hacia adelante y afuera.

- superficie anterior: convexa
- superficie posterior: posee la forma de un cilindro hueco.

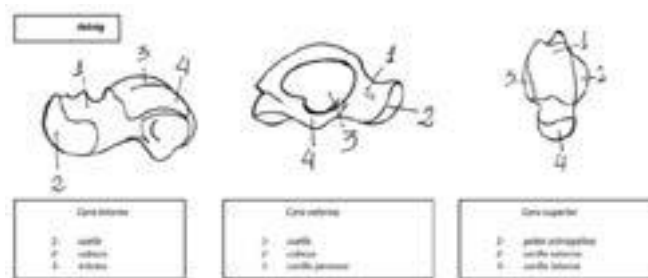
Cara externa: se articula con el maléolo externo por una carilla articular lisa, triangular de base superior, cóncava de arriba hacia abajo. El vértice se apoya en la apófisis externa del calcáneo.

Cara interna: presenta la carilla articular para el maléolo interno. Esta carilla tiene forma de coma, con la extremidad gruesa orientada hacia adelante.

Cara anterior: o cabeza del astrágalo, es convexa, articular de eje mayor transversal. Puede dividirse en tres segmentos:

- anterosuperior: que se articula con el escafoides
- medio, en relación con el ligamento calcaneoescapioideo inferior
- posteroinferior: que se continua con la carilla anterior de la cara inferior

Cara posterior: se ve en su parte interna un canal oblicuo hacia abajo, limitado por dos tubérculos, interno y externo.



Calcáneo

Es el más voluminoso de los huesos del tarso. Situado en la parte inferior y posterior del pie. Forma la eminencia del talón.

Posee seis caras:

- cara superior
- cara inferior
- cara interna
- cara externa
- cara posterior
- cara anterior

Cara superior: está dividida en dos segmentos:

- Anterior: se articula con el astrágalo, a través de dos carillas articulares, una anterointerna cóncava y otra posterior: en forma de cilindro macizo. Ambas carillas están separadas entre sí por el surco calcáneo. El surco calcáneo coincide con el surco astragalino, entre ambos constituyen el seno del tarso o seno astrágalo-calcáneo.
- Posterior: perforado por múltiples orificios, convexo transversalmente, cóncavo de adelante hacia atrás.

Cara inferior: estrecha, convexa transversalmente, cóncava en sentido anteroposterior. Existen tres tuberosidades:

- tuberosidad anterior

- tuberosidad posterointerna
- tuberosidad posteroexterna

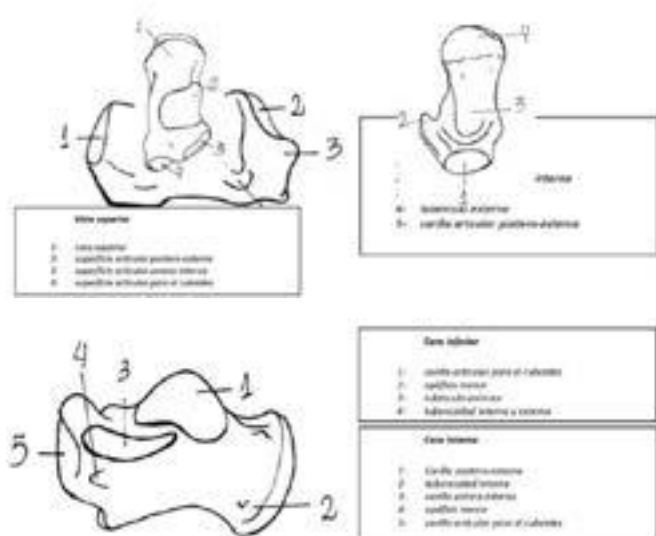
Cara externa: aplanada, presenta en su segmento anterior un tubérculo, “tubérculo de los peroneos laterales”.

Cara interna: ocupado por un canal oblicuo hacia delante y adentro, el “canal calcáneo”. Delimitado hacia atrás y abajo por la tuberosidad posterointerna y hacia arriba y adelante por el “sustentáculum tali” o apófisis menor del calcáneo.

Cara posterior: rugosa en su segmento inferior, donde se inserta el tendón de Aquiles.

Cara anterior: se corresponde con la extremidad de la apófisis mayor del calcáneo. Es convexa transversalmente y cóncava verticalmente; se articula con el cuboides.

Cuboides



Ubicado por delante del calcáneo en el lado externo del pie. Tiene forma de cuña, en él se describen cuatro caras, una base y un borde externo.

Caras: dorsal, plantar, posterior, anterior

Cara dorsal: rugosa, orientada hacia abajo y afuera.

Cara plantar: atravesada por la cresta del cuboides; oblicua hacia adelante y adentro; por delante de la cresta se desarrolla un canal.

Cara posterior: por su intermedio se articula con el calcáneo. Es cóncava transversalmente, convexa en sentido vertical. Se prolonga hacia abajo, adentro y atrás con una eminencia denominada apófisis piramidal.

Cara anterior: presenta dos carillas articulares para el 4to y 5to metacarpiano. Las carillas se hallan separadas por una cresta roma.

Base o cara interna: se articula con la 3ra cuña por una carilla plana, triangular u oval. En su segmento posterior se articula con el escafoides.

Borde externo: forma parte del borde externo del pie.

Escafoides

Posee forma de barquillo. Ubicado en el lado interno del pie, por delante del astrágalo, medial al cuboides y detrás de los cu-

neiformes. Presenta dos caras, dos bordes y dos extremos.

Cara posterior: elipse cóncava, se articula con la cabeza del astrágalo.

Cara anterior: convexa y articular, dividida en tres carillas por dos crestas. Las carillas se articulan con las cuñas.

Borde superior e inferior: rugosos

Extremidad interna: eminencia redondeada, orientada hacia abajo y adentro, se denomina tubérculo del escafoides.

Extremidad externa: convexa, rugosa, se articula con el cuboides.

Cuneiformes o cuñas

Ubicados por delante del escafoides. Se los llama 1º, 2º y 3º de adentro hacia afuera. Poseen forma de cuñas.

1. Cuneiforme

Situado en el borde interno del pie

- **Cara posterior:** triangular, cóncava, se articula con el escafoides.
- **Cara anterior:** convexa, semilunar, se articula con el 1er metatarsiano.
- **Cara interna:** rugosa.
- **Cara externa:** se articula con la 2º cuña y con el 2do metatarsiano.
- **Cara inferior:** o base, rugosa.
- **Borde superior o arista:** romo hacia delante, afilado por atrás.

2. Cuneiforme

- **Cara posterior:** cóncava, se articula con el escafoides.
- **Cara anterior:** triangular, convexa.
- **Caras laterales:** se articula con el 1º cuneiforme hacia adentro y con la 3º cuña hacia fuera.
- **Cara superior:** o base, cuadrilátera y rugosa.
- **Borde inferior:** agudo.

3. Cuneiforme

- **Cara posterior:** cóncava, triangular, se articula con el escafoides.
- **Cara anterior:** plana, triangular, se articula con el 3er metatarsiano.
- **Cara interna:** plana, se articula con el 2do metatarsiano y la 2º cuña.
- **Cara externa:** plana, se articula con el cuboides y 4to metatarsiano.
- **Cara superior o base:** rugosa.
- **Borde plantar:** saliente y rugoso.

Metatarso

Está constituido por cinco huesos largos o metatarsianos. Se articulan con la segunda fila del tarso hacia atrás y con la 1ra falange de los dedos por delante.

Se los denomina 1º, 2º, 3º, 4º y 5º de adentro hacia fuera.

Características comunes: son huesos largos, presentan:

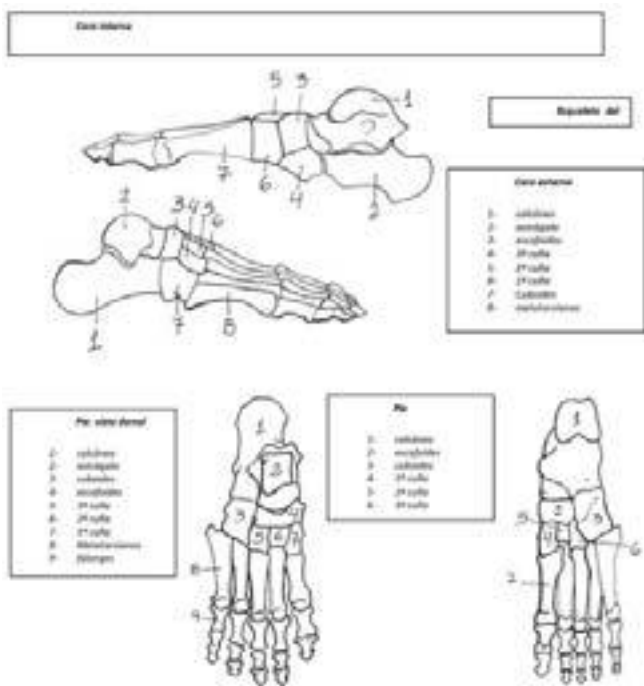
- **Cuerpo:** prismático triangular, posee una cara dorsal y dos caras laterales que limitan los espacios intermetatarsianos. Posee dos bordes laterales o dorsales y

uno inferior o plantar cóncavo.

- Extremidad posterior: o base, posee forma de cuña, la base se orienta hacia el dorso del pie y la arista o borde se orienta a la planta del pie. Las caras laterales se articulan con los metatarsianos vecinos.
- Extremidad anterior o cabeza: convexa, se prolonga a la planta del pie. A los lados se encuentra un tubérculo.

Características particulares

- 1er metatarsiano: voluminoso, corto y grueso. La base posee una superficie articular semilunar, cóncava; y dos eminencias, los tubérculos interno y externo. La cabeza es voluminosa, en su cara inferior presenta dos depresiones para los huesos sesamoideos.
- 2do metatarsiano: es el mas largo. La base se articula con la 1° cuña, 2° cuña y 3° cuña, y con el 1er y 3er metatarsiano.
- 3er metatarsiano: la base se articula con la 3° cuña, 2do y 4to metatarsiano
- 4to metatarsiano: la base se articula con el cuboides, 3° cuña, 3er y 5to metatarsiano.
- 5to metatarsiano: la base se articula con el cuboides, se prolonga hacia abajo, atrás y afuera por una apófisis llamada tubérculo del 5to metatarsiano.



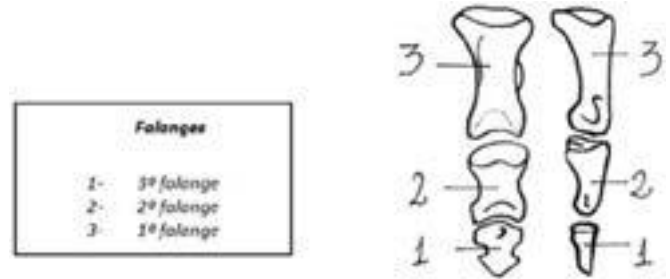
Falanges

Remedan a las falanges de los dígitos de la mano; son de diámetros más reducidos con excepción de las falanges del 1er dedo que son más voluminosas.

Huesos sesamoideos

Ubicados en la planta del pie.

Dos son constantes, uno interno y otro externo, ubicados en la articulación metatarsofalángica del 1er metatarsiano.



Articulaciones del miembro inferiore

Las piezas óseas del esqueleto del miembro inferior se hallan unidas por las siguientes articulaciones:

1. Articulación coxofemoral
2. Articulación de la rodilla
3. Articulaciones peroneotibiales superior e inferior
4. Articulación tibiotarsiana
5. Articulaciones del pie

1. Articulación coxofemoral

Es una articulación del tipo de las enartrosis. Une el fémur al hueso coxal.

Superficies articulares

Son la cabeza femoral y la cavidad cotiloidea del coxal, agrandada por un rodete cotiloideo.

Cabeza del fémur

Eminencia redondeada, esfera de 20 a 25 mm de radio. Está orientada hacia adentro, arriba y adelante.

Está revestida por una capa de cartílago que se detiene a nivel de la fosa del ligamento redondo.

Cavidad cotiloidea

Presenta esta cavidad, dos segmentos, uno articular y otro no articular.

- Segmento articular: posee forma de media luna, sus extremos o cuernos limitan la escotadura isquiopubiana. Se halla cubierta de cartílago.
- Segmento no articular: trasfondo de la cavidad, se halla enmarcada por el segmento articular. Se halla tapizada de periostio. Rellena por una masa adiposa rojiza.

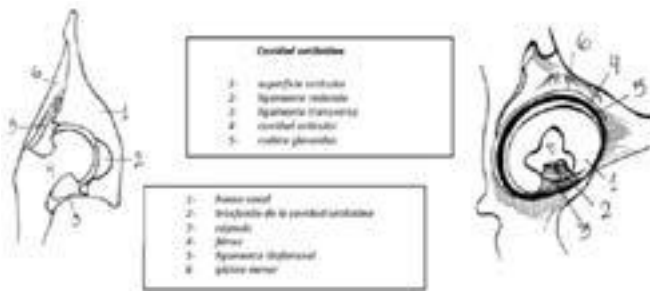
Rodete glenoideo

Fibrocartilago que se adhiere a la periferia de la cavidad cotiloidea.

Posee forma de prisma triangular, con tres caras:

- cara adherente: o base, se inserta en la ceja cotiloidea
- cara interna: cóncava, articular

- cara externa: da inserción a la cápsula articular
- El rodete llena las escotaduras de la cavidad, y transforma la escotadura isquiopubiana en un orificio isquiopubiano. Se llama ligamento transverso del acetábulo, a la parte del rodete que se extiende desde un extremo al otro de la escotadura isquiopubiana.
- El rodete aumenta y profundiza la cavidad que aloja la cabeza del fémur.



Medios de unión

- Cápsula articular
- Ligamentos

Cápsula articular

La cápsula se inserta en el hueso coxal, en el perímetro óseo de la ceja cotiloidea.

La inserción femoral se realiza alrededor del cuello del fémur: anteriormente, en la línea intertrocanterea anterior; posteriormente, en la cara posterior del cuello; y borde superior e inferior del cuello.

La línea de inserción pasa a 1cm o 1,5cm por delante y arriba del trocánter menor.

Ligamentos

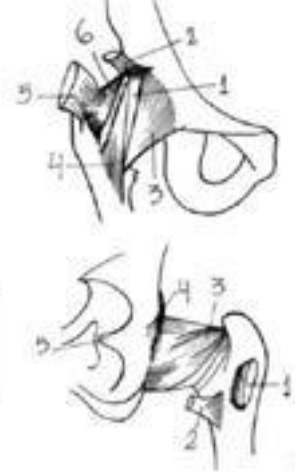
- La cápsula se haya reforzada por 3 bandas ligamentosas, conocidas como:
- Ligamento iliofemoral (de Bertin): tiene forma triangular. Se inserta hacia arriba por debajo de la espina ilíaca anteroinferior, desde allí se extiende por delante de la articulación hasta la línea intertrocanterea. Se halla tapizado en su borde superior e inferior.
- Ligamento pubofemoral: se extiende desde la eminencia iliopectínea y el canal subpubiano hasta la depresión pretrocanterea del fémur. Es oblicua hacia abajo y atrás. Refuerza a la cápsula articular por delante.
- Ligamento isquiofemoral: se ubica por detrás de la cápsula articular, desde el canal subcotiloideo, la ceja y el rodete cotiloideo hasta la cara interna del trocánter mayor. Su dirección es oblicua hacia fuera y arriba.

Ligamento redondo

Se extiende a través de la cavidad articular desde la cabeza del fémur hasta la escotadura isquiopubiana, donde termina a través de tres fascículos:

1. Anterior o pubiano: que se inserta en el extremo anterior de la escotadura isquiopubiana.
2. Medio: se inserta en el ligamento transverso.

3. Posterior o isquiático: que se inserta en el extremo posterior de la escotadura isquiopubiana.
4. Este ligamento contiene en su espesor dos arteriolas destinadas a irrigar la cabeza del fémur.



Sinovial

Reviste la cara profunda de la cápsula articular. El ligamento redondo y el cojinete adiposo de la cavidad cotiloidea están tapizados por una membrana sinovial independiente.

Movimientos

Flexión y extensión

- Flexión: amplitud de 120°, aproxima la cara anterior del muslo a la pared abdominal.
- Extensión: amplitud 10°, aleja la cara anterior del muslo de la pared abdominal.

Abducción y aducción

- Aducción: acerca el muslo a la línea media.
- Abducción: aleja el muslo de la línea media. Máxima extensión entre ambos movimientos es de 90°.

Circunducción: representa la suma de los movimientos precedentes.

Rotación: amplitud máxima 50°; los movimientos de rotación medial y lateral se ejecutan a través de un eje vertical que pasa por la cabeza femoral.

2. Articulación de la rodilla

La articulación de la rodilla permite la unión entre el fémur, la tibia y la rótula. Es una troclearartrosis.

Superficies articulares

Extremidad inferior del fémur

La extremidad inferior del fémur presenta una superficie troclear hacia delante y dos cóndilos por detrás, separados por las ranuras condilótrocleares.

La vertiente externa de la tróclea es más saliente, extensa y ancha.

El cóndilo interno es mas estrecho y largo.

Las superficies están recubiertas de una capa de cartilago.

Extremidad superior de la tibia

La tibia ofrece dos cavidades glenoideas que se articulan con los cóndilos femorales.

La cavidad glenoidea interna es más cóncava y más larga. Cada superficie glenoidea se prolonga hasta el vértice de las espinas tibiales.

Se hallan cubiertas de cartilago, el mismo alcanza su mayor espesor en el centro de la cavidad. De esta manera se modifica la carilla articular, transformándose en convexa en sentido anteroposterior.

Meniscos interarticulares

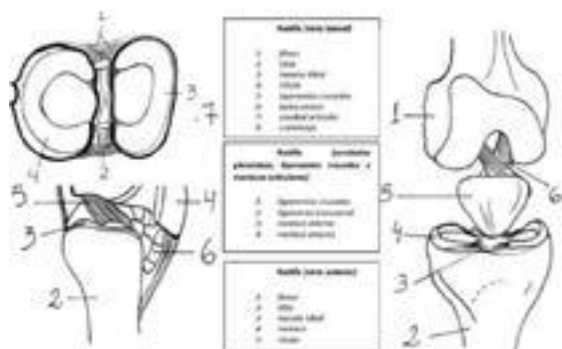
Los meniscos interarticulares se disponen entre la tibia y el fémur para lograr la concordancia entre ambas superficies articulares.

Son dos fibrocartílagos, uno interno y otro externo. Poseen forma de prismática triangular, por ello poseen:

- una cara superior: cóncava en relación con los cóndilos femorales.
 - una cara inferior: que se adhiere a la cavidad glenoidea.
 - una cara externa: convexa, (base).
 - un borde interno: cóncavo
 - dos extremidades o cuernos: de los que nacen fibras que lo fijan a la superficie tibial.
1. Menisco externo: sus extremos se acercan entre sí, poseen la forma de una O ó una C muy cerrada (OE). El cuerno anterior se fija a la superficie preespinal por delante de la espina externa. El cuerno posterior da origen al ligamento meniscofemoral, que termina en la escotadura intercondílea y el cóndilo interno.
 2. Menisco interno: sus extremos se hallan separados entre sí, adquieren la forma de una C muy abierta (CI). Se fijan por su cuerno anterior a la superficie preespinal y por su cuerno posterior a la superficie retroespinal. Ambos fibrocartílagos se hallan unidos entre sí, hacia delante por un ligamento transverso.

Rótula

La rótula está en contacto con la tróclea femoral por una superficie que ocupa el extremo superior de su cara posterior. Posee dos carillas articulares, laterales, cóncavas, separadas por una cresta vertical. La carilla interna es mas estrecha.



Medios de unión

- Cápsula articular
- Ligamentos

Cápsula articular

Vaina fibrosa extendida desde el fémur, rótula y tibia.

La cápsula articular contornea las superficies articulares, está reforzado a nivel de los cóndilos femorales por los casquetes condíleos. Se fija también en la base o cara externa del menisco interarticular.

Ligamentos

- anteriores
- posteriores
- lateral interno
- lateral externo

a. Ligamento anterior:

Dispuesto en tres planos:

- Plano profundo o capsular: está formado por las aletas de la rótula y los ligamentos meniscomrotulianos. Aletas de la rótula -> son dos, una interna y otra externa, de forma triangular, cuya base se fija en la rótula y su vértice en el cóndilo. Ligamentos meniscomrotulianos -> se extienden desde los bordes laterales de la rótula hasta la convexidad de los meniscos interarticulares.
- Plano tendinoso: está constituido por 3 elementos -> ligamento rotuliano, expansión de los vastos, aponeurosis del tensor de la fascia lata.
- Plano aponeurótico: se trata de la aponeurosis superficial que se continúa hacia arriba con la aponeurosis femoral y hacia abajo con la de la pierna.

b. Ligamentos posteriores

Se hallan constituidos por:

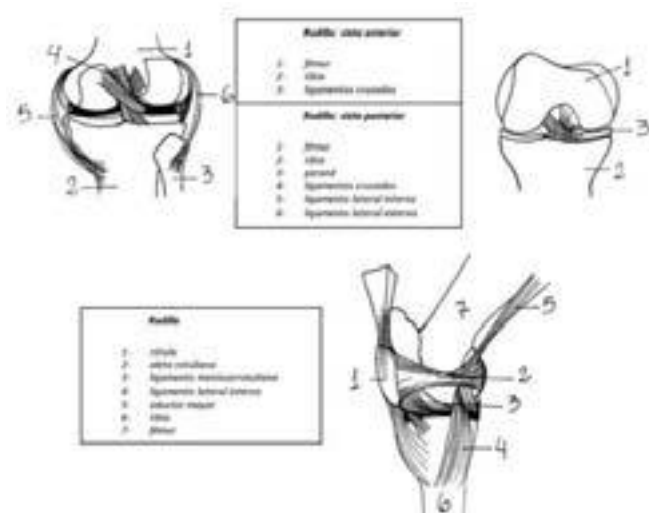
Ligamentos cruzados: son dos, uno anterior y otro posterior, cortos y gruesos. Ligamento cruzado anterior -> se extiende desde la superficie preespinal de la tibia hasta la cara intercondílea del cóndilo externo del fémur. Su dirección es oblicua hacia arriba, atrás y afuera. Ligamento cruzado posterior -> se extiende desde la superficie retroespinal hasta la cara intercondílea del cóndilo interno del fémur. Su dirección es oblicua hacia adelante, arriba y adentro. Ambos ligamentos se cruzan en sentido transversal y anteroposterior.

Plano fibroso posterior: se fija hacia arriba a la parte inferior del espacio poplíteo y hacia abajo al borde posterior de la meseta tibial. Entre estos fascículos, hay dos fascículos importantes: ligamento poplíteo oblicuo y ligamento poplíteo arqueado.

c. Ligamento lateral interno: une la tibia con el fémur y el menisco interarticular. Se extiende desde el cóndilo interno al fibrocartilago semilunar interno y a la tuberosidad tibial, a nivel de la inserción capsular.

d. Ligamento lateral externo: se extiende desde la tuberosi-

dad del cóndilo externo a la extremidad superior del peroné, por delante de la apófisis estiloides.



Sinovial

Recubre la cara profunda de la cápsula y se refleja sobre las carillas articulares. Forman fondos de saco, cuya profundidad se mide por la distancia que separa la cápsula de la superficie articular.

Paquete adiposo subrotuliano: está constituido por tejido adiposo ubicado detrás del ligamento rotuliano y por delante de la cara anterior de la rótula, se prolonga hacia arriba formando los pliegues alares.

Movimientos

A nivel de esta articulación se ejecutan los siguientes movimientos:

Flexión y extensión: se realizan alrededor de un eje transversal que pasa por los cóndilos. En la flexión se aproxima la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo, la extensión la aleja. La amplitud de la extensión a la flexión mide de 130° a 150°.

Rotación: se ejecutan a través de un eje vertical que pasa por la espina tibial. Son nulos cuando la pierna está en extensión. Son máximos cuando la pierna está semiflexionada. Están limitados por los ligamentos cruzados y laterales.

3. Articulaciones peroneotibiales

El peroné y la tibia se mantienen unidos a través de las articulaciones:

- a - Peroneotibial superior
- b - Peroneotibial inferior
- c - Ligamento interóseo

a. Articulación peroneotibial superior

Es una artrodia que une las extremidades superiores de tibia y peroné.

Superficies articulares

- cara articular de la tibia: ubicada en la cara posterior

y externa de la tuberosidad externa de la tibia. Plana y redondeada. Orientada hacia abajo, afuera y atrás.

- cara articular del peroné: ubicada por dentro de la apófisis estiloides, es plana, mira hacia arriba, adelante y adentro.

Medios de unión

- cápsula articular
- ligamentos peroneotibiales anterior y posterior
- sinovial: se comunica con la sinovial de la rodilla.

Movimientos

Deslizamientos poco extensos

b. Articulación peroneotibial inferior

Es una anfiartrosis, que une la extremidad inferior de la tibia y peroné.

Superficies articulares

- Superficie articular de la tibia: se trata de una canal vertical que se ubica en la cara externa de la extremidad inferior.
- Superficie articular del peroné: convexa, plana o bien cóncava.

Las superficies articulares están sólo cubiertas por periostio.

Medios de unión

- Ligamento interóseo: se extienden descendiendo desde el peroné a la tibia.
- Ligamento anterior
- Ligamento posterior

Mecanismo

Se ejecutan en esta articulación movimientos transversales que aproximan o alejan los maléolos.

c. Ligamento interóseo

El ligamento interóseo se extiende desde el borde externo de la tibia a la cresta interósea del peroné.

4. Articulación tibiotarsiana

Unen los dos huesos de la pierna al astrágalo. Es una articulación troclear.

Superficies articulares

1. **Superficie articular tibioperonea:** las extremidades inferiores de los huesos de la pierna forman una cavidad alargada transversalmente que se articula con el cuerpo del astrágalo.

Mortaja tibioperonea: presenta tres carillas.

- **superior, tibial:** cóncava con una eminencia medial, anteroposterior en relación con la garganta de la tróclea astragalina.
- **superficie maleolar interna:** plana, triangular. Con la base orientada hacia delante.
- **superficie maleolar externa:** convexa de arriba hacia

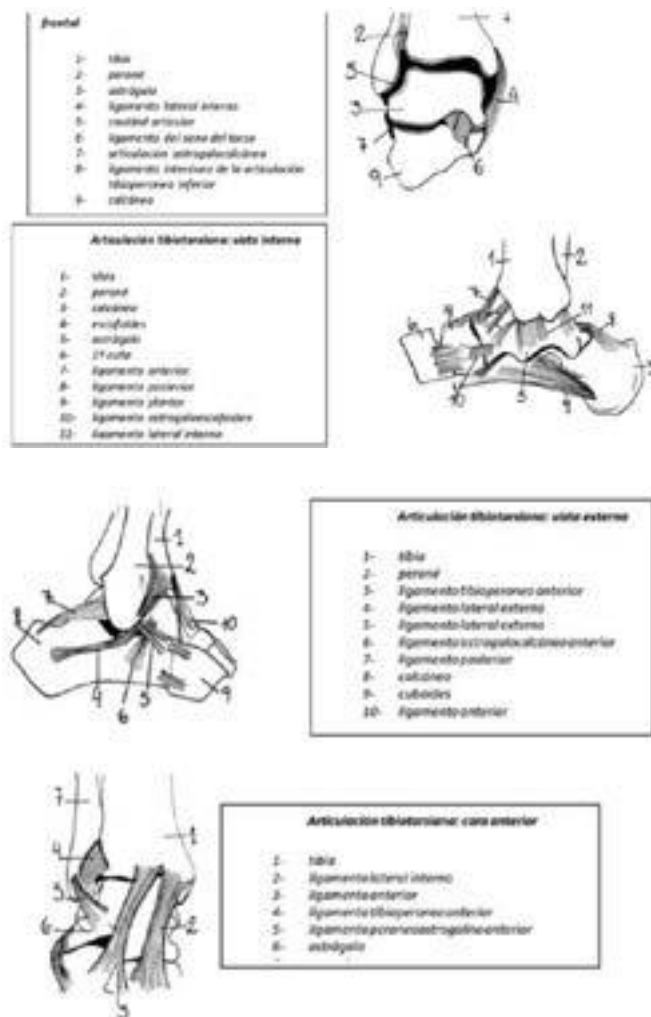
- abajo, triangular, de base superior y vértice inferior.
2. Superficie astragalina: el astrágalo expone tres carillas articulares

- *carilla superior*: es una polea cuya garganta está orientada hacia adelante y afuera.

La vertiente interna es estrecha y el borde lateral externo más alto que el interno. Es más extenso en sentido anterosuperior que la mortaja tibioperonea.

- *faceta lateral interna*: forma de coma
- *faceta lateral externa*: cóncava, triangular

Las superficies articulares están tapizadas de cartílago articular.



Medios de unión

- Cápsula articular
- Ligamentos laterales (interno y externo)

Cápsula articular: se inserta hacia arriba y abajo alrededor de las superficies articulares. Existe un grupo de fibras constantes que se extienden desde la tibia a la cara externa del astrágalo por delante de la cápsula, a quien refuerzan. A los lados se halla reforzada por los ligamentos laterales. Por detrás presenta acúmulos gruesos de tejido adiposo.

Ligamento lateral interno: dispuesto en dos planos, superficial

y profundo. Se extiende desde el vértice del maléolo interno a la cara superior del escafoide, cara interna del astrágalo y en el sustentáculum tali (apófisis menor del calcáneo).

Ligamento lateral externo: se irradia desde el vértice del maléolo externo a través de tres fascículos a las siguientes estructuras:

- *Fascículo anterior:* se fija en la parte externa del astrágalo
- *Fascículo medio:* se extiende hasta la cara externa del calcáneo
- *Fascículo posterior:* termina en la cara posterior del astrágalo

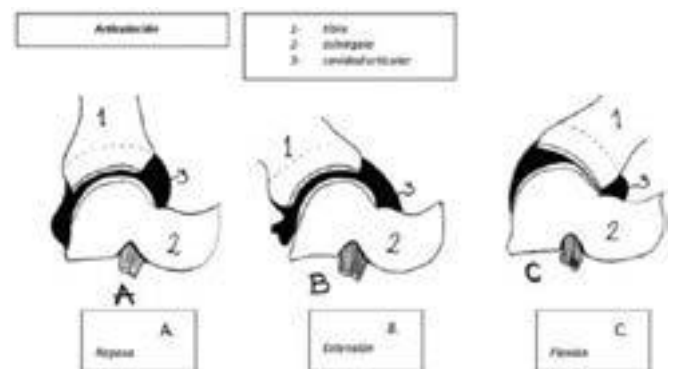
Sinovial

Reviste la cara profunda de la cápsula.

Mecanismo

En esta articulación se producen movimientos de flexión y extensión, alrededor de un eje transversal que atraviesa la polea astragalina.

En la flexión aproxima la cara dorsal del pie a la cara anterior de la pierna. En la extensión se aleja.



5. Articulaciones del pie

Los huesos que forman el esqueleto del pie están articulados por:

- a - Articulación de la 1ra fila del tarso o astragalocalcáneas
- b - Articulación de la 2da fila del tarso
- c - Articulación mediotarsiana o de Chopart
- d - Articulación tarsometatarsiana o de Lisfranc
- e - Articulación interfalángicas
- f - Articulación metatarsofalángica

a. Articulaciones astragalocalcáneas

Son dos: una anterior y otra posterior.

1. Articulación astragalocalcánea posterior

Es una articulación del género trocoide.

Superficies articulares

- *Superficie astragalina:* posteroexterna, ovalada, excavada en forma de cilindro hueco, mira hacia atrás y abajo.
- *Superficie calcánea:* convexa, es un segmento de cilindro macizo.

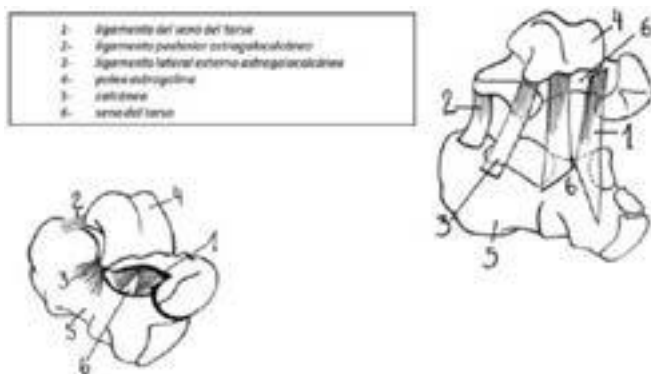
Las superficies articulares están recubiertas de cartílago.

Medios de unión

- Cápsula articular
- Ligamento astragalocalcáneo posterior: se extiende desde el tubérculo externo de la cara posterior del astrágalo a la cara superior del calcáneo.
- Ligamento astragalocalcáneo externo: extendido desde la apófisis externa del astrágalo a la cara externa del calcáneo.
- Ligamento astragalocalcáneo interóseo: es un ligamento compartido por las dos articulaciones astragalocalcáneas. Ocupa el seno del tarso. Se divide en dos fascículos, uno anterior y otro posterior, extendidos desde el surco astragalino al surco calcáneo.

2. Articulación astragalocalcánea anterior

Forma parte de la articulación de Chopart (será descripta junto con la articulación mediotarsiana).



b. Articulación de los huesos de la 2da fila del tarso

Son todas articulaciones del género de las artrodisias y comparten la misma sinovial. Poseen solo movimientos de deslizamientos muy limitados.

a. Articulación escafoideocuboidea

Superficies articulares

- Revestidas de fibrocartílagos
- superficie escafoidea: vertical y plana
- superficie cuboidea: plana, continúa a la carilla que le permite articularse con la 3ª cuña.

Medios de unión

- Cápsula
- Ligamentos: plantar, dorsal e interóseos
- Sinovial

b. Articulación escafoideocuneales

Superficies articulares

- superficie del escafoides: ocupa la cara anterior, convexa, dividida en tres por dos crestas romas verticales.
- superficies cuneales: las carillas de las cuñas están dadas por sus caras posteriores.

Medios de unión

- Cápsula
- Ligamentos plantares y dorsales
- Sinovial

c. Articulaciones intercuneales

Superficies articulares

- 1º y 2º cuña: posee superficies planas en forma de escuadra.
- 2º y 3º cuña: poseen dos superficies planas verticales.

Medios de unión

- Cápsula articular
- Ligamentos dorsales, plantares e interóseos
- Sinovial

d. Articulación cuneocuboidea

Superficies articulares

- superficie cuneiforme: carilla plana ubicada en el segmento posterior de la cara externa de la 3ª cuña
- superficie del cuboides: carilla plana ubicada en la cara interna del cuboides.

Medios de unión

- Cápsula articular
- Ligamentos dorsal, plantar e interóseo
- Sinovial



c. Articulación mediotarsiana o de Chopart

Establece la unión entre 1ra y 2da fila del tarso.

Está constituido por dos articulaciones:

1. Articulación astragaloescafoidea (interna)
2. Articulación calcaneocuboidea (externa)

1. Articulación astragaloescafoidea (interna)

Es una diartrosis del género enartrosis.

Superficies articulares

- superficie astragalina: constituido por la cabeza del astrágalo, que se halla subdividida por dos crestas romas, en tres segmentos:
 - escafoideo o anterosuperior
 - calcáneo o posteroinferior
 - ligamentoso o medio
- cavidad glenoidea: aloja la cabeza astragalina, formada por:
 - cara posterior, cóncava del escafoides
 - carilla anterointerna del calcáneo
 - ligamento calcaneoescafoideo inferior: resistente, cóncavo, extendido desde la apófisis menor del calcáneo al borde inferior y extremidad interna del escafoides. Su cara superior esta cubierta de cartílago.

Medios de unión

- Cápsula
- Ligamentos
 - Ligamento calcaneoescafoideo inferior: forma parte de la carilla articular.
 - Ligamento astragaloescaloideo superior: se extiende desde la cara superior del cuello del astrágalo al borde superior del escafoides.
 - Ligamento astragalocalcaneo interóseo
 - Ligamento calcaneoescafoideo externo: forma parte del ligamento en Y o en V. Es un ligamento clave. Se inserta por detrás en la cara dorsal de la apófisis mayor del calcáneo. Luego el ligamento se divide en dos fascículos, uno externo y otro interno. El externo se inserta en la cara dorsal del cuboides. El interno se inserta en la extremidad externa del escafoides, este fascículo corresponde al ligamento calcaneoescafoideo externo.

Sinovial

Comparte la sinovial con la articulación astragaloescafoidea y astragalocalcánea anterior. Es independiente de la sinovial de la articulación calcaneocuboidea.

2. Articulación calcaneocuboidea

Es una diartrosis que pertenece al género por encaje recíproco.

Superficies articulares

- Superficie articular del calcáneo: está constituida por la cara anterior de la apófisis mayor. Es convexa en sentido transversal y en sentido vertical es cóncava en el segmento superior y convexa en el segmento inferior.
- Superficie articular del cuboides: está constituida por la cara posterior del cuboides. Es cóncava en sentido transversal y en sentido vertical es convexa en el segmento superior y cóncava en el segmento inferior.

Medios de unión

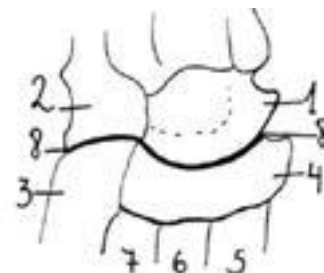
- Cápsula articular
- Ligamentos:
 - Ligamento calcaneocuboideo superior: extendido desde la cara dorsal de la apófisis mayor del calcáneo a la cara dorsal del cuboides.
 - Ligamento calcaneocuboideo inferior: se extiende desde la cara inferior del calcáneo a la cara inferior del cuboides y de los cuatro últimos metatarsianos.
 - Ligamento calcaneocuboideo interno: es el fascículo externo del ligamento en Y, extendido desde la cara dorsal del calcáneo a la cara dorsal e interna del cuboides.

Sinovial

Independiente de la sinovial de la articulación astragaloescafoidea.

Mecanismo

Articulación mediotarsiana y astragalocalcánea posterior: permite movimientos de torsión hacia adentro y hacia afuera (inversión y evasión del pie) alrededor de un eje oblicuo orientado hacia atrás, afuera y abajo que pasa por el seno del tarso.



d. Articulación tarsometatarsiana o de Lisfranc

Está constituida por una serie de artrodisias, que unen el arco del tarso con el arco metatarsiano.

Los tres cuneiformes y el cuboide están articulados formando una bóveda cóncava hacia abajo: el "arco tarsiano". Las extremidades posteriores de los cinco metatarsianos forman una bóveda cóncava hacia abajo y adentro, el "arco metatarsiano".

Superficies articulares

- Arco tarsiano: se halla constituido de adentro hacia fuera por:
 - Primera cuña: expone una cara anterior convexa, semilunar
 - Segunda y tercera cuña: exponen caras planas triangulares, el primer y tercer cuneiforme posee además carillas para el segundo metatarsiano
 - El tercer cuneiforme se articula con el tercer y cuarto metatarsiano
 - El cuboide presenta dos carillas articulares separada por una cresta, una carilla interna cuadrilátera y otra externa triangular.
- Arco metatarsiano: presenta las carillas articulares posteriores de los cinco metatarsianos:
 - El primer metatarsiano corresponde a la 1ª cuña.
 - El segundo metatarsiano corresponde a la 1ª, 2ª

y 3° cuña.

- El tercer metatarsiano corresponde a la 3° cuña.
- El cuarto metatarsiano corresponde a la carilla interna del cuboides.
- El quinto metatarsiano corresponde a la carilla externa del cuboides.
- La interlínea articular es convexa hacia delante y muy irregular.

Medios de unión

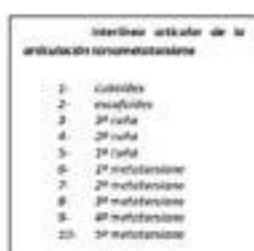
- Cápsula articular: existen tres cápsulas articulares.
1° cápsula articular: extendida desde el 1° cuneiforme a el 1° metatarsiano
2° cápsula articular: une la 2° y 3° cuña al 2° y 3° metatarsiano
3° cápsula articular: extendida desde el cuboides al 4° y 5° metatarsiano
- Ligamentos:
Ligamentos dorsales: unen las caras dorsales de las piezas óseas extendiéndose
 - Desde la 1° cuña al 1° metatarsiano
 - Desde el 2° metatarsiano a la 1°, 2° y 3° cuña
 - Desde el cuboides y 3° cuña a el 3°, 4° y 5° metatarsiano

Ligamentos plantares: unen las caras plantares de las piezas óseas extendiéndose:

- Desde la 1° cuña al 1° metatarsiano
- Desde la 1° cuña al 2° y 3° metatarsiano
- Desde la 2° cuña al 2° metatarsiano
- Desde la 3° cuña al 3° y 4° metatarsiano
- Desde el cuboides al 4° y 5° metatarsiano

Ligamentos interóseos: unen

- La 1° cuña con el 2° metatarsiano
- La 2° cuña con el 3° metatarsiano
- La 3° cuña con el 2° metatarsiano
- La 3° cuña con el 3° metatarsiano



Sinovial

Existe una sinovial tapizando cada una de las cápsulas articulares que componen la articulación.

Mecanismo

Pequeños movimientos de deslizamientos de los metatarsianos.

El 2° metatarsiano es el inmóvil.

El 4° y 5° son los más móviles.

e. Articulaciones intermetatarsianas

Los metatarsianos se articulan entre si por su base por intermedio de artrodias.

El 1° metatarsiano no se articula con el 2° metatarsiano.

Las superficies son planas y cubiertas de cartilago.

Medios de unión

- *Cápsula articular:* independiente para cada articulación intermetatarsiana.
- *Ligamentos:*
 - Dorsales
 - Plantares
 - Interóseos
- *Sinovial:* son continuas con las sinoviales de las articulación de Lisfranc

f. Articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas

Son análogas a las de la mano.

Músculos de miembro inferior

Los músculos de miembro inferior se dividen en 4 grupos:

1. Músculos de la pelvis
2. Músculos del muslo
3. Músculos de pierna
4. Músculos de pie

1. Músculos de la pelvis

Se extienden desde la pelvis al fémur.

Se ubican en la región glútea.

Solo uno, el psoas ilíaco se extiende en la región anterior del muslo.

GRUPO	PLANO	MÚSCULO
		Psoas ilíaco
REGIÓN GLÚTEA	PROFUNDO	- Glúteo menor - Piramidal - Gemino superior - Obturador interno - Gémio inferior - Obturador externo - Cuadrado crural
	MEDIO	Glúteo medio
	SUPERFICIAL	- Glúteo mayor - Tensor de la fascia lata

Psoas ilíaco

Está constituido por dos músculos, el psoas y el ilíaco

Psoas

Largo y fusiforme

- Inserción proximal:** se extiende desde la 12ma vértebra dorsal y las cinco vértebras lumbares. Se inserta en la cara lateral de las cinco vértebras lumbares y en los discos intervertebrales y en la 12ma vértebra dorsal. En la cara anterior de las apófisis costiformes de las vértebras lumbares. Desde aquí las fibras se reúnen en un cuerpo carnoso que desciende oblicuo hacia abajo y afuera, a los lados de la columna vertebral. Atraviesa la fosa ilíaca interna y el arco crural. Desciende por delante de la articulación coxofemoral.
- Inserción distal:** termina en el vértice del trocánter menor.

Ilíaco

Ancho y grueso

- Inserción proximal:** se inserta en la fosa ilíaca interna, en el labio interno de la cresta ilíaca, en la espina ilíaca anterosuperior y anteroinferior. Las fibras convergen hacia el tendón del psoas.
- Inserción distal:** vértice del trocánter menor.

Acción del psoas ilíaco

- Flexiona el muslo sobre la pelvis.
- Rotador externo del muslo.
- Cuando toma su punto fijo en el fémur:
 - Flexiona la columna y la pelvis
 - Rotación de la pelvis hacia el lado opuesto
 - Flexión directa cuando se contraen los dos psoas ilíacos.



Músculos de la región glútea

Están ubicados en tres planos:

Plano profundo

- músculo glúteo menor
- músculo piramidal
- músculo gemino superior
- músculo gemino inferior
- músculo obturador interno
- músculo obturador externo
- músculo cuadrado lumbar

Glúteo menor

Triangular, aplanado y grueso.

- Inserción proximal:** se inserta en la fosa ilíaca externa por debajo de la línea semicircular anterior. Sus fibras convergen hacia abajo por encima de la articulación coxofemoral.
- Inserción distal:** termina en el borde anterior del trocánter mayor.
- Función:**
 - Abductor del muslo.
 - La contracción de sus fibras anteriores producen rotación interna.
 - La contracción de sus fibras posteriores producen rotación externa.
 - Si toma su punto fijo en el fémur extiende la pelvis y la inclina hacia su lado.

Piramidal

Triangular

- Inserción proximal:** se inserta en la cara anterior de la 2°, 3°, 4° y 5° vértebra sacra, por fuera de los agujeros sacros anteriores. Sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor, recorre la cara posterior de la articulación coxofemoral.
- Inserción distal:** termina en la parte media del borde superior del trocánter mayor.

- *Función:* abductor y rotador externo del muslo.

Obturador interno

- *Inserción proximal:* se inserta en la cara interna de la membrana obturatriz. En la cara interna de la rama isquiopubiana. Por encima del marco óseo del agujero isquiopubiano. Sale de la pelvis por la escotadura ciática menor. Se dirige hacia afuera y arriba. Camina por detrás de la articulación coxofemoral.
- *Inserción distal:* termina en la cara interna del trocánter mayor.
- *Función:* rotador externo del muslo

Geminos

- *Inserción proximal:* el gemino superior nace de la espina ciática. El gemino inferior nace de la tuberosidad isquiática. Los geminos acompañan al obturador interno recorriendo su borde superior e inferior, se reúnen por delante del tendón del obturador.
- *Inserción distal:* terminan en la cara interna del trocánter mayor.
- *Acción:* rotador externo del muslo

Obturador externo

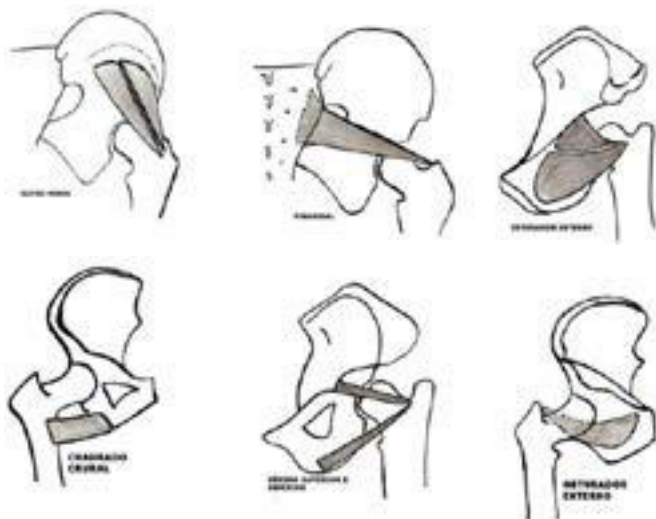
Triangular

- *Inserción proximal:* se origina de la cara externa del marco óseo del agujero isquiopubiano. Las fibras se dirigen hacia fuera y atrás y contornea la cara inferior de la articulación coxofemoral.
- *Inserción distal:* termina en el fondo de la fosa digital del trocánter mayor.
- *Acción:* rotador externo del muslo.

Cuadrado crural

Cuadrilátero

- *Inserción proximal:* se inserta en la cara externa de la tuberosidad isquiática. Se dirige hacia fuera y atrás, pasa por detrás de la articulación coxofemoral.
- *Inserción distal:* termina en el borde posterior del trocánter mayor.
- *Acción:* aductor y rotador hacia fuera del muslo.



Plano medio

Está constituido por un solo músculo. El glúteo medio.

Glúteo medio

Triangular

- *Inserción proximal:* nace de la fosa ilíaca externa entre las líneas semicirculares, en la cresta ilíaca, en la aponeurosis del glúteo mayor. Cubre al glúteo menor.
- *Inserción distal:* termina en la cara externa del trocánter mayor
- *Acción:* abductor del muslo
 - La contracción de sus fibras anteriores provocan la rotación interna
 - La contracción de sus fibras posteriores provocan la rotación externa
 - Cuando toma su punto fijo en el fémur extiende la pelvis y la inclina hacia su lado.

Plano superficial

Este plano comprende dos músculos

- Glúteo mayor
- Tensor de la fascia lata

Glúteo mayor

Cuadrilátero

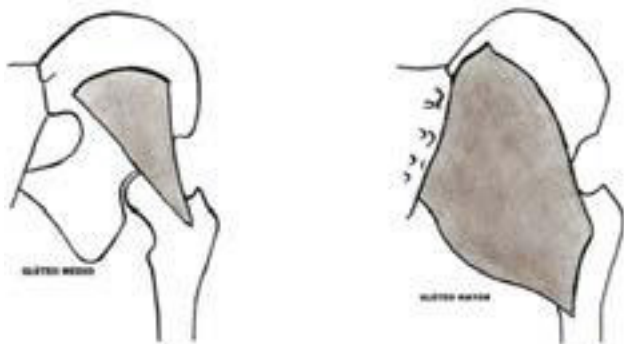
- *Inserciones proximales:* este músculo nace de:
 - Cresta ilíaca
 - Fosa ilíaca externa, por detrás de la línea semicircular posterior
 - Cresta sacra
 - Tubérculos sacros posteroexternos
 - Bordes laterales del sacro y cóccix
 - Aponeurosis del glúteo medio
 - Ligamento sacrociático mayor
- Los fascículos musculares descienden hacia abajo y afuera cubriendo al plano medio y profundo.
- *Inserción distal:* el glúteo mayor termina en:
 - La lámina tendinosa del tensor de la fascia lata
 - Rama externa de trifurcación de la línea áspera
 - Labio externo de la línea áspera
 - Tabique intermuscular externo.
 - *Acción:* extensor y rotador externo del muslo. La contracción de sus fibras inferiores aproximan el muslo al tronco. Si toma su punto fijo en el fémur endereza la pelvis y la inclina hacia su lado y le imprime un movimiento de rotación que dirige la cara anterior al lado opuesto.

Tensor de la fascia lata

Alargado, muscular en su segmento superior y tendinoso en su segmento inferior.

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - Cresta ilíaca, extremidad anterior
 - Espina ilíaca anterosuperior
 - Se dirige hacia abajo y atrás descendiendo por detrás del muslo y de la rodilla

- *Inserción distal:* termina en ->
 - La tuberosidad externa de la tibia
 - Tabique intermuscular externo de la pierna
 - Borde externo de la rótula
- *Acción:* extensor de la pierna. Abductor y rotador del muslo hacia adentro.



2. Músculos del muslo

Existen 3 grupos distintos:

- anterior
- interno
- posterior

GRUPO	PLANO	MÚSCULO
ANTERIOR		• Cuádriceps • Crural • Sartorio
INTERNO	PROFUNDO	• Aductor mayor
	MEDIO	• Aductor menor
	SUPERFICIAL	• Pectíneo • Aductor medio • Recto interno
POSTERIOR		• Semimembranoso • Semitendinoso • Bíceps

Grupo muscular anterior

Cuádriceps

El cuádriceps se halla constituido por cuatro cuerpos musculares distintos que terminan en un tendón común. Se disponen en distintos planos.

Los cuerpos musculares desde la profundidad a la superficie son:

- Crural
- Vasto interno
- Vasto externo
- Recto anterior

Crural

- *Inserción proximal:* nace de los $\frac{3}{4}$ superiores de la cara anterior, externa y borde interno y externo del fémur. Los fascículos carnosos descienden hasta la rótula por

las caras anterior y externa del fémur.

Vasto interno

- *Inserción proximal:* el vasto interno nace:
 - del labio interno de la línea áspera
 - en la rama interna de trifurcación de la línea áspera
 Los fascículos descienden hasta el tendón común, contorneando la cara interna del fémur.

Vasto externo

- Nace de:
 - el límite anteroinferior del trocánter mayor
 - de la rama externa de trifurcación de la línea áspera
 - de la vertiente externa de la línea áspera
 Los fascículos descienden hasta el tendón común.

Recto anterior

- Nace de:
 - la espina iliaca anteroinferior
 - de la ceja cotiloidea
 Las fibras descienden para unirse al resto de los tendones

Inserción terminal del cuádriceps (tendón rotuliano)

Los cuatro tendones se reúnen por encima de la rótula para constituir el tendón rotuliano, que termina finalmente de la siguiente manera:

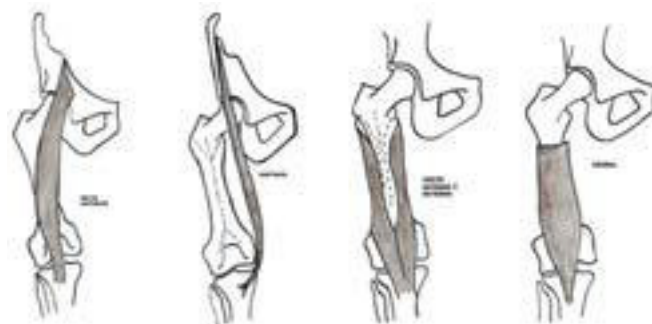
- las fibras superficiales se insertan en la base y cara anterior de la rótula y en la tuberosidad anterior de la tibia
- las fibras medias terminan en la base de la rótula y en el borde anterior de la meseta tibial
- las fibras profundas terminan en la base de la rótula

Acción:

- Extensor de la pierna
- Flexor del muslo sobre la pelvis

Sartorio

- *Inserción proximal:* nace de la espina iliaca anterosuperior, desciende hacia adentro hasta la cara interna del muslo, luego desciende verticalmente hasta el cóndilo interno.
- *Inserción terminal:* termina en la tuberosidad interna de la tibia. El tendón terminal del sartorio junto con el del semitendinoso y recto interno forman la “pata de ganso”.
- *Acción:* flexiona la pierna sobre el muslo. Flexiona el muslo sobre la pelvis.



Grupo muscular interior

Está constituido por cinco músculos:

- Aductor mayor
- Aductor menor
- Pectíneo
- Aductor medio
- Recto interno

Estos músculos están dispuestos en tres planos:

Plano profundo

Aductor mayor

Triangular

Se extiende desde el hueso coxal al fémur

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - La cara externa de las ramas isquiopúbicas
 - La cara externa de la tuberosidad isquiática

Los fascículos musculares se dirigen hacia abajo y afuera, se dividen en dos porciones, una interna y otra externa.

- *Inserción distal:*
 - Fascículo interno o inferior: termina en el tubérculo del aductor mayor y en el cóndilo interno, limitando un orificio osteofibroso denominado anillo del 3er aductor.
 - Fascículo externo: termina en la vaina externa de trifurcación de la línea áspera y en todo el intersticio de la línea áspera.

Plano medio

Aductor menor

Triangular, extendido desde el hueso coxal al fémur.

- *Inserción proximal:* nace de la cara externa de la lámina cuadrilátera del pubis y de la rama isquiopúbica. Se dirige hacia abajo, afuera y atrás.
- *Inserción distal:* termina en ->
 - Rama media de trifurcación de la línea áspera
 - En la parte superior del intersticio de la línea áspera

Plano superficial

Pectíneo

Rectangular.

Se extiende desde el coxal al fémur.

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - La cresta pectínea, desde la eminencia pectínea a la espina del pubis.
 - Del ligamento de Cooper
 - En el canal subpubianoDesde allí el músculo se dirige hacia abajo, atrás y hacia afuera.
- *Inserción distal:* termina en la rama media de trifurcación de la línea áspera.

Aductor medio

Triangular.

Se extiende desde el coxal al fémur.

- *Inserción proximal:* nace en el ángulo del pubis y espina del pubis; el músculo se dirige hacia fuera, abajo y atrás.
- *Inserción distal:* termina en la parte media de la línea áspera.
- *Acción de los músculos aductores*
 - Aductores del muslo
 - Rotadores externos del muslo
 - Flexores del muslo

Recto interno

Acintado.

Extendido desde el hueso coxal a la tibia.

- *Inserción proximal:* nace de la apófisis cuadrilátera del pubis. El músculo desciende hasta el cóndilo interno del fémur a quien contornea.
- *Inserción distal:* el músculo termina en la tuberosidad interna de la tibia.
- *Acción:* flexor y aductor de la pierna.



Grupo muscular posterior

Este grupo está constituido por tres músculos dispuestos en dos planos:

Plano profundo

Semimembranoso

Extendido desde el isquion a la tibia.

- *Inserción proximal:* se inserta en la parte externa de la tuberosidad isquiática, desde aquí se dirige oblicuamente hacia abajo y hacia afuera.
- *Inserción distal:* termina en la tuberosidad interna de la tibia a través de un tendón directo y un tendón reflejo.
- *Acción:*
 - Flexor de la pierna
 - Extiende el muslo sobre la pelvis
 - Rotador interno de la pierna

Plano superficial

Semitendinoso

Extendido desde el isquion a la tibia.

- *Inserción proximal:* nace del isquion junto con el tendón de la porción larga del bíceps. Se dirige hacia abajo y pasa por detrás del cóndilo interno del fémur.
- *Inserción distal:* termina en la cara interna de la tibia en su porción superior.
- *Acción:*
 - Flexión de la pierna
 - Extensor del muslo sobre la pelvis
 - Rotador interno de la pierna

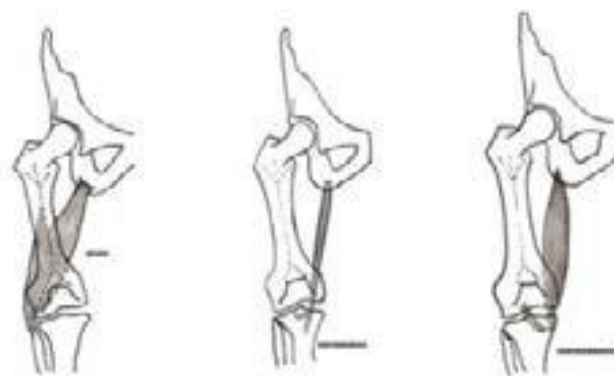
Bíceps crural

Extendido desde el isquion y el fémur al peroné. Esta constituido por dos cuerpos carnosos que terminan en un tendón común.

- *Inserción proximal:*
 - Porción larga del bíceps: nace junto con el semitendinoso del isquion.
 - Porción corta del bíceps: nace del intersticio de la línea áspera y de la rama externa de bifurcación de la línea áspera.

Ambas porciones descienden hacia fuera y se reúnen en un tendón común.

- *Inserción distal:* termina en la apófisis estiloides y en la cabeza del peroné; algunas fibras se extienden hasta la tuberosidad externa de la pierna.
- *Acción:*
 - Flexor de la pierna
 - Extensor del muslo sobre la pelvis
 - Rotador de la pierna hacia fuera



3. Músculos de la pierna

La pierna posee tres grupos de músculos separados por el esqueleto óseo de la pierna, el ligamento interóseo y los tabiques intermusculares anterior y externo.

GRUPO	PLANO	MÚSCULO
ANTERIOR		• Tibial anterior • Extensor propio del dedo gordo • Extensor común de los dedos • Peroneo anterior
EXTERNO		• Peroneo lateral largo • Peroneo lateral corto
POSTERIOR	PROFUNDO	• Poplíteo • Flexor largo común de los dedos • Tibial posterior • Flexor largo propio del dedo gordo
	SUPERFICIAL	• Tríceps sural • Plantar delgado

Grupo muscular anterior

Los músculos del grupo anterior están yuxtapuestos, de adentro hacia fuera son:

Tibial anterior

Se extiende desde la tibia a la cara dorsal del tarso. Triangular

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - Tubérculo de Gerdy
 - Tuberosidad externa de la tibia
 - Ligamento interóseo
 - De la aponeurosis de la pierna

Los fascículos musculares descienden sobre la cara externa de la tibia hasta el tarso.

- *Inserción distal:* el músculo termina en la cara dorsal de la 1ª cuña y la base del 1er metatarsiano.

- **Acción:**
 - Flexor del pie
 - Aductor
 - Rotador interno

Entensor propio del dedo gordo

Se extiende desde el peroné a las falanges del 1er dedo

- **Inserción proximal:** el músculo nace de ->
 - Cara interna del peroné (segmento medial)
 - Ligamento interóseoEl músculo desciende hacia delante y adentro.
- **Inserción distal:** el tendón terminal se desdobra en dos fascículos que se fijan en la cara lateral de la 1ra falange y extremidad posterior de la 2da falange.
- **Acción:**
 - Extensor de la 2da falange sobre la 1ra falange
 - Extensor de la 1ra falange sobre el metatarso
 - Flexor del pie sobre la pierna
 - Rotador interno

Entensor común de todos los dedos

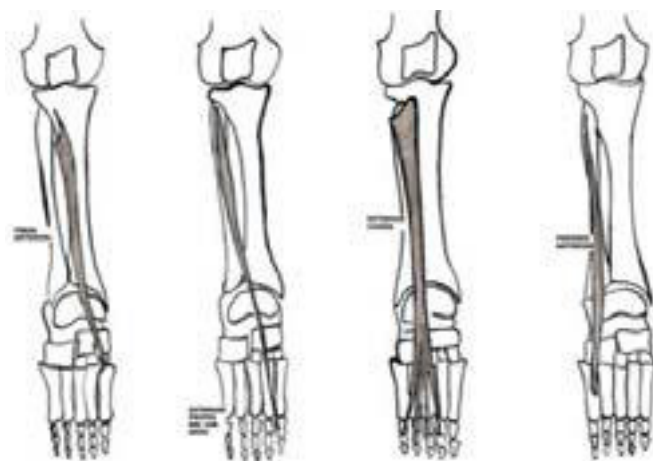
Extendido desde la tibia y el peroné a los cuatro últimos dedos

- **Inserción proximal:** el músculo nace ->
 - De la tuberosidad externa de la tibia.
 - De la cara interna del peroné.
 - Del ligamento interóseo.Las fibras carnosas descienden hacia un tendón, que en la cara dorsal del pie se divide en cuatro tendones que terminan en los cuatro últimos dedos.
- **Inserción distal:** cada tendón se divide en tres fascículos, uno medio y dos laterales.
 - Medio: se inserta en el extremo posterior de la 2da falange
 - Laterales: se unen sobre la cara dorsal de la 2da falange y termina en el extremo posterior de la 3ra falange
- **Acción:**
 - Extensor de los dedos
 - Flexor del pie
 - Abductor
 - Rotador externo

Peroneo anterior

Extendido desde el peroné al 5to metatarsiano

- **Inserción proximal:** nace de ->
 - Cara interna del tercio inferior del peroné
 - Ligamento interóseoDesciende hacia delante y atraviesa el ligamento anular.
- **Inserción distal:** termina en la base del 5to metatarsiano.
- **Acción:**
 - Flexor del pie
 - Abductor del pie
 - Rotador externo del pie



Grupo muscular externo

Peroneo lateral corto

Aplanado

Extendido desde el peroné al 5to metatarsiano.

- **Inserción proximal:** el músculo nace de la cara externa del peroné, por encima del maléolo. Desciende sobre la cara externa del peroné, por detrás del maléolo, se refleja hacia delante y abajo.
- **Inserción distal:** termina en el tubérculo del 5to metatarsiano.
- **Acción:** abductor y rotador externo del pie

Peroneo lateral largo

Extendido desde el peroné a la planta del pie.

Carnoso hacia arriba, tendinoso hacia abajo.

- **Inserción proximal**
 - Tuberosidad externa de la tibia
 - Cara anterior y externa de la cabeza del peroné
 - Cara externa del cuerpo del peronéDesciende verticalmente, pasa por detrás del maléolo externo, luego se flexiona hacia abajo y adelante y cruza la planta del pie oblicuamente.
- **Inserción distal:** termina en la planta del pie de la siguiente manera ->
 - Extremidad posterior del primer metatarsiano
 - 1° cuña
 - 2° metatarsiano
- **Acción:**
 - Extensión del pie
 - Abductor del pie
 - Rotador externo
 - Aumenta la concavidad de la bóveda plantar



Grupo muscular posterior

Son ocho músculos dispuestos en dos planos

Plano profundo

Poplíteo

Se extiende desde el fémur a la tibia.

Ubicado por detrás de la articulación de la rodilla.

- *Inserción proximal* nace a nivel del cóndilo externo del fémur, luego desciende hacia adentro.
- *Inserción distal*: termina en la tibia, por encima de la línea oblicua.
- *Acción*:
 - Flexiona la pierna
 - Rotador interno de la pierna

Flexor común largo de los dedos

Se extiende desde la tibia a la planta del pie.

- *Inserción proximal*: nace de ->
 - Línea oblicua de la tibia
 - Del tercio medio de la cara posterior de la tibiaDesciende verticalmente, su tendón se desliza por detrás del maléolo interno, se refleja orientándose hacia abajo y adelante para penetrar en la región plantar. En la planta del pie se dirige hacia adelante y afuera. En la planta del pie el músculo se divide en cuatro tendones.
- *Inserción distal*: cada tendón ("tendón perforante") atraviesa el tendón correspondiente del flexor plantar corto ("tendón perforado") y termina en la base de la 3ra falange de los cuatro últimos dedos.
- *Acción*:
 - Flexor de los dedos
 - Extensor del pie

Lumbricales

Pequeños haces fusiformes, anexos al flexor largo común de los dedos.

- *Inserción proximal*: nacen ->
 - Del ángulo de división de los tendones del flexor común.
 - De los tendones del flexor común que limitan el ángulo.Luego llegan al lado interno de la articulación metatarsofalángica.
- *Inserción distal*: termina en la cara interna de la base de la 1ra falange y en el tendón extensor correspondiente.
- *Acción*:
 - Flexiona la 1º falange
 - Extiende las otras dos.

Tibial posterior

Se extiende desde la tibia a la planta del pie.

- *Inserción proximal*: nace de ->
 - Los 2/3 superiores de la cara posterior de la tibia
 - Los 2/3 superiores de la cara interna del peroné

- Ligamento interóseo

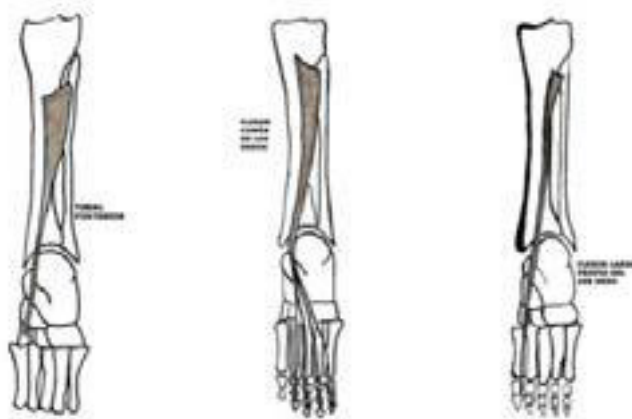
Los fascículos descienden hacia abajo y adentro, pasa por detrás del maléolo interno y se refleja hacia abajo y hacia delante.

- *Inserción distal*: el músculo termina ->
 - Tubérculo del escafoides
 - Cara plantar de la 1º, 2º y 3º cuña
 - Cara plantar del cuboides
 - Cara plantar del extremo posterior del 2º, 3º y 4º metatarsianos
- *Acción*:
 - Aductor del pie
 - Rotador interno del pie
 - Aumenta la concavidad de la planta del pie

Flexor largo propio del dedo gordo

Se extiende desde el peroné al 1º dedo.

- *Inserción proximal*: nace ->
 - De los $\frac{3}{4}$ inferiores de la cara posterior del peroné.
 - Del ligamento interóseoLos fascículos musculares descienden junto al flexor común y tibial posterior.
- *Inserción distal*: termina en la extremidad posterior de la 2da falange del 1er dedo.
- *Acción*:
 - Flexiona la 1º falange sobre la 2º falange.
 - Flexiona la 2º falange sobre el metatarso.



Plano superficial

Tríceps sural

Está compuesto por tres músculos que se reúnen en un tendón común, el tendón de Aquiles

- Sóleo
- Gemelo interno
- Gemelo externo

Sóleo

Profundo, se extiende desde los huesos de la pierna al tendón de Aquiles.

- *Inserción proximal*: nace de 2 fascículos diferentes.
- *Fascículo subcutáneo*: nace de la cara posterior de la

cabeza del peroné, $\frac{1}{4}$ superior de la cara posterior del peroné.

- Fascículo tibial: nace de la línea oblicua interna (línea del sóleo) y del borde interno de la tibia. Los dos fascículos de origen se unen formando una lámina única llamada “arco del sóleo”, del arco se desprende una aponeurosis intramuscular de la cual se desprenden fibras musculares. Las fibras musculares que se desprenden de estos fascículos tendinosos descienden para terminar en otra formación tendinosa, “el tendón de Aquiles”.

Gemelo

Son superficiales, se extienden desde los cóndilos femorales al tendón de Aquiles.

Gemelo externo

- *Inserción proximal:* tuberosidad del cóndilo externo, casquete condíleo y tubérculo supracondíleo.

Gemelo interno

- *Inserción proximal:* cóndilo interno del fémur, casquete condíleo interno y tubérculo supracondíleo. Las fibras carnosas nacidas desde ambas inserciones forman dos cuerpos carnosos que convergen. Descienden por detrás del sóleo y forman parte del tendón de Aquiles.

Inserción distal del tríceps sural. tendón de aquiles.

Resulta de la unión de los 3 cuerpos musculares.

Forma el tendón más voluminoso del cuerpo.

Se inserta en la mitad inferior de la cara posterior del calcáneo.

Acción

- Extensión de la pierna.
- Aducción y rotador interno del pie.

Plantar delgado

Ubicado entre los gemelos y el sóleo.

- *Inserción proximal:* nace del cóndilo externo del fémur y casquete condíleo, desciende oblicuamente hacia abajo y adentro.
- *Inserción distal:* termina en el calcáneo, por dentro del tendón de Aquiles.
- *Acción:* débil, auxiliar del tríceps.



4. Músculos del pie

REGIÓN	GRUPO	PLANO	MÚSCULO
DORSAL			Pedio
PLANTAR	MEDIO	PROFUNDO	Interóseos
		MEDIO	• Accesorio del flexor largo común (cuadrado carnoso de Silvio)
		SUPERFICIAL	• Flexor corto plantar
	INTERNO	PROFUNDO	• Flexor corto del dedo gordo • Abductor del dedo gordo
		SUPERFICIAL	• Aductor del dedo gordo menor
	EXTERNO	PROFUNDO	• Flexor corto del dedo • Oponente del dedo menor
		SUPERFICIAL	• Abductor del dedo menor

Músculos dorsales

Pedio

Se extiende desde el dorso del tarso a los cuatro últimos dedos.

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - La cara articular de la cara superior del calcáneo.
 - En el ligamento anular del cuello del pie.

El músculo se dirige hacia delante y adentro, recorre el dorso del pie.

Se divide en cuatro fascículos.

- *Inserción distal:* el fascículo más interno termina en la base de la 1ra falange del 1er dedo. El 2º, 3º y 4º fascículo terminan junto con el tendón del extensor común de todos los dedos con el 2º, 3º y 4º dedo.
- *Acción:* extensor de la 1ra falange.



5. Músculos plantares

Grupo medio

Interóseos dorsales

Son cuatro, ocupan el espacio intermetatarsiano.

- *Inserción proximal:* cara lateral del metatarsiano que está próximo al eje del pie. Tercio superior de la cara lateral del otro metatarsiano.
- *Inserción distal:* terminan en la extremidad posterior de la primera falange del dedo más próximo al eje del pie.
- *Acción:*
 - Flexiona la 1° falange.
 - Separan a los dedos del eje del pie.

Interóseos plantares

Son tres, ubicados en los espacios interóseos.

- *Inserción proximal:* nacen de los 3 últimos metatarsianos:
 - De la parte inferior de la cara lateral del metatarsiano que mira al eje del pie.
 - Borde inferior y base del metatarsiano que mira al eje del pie.
- *Inserción distal:* termina en la cara lateral de la extremidad posterior de la 1° falange.
- *Acción:*
 - Flexiona la 1° falange.
 - Aproximan los tres últimos dedos.

Accesorio del flexor largo común o cuadrado caroso de silvio

Se extiende desde el calcáneo a los cuatro últimos dedos.

- *Inserción proximal:* nace en ->
 - La cara inferior del canal calcáneo
 - En la tuberosidad mayor del calcáneo
 - En la tuberosidad externa del calcáneoSe dirige hacia delante en la planta del pie.
- *Inserción distal:* termina en el borde externo del flexor largo común.
- *Acción:*
 - Corrige la desviación que el flexor largo común ocasionaría cuando flexiona los dedos.
 - Flexión de los cuatro últimos dedos.

Flexor corto plantar

Se extiende desde el calcáneo a los cuatro últimos dedos.

- *Inserción proximal:* nace ->
 - de la tuberosidad interna del calcáneo
 - de la aponeurosis plantar mediaSe dirige hacia delante para dividirse en cuatro delgados tendones.
- *Inserción distal:* cada tendón, a nivel de los dedos, se divide en dos cintillas, que rodean al flexor largo común, se unen en la cara dorsal de este tendón y terminan insertándose en la cara inferior de la 2° falange.
- *Acción:*
 - Flexiona la 2° falange sobre la 1°.
 - Flexiona la 1° falange sobre el metatarso.

Grupo interno

Flexor corto del dedo gordo

Se extiende desde la 2da fila del tarso al 1er dedo.

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - El borde inferior del 2° y 3° cuneiforme
 - El cuboide y del ligamento calcaneocuboideoSe dirige hacia delante y se divide en dos fascículos, uno interno y otro externo.
- *Inserción distal:* el fascículo interno se inserta en el hueso sesamoideo interno de la articulación metatarsofalángica y base de la 1° falange. El fascículo externo se inserta en el hueso sesamoideo externo de la articulación metatarsofalángica y base de la 1° falange.
- *Acción:* es flexor del dedo gordo.

Abductor del dedo gordo

Se extiende desde el tarso y metatarso al 1er dedo.

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - El cuboide
 - 3° cuneiforme
 - Base del 3er y 4to metatarsianoLas fibras musculares convergen hasta el 1er dedo.
- *Inserción distal:* termina en el hueso sesamoideo externo y lado externo de la base de la 1er falange.
- *Acción:* flexor y abductor del 1er dedo.

Aductor del dedo gordo

Se extiende desde el calcáneo al 1er dedo.

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - Tuberosidad interna del calcáneo
 - La aponeurosis plantarEl músculo se dirige hacia delante.
- *Inserción distal:* termina en el sesamoideo interno y el lado interno de la extremidad posterior de la 1° falange.
- *Acción:* flexor y aductor del 1er dedo.

Grupo externo

Flexor corto del dedo menor

Se extiende desde la 2da fila del tarso al 5to dedo.

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - La vaina del peroneo lateral
 - Base del 5° metatarsianoLas fibras musculares se dirigen hacia adelante siguiendo al 5° metatarsiano.
- *Inserción distal:* termina en la extremidad posterior de la 1° falange del 5to dedo
- *Acción:* flexor de la 1° falange del 5to dedo.

Oponente del dedo menor

Se extiende desde el tarso al 5° metatarsiano.

- *Inserción proximal:* nace de la vaina del peroneo lateral largo.
- *Inserción distal:* termina en el borde externo del 5° metatarsiano.
- *Acción:* dirige hacia adentro al 5° metatarsiano.

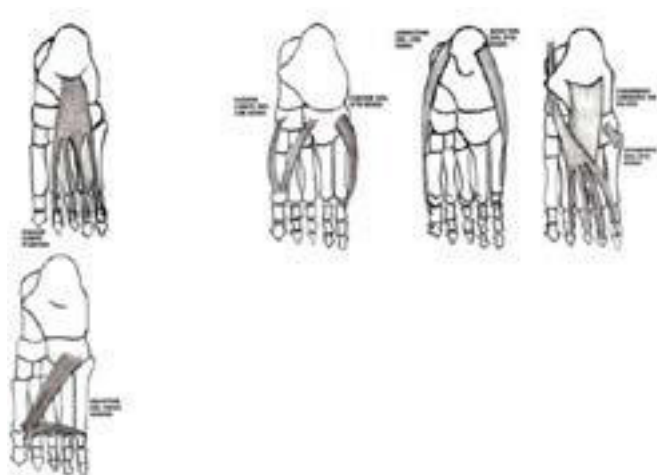
Abductor del dedo menor

Se extiende desde el calcáneo al 5to dedo.

- *Inserción proximal:* nace de ->
 - La tuberosidad posterointerna del calcáneo.
 - La tuberosidad posteroexterna del calcáneo.
 - Del tubérculo del 5º metatarsiano.

Las fibras musculares se orientan hacia adelante a lo largo del borde externo del pie.

- *Inserción distal:* termina en la base de la 1º falange del dedo menor.
- *Acción:* flexor y abductor del 5to dedo.

**Irrigación de miembro inferior****Arterias de miembro inferior**

Asegura la irrigación arterial del miembro inferior la arteria femoral, contribuyen además los ramos extraparietales de la arteria hipogástrica.

Arteria femoral

La arteria femoral continúa a la arteria ilíaca externa a nivel del anillo crural.

Se sitúa en la parte anterointerna del muslo, y se extiende hasta el borde posterior del cóndilo interno donde se continua con la arteria poplítea. Recorre el conducto femoral en toda su extensión acompañada por la vena femoral, el nervio crural y la rama crural del genitocrural.

Durante su recorrido da las siguientes ramas colaterales.

- Arteria subcutánea abdominal
- Arteria circunfleja ilíaca superficial
- Arteria pudenda externa superior
- Arteria pudenda externa inferior
- Arteria femoral profunda
- Arteria anastomótica mayor

Arteria subcutánea abdominal

Desde su origen en la arteria femoral, la arteria atraviesa la aponeurosis y se hace superficial. Se dirige hacia arriba y adentro.

Irriga la pared abdominal hasta la cicatriz umbilical.

Arteria circunfleja ilíaca superficial

Desde su origen en la arteria femoral, la arteria atraviesa la aponeurosis y se hace superficial. Se dirige hacia arriba y hacia fuera.

Irriga la pared abdominal por fuera del territorio de la arteria subcutánea abdominal.

Arteria pudenda externa superior

Nace de la cara interna de la femoral, atraviesa la aponeurosis y se distribuye en la región pubiana (escroto o labios mayores).

Arteria pudenda externa inferior

Nace de la cara interna de la femoral, por debajo de la anterior, perfora la aponeurosis e irriga escroto o labios mayores.

Arteria femoral profunda

Es la rama más voluminosa, vasculariza músculos y tegumentos del muslo. Nace de la cara posterior de la arteria femoral y desciende orientada hacia afuera. La arteria termina, a nivel del anillo del tercer aductor, como la tercera arteria perforante.

La femoral profunda da las siguientes ramas colaterales:

a - Arteria del cuádriceps: irriga las cuatro porciones del cuádriceps.

b - Arteria circunfleja externa o anterior: se dirige hacia afuera, irriga la articulación coxofemoral y músculos periarticulares. Contornea el cuello del fémur y se anastomosa con la circunfleja interna.

c - Arteria circunfleja interna o posterior: desde su origen se dirige hacia atrás y adentro.

Irriga a los músculos vecinos y a la articulación coxofemoral. Da dos ramas terminales, una ascendente y otra descendente:

- Ramo ascendente: se anastomosa con la circunfleja externa a nivel del cuello del fémur.

- Ramo descendente: se anastomosa con la 1º perforante.

d - Arterias perforantes: se llaman perforantes porque atraviesan los músculos aductores de adelante hacia atrás. Son tres, la tercera está representada por el segmento terminal de la arteria femoral profunda. Cada perforante cuando llegan a la cara posterior del aductor mayor, se dividen en ramos ascendentes y descendentes que se anastomosan entre sí formando arcos.

Arteria anastomótica mayor

Se origina de la femoral en su segmento Terminal. Se divide en tres ramas:

- Superficial: que acompaña al nervio safeno interno.
- Profunda articular: para la rodilla.
- Profunda muscular: para el cuádriceps.



Arteria poplítea

La arteria poplítea continúa a la femoral a nivel del anillo del 3er aductor. Recorre en su descenso el hueco poplíteo y se divide en dos ramas terminales a nivel del arco del sóleo:

- Arteria tibial anterior
- Tronco arterial tibioperoneo

En su trayecto, oblicuo hacia fuera, se ubica por detrás del fémur, del plano fibroso posterior de la rodilla y el músculo poplíteo, y por delante del músculo semimembranoso y la aponeurosis profunda. Junto con la vena poplítea y el nervio ciático poplíteo interno forman el paquete vasculonervioso poplíteo.

Ramas colaterales

Arterias articulares superiores

Son dos, una interna y otra externa, que nacen de la cara anterior de la poplítea, siguen el borde superior de los cóndilos.

Irrigan las caras laterales y anterior de la rodilla, formando parte de la red perirrotuliana.

Arteria articular media

Nace de la cara anterior de la poplítea, se distribuye en el plano fibroso posterior de la rodilla.

Arteria articular inferior

Son dos, una interna y otra externa.

Se distribuyen en las caras laterales y anterior de la rodilla, forman la red perirrotuliana.

- Red perirrotuliana

Las arterias articulares superiores e inferiores se anastomosan entre sí en la cara anterior de la rodilla formando la red perirrotuliana o rotuliana.

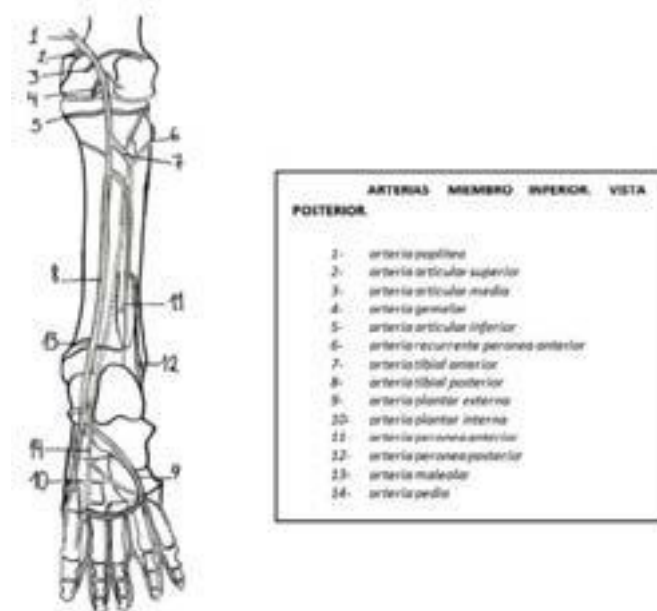
Contribuyen a formar esta red las siguientes arterias:

- arteria anastomótica mayor
- arteria recurrente tibial anterior
- arteria recurrente peronea anterior
- arteria recurrente peronea posterior

- arteria recurrente tibial interna

Arterias gemelas

Son dos una interna y otra externa, irrigan al músculo gemelo correspondiente.



Arteria tibial anterior

Es la rama de bifurcación anterior de la arteria poplítea.

Desde su origen se orienta hacia delante atravesando el espacio comprendido entre los dos huesos de la pierna y el borde superior del ligamento interóseo. Desciende verticalmente sobre el ligamento interóseo, recorre en el 1/3 inferior de la pierna la cara externa de la tibia hasta el ligamento frondiforme. Transita cubierta por este ligamento y cuando alcanza su borde inferior, se continúa con la arteria pedis. En su trayecto esta acompañada por dos venas satélites y el nervio tibial anterior.

Ramos colaterales

Ramos musculares

Recurrente peronea posterior

Nace por detrás del ligamento interóseo. Irriga la cara anterior de la articulación peroneotibial superior.

Recurrente peronea anterior

Nace por delante del ligamento interóseo. Irriga la articulación de la rodilla.

Recurrente tibial anterior

Nace por delante del ligamento interóseo, asciende por la tuberosidad externa de la tibia. Forma parte de la red arterial perirrotuliana.

Maleolar interna

Se distribuye en el maléolo, dando ramos cutáneos y articulares.

Maleolar externa

Da ramos musculares, cutáneos, articulares y calcáneos. Se anastomosa con los peroneos y la dorsal del tarso.

Arteria pedia

La arteria pedia continúa a la arteria tibial anterior, a nivel del borde inferior del ligamento frondiforme. La arteria se dirige por la cara dorsal del pie, hasta alcanzar la extremidad posterior del primer espacio interóseo, lo atraviesa de arriba hacia abajo y termina anastomosándose con la arteria plantar externa. En su trayecto la arteria camina por la cara dorsal de los huesos del tarso y sus articulaciones. Por fuera del tendón del extensor propio del primer dedo.

Ramos colaterales

1. Arteria dorsal del tarso.
2. Arteria del seno del tarso.
3. Arteria supratarsiana interna.
4. Arteria dorsal del metatarso.
5. Interósea del primer espacio.

1. *Dorsal del tarso*: desde su origen, se orienta hacia delante y hacia fuera.

Irriga al músculo pedio y a los huesos y articulaciones del tarso.

2. *Arteria del seno del tarso*: recorre el seno astragalocalcáneo, y se anastomosa con la plantar interna.

3. *Arteria supratarsiana*: irriga el borde interno del pie.

4. *Arteria dorsal del metatarso*: describe en la base de los metatarsianos una curva cóncava hacia atrás.

De la convexidad de la curva, nacen las arterias interóseas para los últimos tres espacios interóseos.

Cada interósea discurre de atrás hacia delante y se dividen en las colaterales dorsales de los dedos.

Cada interósea dorsal se anastomosa a través de ramos perforantes posteriores con el arco plantar.

Cada interósea dorsal se anastomosa a través de ramos perforantes anteriores con la plantar correspondiente.

5. *Arteria dorsal del primer espacio*: esta arteria nace en la extremidad posterior del primer espacio interóseo y se divide en dos ramas colaterales una interna y otra externa:

- Rama interna: da las colaterales dorsales interna y externa del primer dedo.
- Rama externa: da la colateral interna del segundo dedo.

Se anastomosa con la interósea plantar del primer espacio a través de un ramo perforante anterior.

Tronco tibioperoneo

El tronco tibioperoneo es la rama de bifurcación posterior de la arteria poplítea. Se inicia en el anillo del soleo y luego de un trayecto vertical de tres o cuatro centímetros se divide en dos ramas terminales, la arteria peronea y la arteria tibial posterior. Acompañan a la arteria el tronco venoso tibioperoneo y

el nervio tibial posterior.

Ramas colaterales

1. Arteria recurrente tibial interna.
2. Arteria nutricia de la tibia.

Arteria recurrente de la tibia

Este ramo, asciende por delante de la tuberosidad interna de la tibia, donde se anastomosa con la red perirrotuliana.

Arteria peronea

La arteria peronea corresponde a la rama de bifurcación externa del tronco tibioperoneo. Se extiende entre los músculos del plano profundo posterior de la pierna, a nivel de la extremidad inferior del ligamento interóseo se divide en dos ramas terminales, la arteria peronea anterior y la arteria peronea posterior.

Ramas colaterales

- *Arteria nutricia del peroné.*
- *Ramos musculares*
- *Rama anastomótica transversal.*

Ramos terminales

1. *Arteria peronea anterior*: la arteria atraviesa el extremo inferior del ligamento interóseo, desciende por delante del esqueleto y se anastomosa con la arteria maleolar externa.
2. *Arteria peronea posterior*: desciende por detrás del maléolo externo, se distribuye en la cara externa del calcáneo. Se anastomosa con la arteria maleolar externa, plantar externa, dorsal del tarso y peronea anterior.

Arteria tibial posterior

Es la rama de bifurcación interna del tronco tibioperoneo. Desciende sobre el plano profundo de los músculos profundos de la pierna, oblicuamente hacia adentro; hasta que entra en el canal calcáneo interno. Recorre este canal y se divide en dos ramas terminales la arteria plantar interna y externa.

La arteria está acompañada por las venas tibiales posteriores profundas, y el nervio tibial posterior.

Ramas colaterales

1. Ramos musculares
2. Rama anastomótica transversa
3. Arteria maleolar posterior e interna.
4. Ramos calcáneos.

Ramos terminales**1. Arteria plantar externa**

Desde su origen se dirige hacia delante y afuera hasta la mitad del borde externo del pie. En este trayecto recorre el espacio entre los músculos cuadrado carnoso de Silvio, flexor corto plantar y aductor del primer dedo. Luego cambia de dirección, se orienta transversalmente hacia

adentro, desde el extremo posterior del quinto metatarsiano, hasta la extremidad posterior del primer metatarsiano. Aquí la arteria termina anastomosándose con la arteria pedia.

Ramas colaterales

1. Las ramas perforantes posteriores: se anastomosan con las arterias interóseas de los tres últimos espacios interóseos.
2. La arteria colateral externa del quinto dedo.
3. Las arterias interóseas del 2º, 3º y 4º espacio interóseo. Cada una de ellas se dividen en las arterias colaterales internas y externas de los dedos correspondientes.
4. La arteria interósea del 1º espacio interóseo: esta arteria se subdivide en dos ramas una interna y otra externa. La rama interna es la colateral interna del 1º dedo. La rama externa se divide en la rama colateral externa del 1º dedo y la colateral interna del 2º dedo.

2. Arteria plantar interna

Desde su origen se dirige hacia delante, en busca del 1º dedo. Esta cubierta en su recorrido por el músculo aductor del 1º dedo. La arteria plantar interna termina formando la arteria colateral interna del 1º dedo. O bien se comporta como la 1º interósea de la arteria plantar externa.

Venas del miembro inferior

Las venas tributarias de la vena ilíaca externa se dividen en venas profundas y venas superficiales.

Venas profundas

Las venas profundas son dos para cada tronco arterial, con excepción de la vena femoral, la vena poplítea y el tronco tibioperoneo, que se disponen en un único tronco acompañando las arterias.

Vena tibioperonea

Asciende por dentro y detrás de la arteria.

Vena poplítea

Se distingue por el gran espesor de su pared. Se sitúa por detrás y dentro de la arteria hacia abajo y asciende por girando en espiral por el tronco arterial, colocándose por fuera de la arteria por arriba.

Recibe las venas satélites de los ramos arteriales y la vena safena externa.

Vena femoral

Extendida desde la vena poplítea, recorre en espiral a la arteria femoral, de manera tal que se halla por fuera de ella en el segmento inferior, asciende por detrás y se ubica por dentro de la arteria en el segmento superior.

Recibe las venas satélites de los ramos colaterales de la arteria femoral y a la vena safena interna.

Venas superficiales

Las venas superficiales, se forman en el tejido subcutáneo.

Red venosa dorsal

Existe sobre la cara dorsal del pie una red venosa superficial. En la que se distingue un arco venoso convexo hacia delante, es el arco venoso dorsal superficial, cruza la región metatarsiana y se continúa en sus extremos con las venas marginales interna y externa.

Las venas marginales, caminan por los bordes del dorso del pie. Constituyen el origen de las venas safenas interna y externa.

Red venosa plantar

Se trata de una basta red, formada por pequeñas venas, que drenan en la red venosa dorsal del pie y en las venas marginales.

Vena safena interna

Continúa a la vena marginal interna, asciende por delante del maléolo interno, luego verticalmente por la cara interna de la tibia. Pasa por detrás del cóndilo interno del fémur para ascender oblicuamente hacia fuera paralelamente al sartorio. Atraviesa la aponeurosis femoral “fascia cribiforme” para desembocar en la vena femoral profunda, cuatro centímetros por debajo del anillo crural.

La acompaña en su trayecto, el nervio músculo cutáneo interno, el accesorio del safeno interno y el nervio safeno interno.

Afluentes:

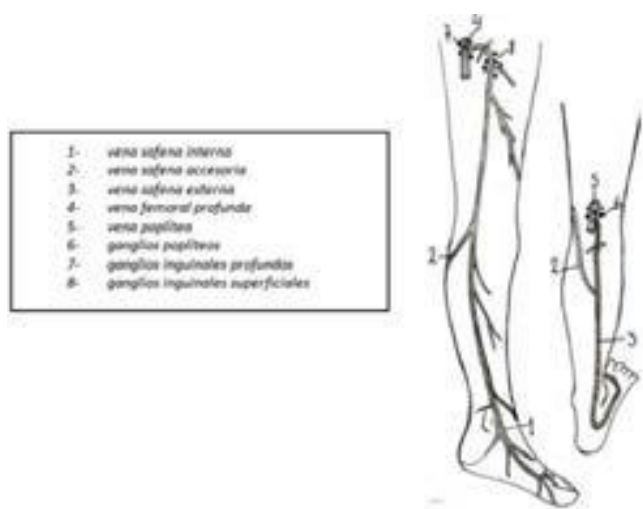
- Red venosa dorsal.
- venas de la región anterior e interna de la pierna.
- Venas pudendas externas.
- Venas subcutáneas abdominales.
- Venas circunflejas ilíacas superficiales.
- Venas dorsales del pene o del clítoris.
- Vena safena accesoria, (ubicada en la región posterior del muslo)

Vena safena externa

Continúa a la vena marginal externa, asciende por detrás del maléolo externo, alcanza la línea media en la región posterior de la pierna. Es supraaponeurótica, desde su origen hasta la parte medial de la pierna, donde atraviesa la aponeurosis, se profundiza y asciende verticalmente, entre los músculos gemelos, acompañada del nervio safeno externo. Cuando llega a la región posterior de la rodilla, la vena desemboca en la vena poplítea, describiendo un cayado.

Ramas colaterales:

- Venas de la región plantar externa.
- Venas de la planta del pie.
- Venas de la cara posterior de la pierna.
- Venas de la cara externa de la pierna.



Linfáticos de miembro inferior

Se describen grupos ganglionares y vasos linfáticos tributarios.

Grupos ganglionares

- Ganglios tibiales anteriores.
- Ganglios tibiales posteriores.
- Ganglios perineos y femorales.
- Ganglios poplíteos.
- Ganglios inguinales:
 - a) ganglios profundos.
 - b) ganglios superficiales.

Ganglios poplíteos

En número de tres a seis, se ubican por debajo de la aponeurosis superficial. Se escalonan a lo largo de los vasos poplíteos.

Ganglios inguinales

Se dividen en superficiales y profundos.

- *Ganglios superficiales*: situados en el triángulo de Scarpa. Si se trazan dos líneas, una vertical y otra horizontal a nivel de la desembocadura de la vena safena interna en la vena femoral profunda, se puede dividir este grupo superficial en cuatro subgrupos que ocupan los cuadrantes superointerno, superoexterno, inferointerno e inferoexterno.
- *Ganglios profundos*: se ubican por debajo de la aponeurosis femoral superficial a lo largo del borde interno de los vasos femorales. Existe un ganglio de este grupo ubicado en la desembocadura de la safena interna. Se halla frecuentemente un ganglio superior que ocupa el extremo interno del anillo crural, denominado ganglio de Cloquet.

Vasos linfáticos colectores

- Vasos superficiales.
- Vasos profundos
- Vasos aferentes de los ganglios inguinales.

Vasos superficiales: Nacen del tejido celular subcutáneo. Se dividen en colectores internos, externos y posteriores.

- Los colectores internos siguen a la vena safena interna y drenan en los ganglios inguinales superficiales.
- Los colectores externos siguen el trayecto de la vena safena externa y drenan en los ganglios poplíteos.
- Los colectores posterior, drenan en el grupo superior y externo del los ganglios inguinales superficiales.

Vasos profundos: Son satélites de los grandes vasos. Los vasos pedios, tibiales posteriores, tibiales anteriores, perineos anteriores y posteriores drenan en los ganglios poplíteos. Los vasos poplíteos y femorales drenan en los ganglios ilíacos externos.

Los *ganglios inguinales*, reciben los vasos linfáticos del miembro inferior, de la región subumbilical, del escroto o labios mayores y menores, y de la región anal. Los ganglios inguinales superficiales drenan en los ganglios inguinales profundos y en los ganglios ilíacos externos.

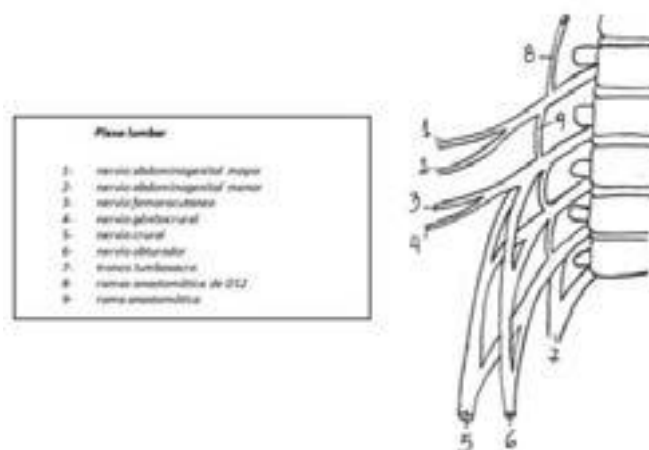
Inervación del miembro inferior

La inervación del miembro inferior está a cargo de dos plexos:

- El plexo lumbar.
- El plexo sacro.

Plexo lumbar

El plexo lumbar se halla constituido por las ramas anteriores de los primeros cuatro nervios lumbares.



- La rama anterior del 1º nervio lumbar, recibe una rama anastomótica del 12º nervio dorsal y envía una rama anastomótica al segundo nervio lumbar.
- La rama anterior del 2º nervio lumbar recibe un ramo anastomótico del 1º nervio lumbar.
- El 3º nervio lumbar se une por ramas anastomóticas al 2º y 4º nervio lumbar.
- El 4º nervio lumbar se anastomosa con el 3º Y 5º nervio lumbar.

La 1º nervio lumbar se divide en dos nervios:

1. nervio abdominogenital mayor y
2. nervio abdominogenital menor

El 2° nervio lumbar da origen dos nervios:

1. el nervio femorocutáneo y
2. el nervio genitocrural.

El 2°, 3° y 4° nervio lumbar se dividen en dos ramas:

1. una rama anterior y
2. una rama posterior.

Todas las ramas anteriores se unen para formar el nervio obturador. Todas las ramas posteriores se unen para formar el nervio crural. El plexo lumbar, de forma triangular, se localiza por delante de las apófisis transversas de las vértebras lumbares, entre los fascículos del músculo psoas.

Ramas colaterales

- Nervio del cuadrado lumbar
- Nervio del músculo psoas.

Ramas terminales

- Nervio abdominogenital mayor.
- Nervio abdominogenital menor.
- Nervio femorocutáneo.
- Nervio genitocrural.
- Nervio obturador.
- Nervio crural.

Nervio abdominogenital mayor

Desde su origen (1° nervio lumbar) se dirige hacia afuera y abajo relacionándose con el psoas y el cuadrado lumbar. Al llegar a la cresta iliaca emite una rama que perfora la pared del abdomen y da ramos que inervan a la región glútea.

El nervio recorre la cresta iliaca, desde atrás hacia adelante y por detrás de la espina iliaca anteroposterior se divide en dos ramas terminales.

1. Rama abdominal para los músculos de la pared abdominal.
2. Rama genital que termina en los tegumentos de la región pubiana y la región superior e interna del muslo luego de atravesar el trayecto inguinal.

Nervio abdominogenital menor

Este nervio tiene el mismo origen, trayecto y relaciones que el anterior, por debajo del cual camina.

Nervio femorocutáneo

Desde su origen, (2° nervio lumbar), el nervio se dirige hacia fuera y abajo. Atraviesa el psoas, cruza el músculo cuadrado lumbar y el músculo ilíaco. Llega hasta la espina iliaca anterosuperior, atraviesa la arcada crural, por dentro del músculo sartorio, entre ambas espinas ilíacas anterosuperior y anteroinferior.

Penetra en el espesor de la aponeurosis femoral, la atraviesa para hacerse superficial y dividirse en dos ramas terminales:

1. la rama glútea y

2. la rama crural.

Rama glútea: se distribuye en los tegumentos de la nalga y la región glútea. Luego de un recorrido orientado hacia abajo y atrás.

Rama crural: desciende verticalmente, hasta la rodilla, inerva la región anteroexterna del muslo.

Nervio genitocrural

Desde su origen, (2° nervio lumbar) se dirige hacia abajo y adelante, atraviesa el músculo psoas, sigue el borde externo de la arteria iliaca externa y se divide en dos ramas terminales por encima de la arcada crural.

1. La rama externa o femoral y
2. La rama interna o escrotal.

Rama externa o femoral: acompaña a la arteria iliaca externa, atraviesa el arco crural y se ramifica en el triángulo de Scarpa. En su recorrido da ramas a los músculos transverso, oblicuo menor y al cremaster.

Rama interna o escrotal: penetra en el trayecto inguinal y se distribuye en el escroto o en los labios mayores y menores.

Nervio obturador

El nervio obturador se forma por la reunión de las ramas anteriores del 2°, 3° y 4° nervio lumbar. Desciende por detrás y por dentro del músculo psoas, atraviesa la articulación sacroilíaca y llega a la cavidad pélvica.

El nervio se dirige hacia abajo y adentro recorriendo el estrecho superior de la pelvis. Camina sobre el músculo obturador interno y su aponeurosis. Se introduce en el canal subpubiano y se divide en sus dos ramas terminales:

1. una rama anterior y
2. una rama posterior.

Ramas colaterales

1. ramos articulares (para la sínfisis pubiana)
2. ramos musculares (para el músculo obturador externo.)

Ramos terminales

1. *Rama anterior:* desciende sobre el obturador externo y el aductor menor. Cubierto por el músculo pectíneo y aductor medio.

Da ramos a los siguientes músculos:

- aductor medio,
- aductor menor y
- recto interno.

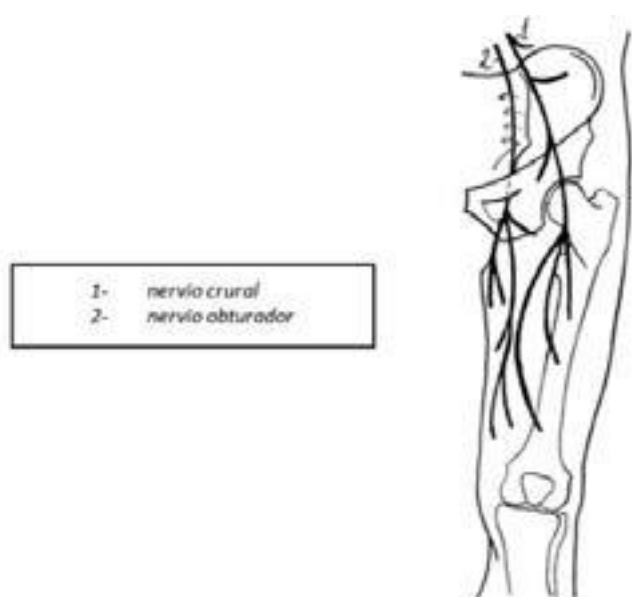
Da ramos sensitivos para la cara interna de la rodilla.

2. *Rama posterior:* desciende entre el músculo pectíneo y el obturador externo. Penetra luego entre el aductor mayor y menor.

Da ramos a los siguientes músculos:

1. obturador externo,
2. aductor mayor (fascículos superiores y mediales)

Da ramos sensitivos para la articulación coxofemoral.



Nervio crural

Nace de la reunión de las ramas posteriores de los nervios 2º, 3º y 4º nervio lumbar.

Es el nervio más voluminoso del plexo.

Se desprende a nivel del borde externo del psoas, y desciende entre éste y el músculo ilíaco. Atraviesa el anillo crural y llega al muslo por fuera de la arteria femoral.

A nivel del arco femoral se divide en cuatro ramas terminales.

1. nervio musculocutáneo interno,
2. nervio musculocutáneo externo,
3. nervio del cuádriceps y
4. nervio safeno interno.

Ramas colaterales

- ramas ilíacos para el músculo ilíaco,
- ramos para el músculo del psoas,
- ramos para la arteria femoral,
- nervio femorocutáneo anteroexterno, puede suplir al femorocutáneo o anastomosarse con él.

Ramos terminales

1. *Nervio musculocutáneo externo*: este nervio da ramos musculares y cutáneos.
 - a - Ramos musculares: están destinados al sartorio.
 - b - Ramos cutáneos: se dividen en:
 1. ramo perforante cutáneo superior,
 2. ramo perforante cutáneo y medio,
 3. ramo cutáneo accesorio del safeno interno.

Los ramos perforantes se distribuyen luego de perforar la aponeurosis femoral superficial en la cara anterior del muslo, hasta la región prerrotuliana.

El ramo cutáneo accesorio del nervio safeno interno, se divide en dos ramas: una superficial, que acompaña a la vena safena interna hasta la cara interna de la articulación de la rodilla; y una profunda, que acompaña a la arteria femoral, y termina para distribuirse luego de atravesar la aponeurosis en la cara interna de la ar-

ticulación de la rodilla.

2. *Nervio musculocutáneo interno*: Da ramos musculares y cutáneos.
 - a - Ramos musculares: inerva al músculo pectíneo y aductor medio.
 - b - Ramos cutáneos: para la región superointerna del muslo y la articulación coxofemoral.
3. *Nervio del cuádriceps*: este nervio se divide en cuatro ramos que inervan las cuatro porciones del cuádriceps.
 - nervio del vasto interno,
 - nervio del vasto externo,
 - nervio del recto anterior y
 - nervio del crural.
4. *Nervio safeno interno*: este nervio se halla inicialmente por fuera de paquete vasculonervioso femoral, desciende junto con ellos hasta el segmento inferior del conducto femoral, aquí el nervio se ubica por dentro de la arteria femoral. Atraviesa la pared del conducto y desciende siguiendo el borde posterior del músculo sartorio y se divide en dos ramas terminales:
 1. rama rotuliana.
 2. rama tibial.

La rama rotuliana: atraviesa la aponeurosis, se comporta como el perforante cutáneo inferior. Se distribuye en los tegumentos internos de la rodilla.

La rama tibial: sigue el recorrido de la vena safena interna. Da ramos a la región anterointerna de la pierna, garganta del pie, articulación tibiotarsiana y borde interno del pie.

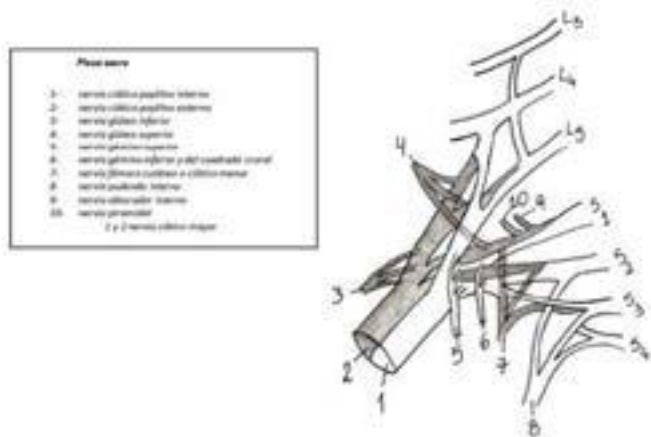
Plexo sacro

El plexo sacro se constituye por la unión del tronco nervioso lumbosacro y las ramas anteriores de los nervios 1º, 2º y 3º sacros.

Tronco lumbosacro, se forma por la unión de la rama anterior del 5º nervio lumbar, con la rama anastomótica del 4º nervio lumbar. La reunión de ambos nervios desciende hacia abajo y afuera en la cavidad pelviana, para alcanzar la escotadura ciática mayor, donde se une a la rama anterior del primer nervio sacro.

Las ramas sacras anteriores de los tres primeros nervios sacros, salen del conducto raquídeo por los agujeros sacros anteriores. Todos los nervios convergen por delante del músculo piramidal y se fusionan.

El plexo sacro, posee forma triangular, por su base se orienta a los agujeros sacros anteriores y por su vértice se dirige hacia la escotadura ciática mayor.



Ramas colaterales

1. Nervio del obturador interno.
2. Nervio glúteo superior.
3. Nervio del piramidal.
4. Nervio del gemino superior.
5. Nervio del gemino inferior y del cuadrado crural.
6. Nervio ciático menor.

Rama termina

Nervio ciático mayor.

Ramas colaterales

1. *Nervio del obturador interno:*
Nace del tronco lumbosacro y del 1º nervio sacro, sale de la cavidad pelviana por la escotadura ciática mayor. Rodea la espina ciática e ingresa nuevamente a la cavidad pelviana por la escotadura ciática menor. Se distribuye en el músculo obturador interno.
2. *Nervio glúteo superior:*
Nace del tronco lumbosacro y del 1º nervio sacro. Sale de la cavidad por la escotadura ciática mayor junto con la arteria glútea. Se divide en dos ramas:
a. una rama superior: que inerva al músculo glúteo medio y menor, y
b. una rama inferior: que inerva al tensor de la fascia lata.
3. *Nervio piramidal:*
Nace del 2º nervio sacro. De la cara posterior del plexo sacro, se dirige hacia fuera y termina en el músculo piramidal.
4. *Nervio gemino superior:*
Nace de la cara anterior del plexo. Desciende por delante del nervio ciático mayor. Termina en el músculo gemino superior.
5. *Nervio gemino inferior y del cuadrado crural.*
Nace de la cara anterior del plexo, sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor, descende por delante del nervio ciático mayor y termina en los músculos gemi-

no inferior y cuadrado crural.

6. Nervio ciático menor.

Nace de la cara posterior del plexo, desde el tronco lumbosacro y los nervios 1º y 2º sacros. Sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor. Al llegar a la región glútea se divide en dos ramas:

- a. una muscular:* motora, o nervio glúteo inferior. Inerva al músculo glúteo mayor, y
- b. una rama cutánea o nervio cutáneo posterior.* Desciende verticalmente por dentro del nervio ciático mayor, entre los músculos de la región posterior del muslo. Se introduce en el hueco poplíteo y continúa por la cara posterior de la pierna, perdiéndose en los tegumentos de la misma

En su trayecto da las siguientes ramas:

- un ramo cutáneo glúteo, para la región inferior de la nalga,
- un ramo perineal, que alcanza el surco genitocrural e inerva las bolsas o los labios mayores,
- un ramo crural, para cara posterior del muslo, y
- un ramo poplíteo.

Nervio ciático mayor

El nervio ciático mayor es continuación del vértice del plexo sacro. Es el nervio más voluminoso del organismo.

Está formado por el nervio ciático poplíteo externo e interno, ambos envueltos en el mismo perineuro.

Este nervio sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor, por debajo del músculo piramidal.

Desciende primero por la región glútea en el canal comprendido entre el trocánter mayor y el isquion. Camina por encima de los músculos geminos, obturador interno y cuadrado crural. Cubierto por el músculo glúteo mayor.

El nervio aborda la cara posterior del muslo, la recorre entre los músculos bíceps y semimembranoso. Cuando estos músculos divergen para alcanzar sus inserciones distales, constituyen el límite superior del hueco poplíteo. Es en este lugar donde el nervio se divide en sus dos ramas terminales.

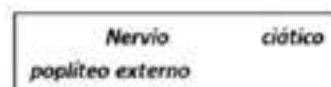
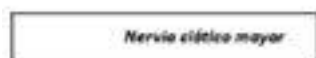
Ramas terminales

1. Nervio ciático poplíteo interno.
2. Nervio ciático poplíteo externo.

Ramas colaterales

1. Nervio superior del semitendinoso.
2. Nervio de la porción larga del bíceps.
3. Nervio inferior del semitendinoso.
4. Nervio del semimembranoso.
5. Nervio del aductor mayor.
6. Nervio de la porción corta del bíceps.
7. Nervio articular de la rodilla.

Nervio ciático poplíteo externo



Es la rama de bifurcación externa del nervio ciático mayor. Su destino es inervar la región anteroexterna de la pierna y el dorso del pie.

Desde su origen en nervio, sigue el borde interno del bíceps hasta su inserción en el peroné. Pasa por el orificio comprendido entre el borde externo del peroné y el tabique intermuscular externo.

Luego el nervio, aplicado sobre el cuello del peroné, desciende y se divide en dos ramas terminales:

1. El nervio musculocutáneo.
2. El nervio tibial anterior.

Ramas colaterales

1. Rama articular de la rodilla.
2. Nervio accesorio del safeno externo o nervio safeno externo.
3. Nervio cutáneo peroneo.
4. Nervios superiores del tibial anterior.

1. *Ramo articular de la rodilla:* nace a nivel del hueco poplíteo y se ramifica en la cara externa de la rodilla.

2. *Nervio accesorio del safeno externo o nervio safeno peroneo:* se origina a nivel del borde superior del cóndilo externo. Inicialmente es subaponeurótico, atraviesa la parte media de la cara posterior de la pierna para hacerse superficial. Se une mas abajo al nervio safeno externo que acompaña a la vena safena externa.

3. *Nervio cutáneo peroneo:* se distribuye en los tegumentos de la cara externa de la rodilla y de la pierna.

4. *Nervios superiores del tibial anterior:* atraviesa el tabique intermuscular anterior y se ramifica en los fascículos del músculo tibial anterior.

Ramas terminales

Nervio musculocutáneo:

Es la rama de bifurcación externa del ciático poplíteo externo. Desciende por la cara externa del peroné, entre las inserciones del músculo peroneo lateral largo. Termina dividiéndose en dos ramas terminales.

1. Rama interna
2. Rama externa.

Ramas colaterales

El nervio en su trayecto da las siguientes ramas colaterales:

1. Nervio del peroneo lateral largo.
2. Nervio del peroneo lateral corto.
3. Nervio del peroneo anterior.
4. Nervio cutáneo: el mismo se distribuye en los tegumentos del maléolo externo.

Ramas terminales

Las ramas terminales están destinadas a dar inervación al dorso de los dígitos, a través de las colaterales dorsales de los dedos.

1. *Rama interna:* este nervio se divide a nivel de la garganta del pie en tres ramas:

a. *Ramo interno:* que se convierte en el nervio colateral dorsal interno del 1º dedo.

b. *Ramo medio:* recorre el 1º espacio interóseo y en su extremidad anterior, se divide en la colateral dorsal externa del 1º dedo y la colateral dorsal interna del 2º dedo.

c. *Ramo externo:* recorre el 2º espacio interóseo y en su extremidad anterior se divide en la colateral dorsal externa del 2º dedo y la colateral dorsal interna del 3º dedo.

2. *Rama externa:* este nervio se sitúa por encima por encima del 3º espacio interóseo, y en su extremidad anterior se divide en la colateral externa del 3º dedo y la colateral interna del 4º dedo.

Es frecuente hallar una anastomosis entre este nervio y el nervio safeno externo, luego de la cual el nervio da una rama externa que se divide en la colateral externa del 4º dedo y la colateral interna del 5º dedo

Nervio tibial anterior:

El nervio tibial anterior, es la rama de bifurcación interna del nervio ciático poplíteo externo.

Se dirige hacia abajo y adentro. Se relaciona con las inserciones del músculo extensor propio de todos los dedos, hasta alcanzar la cara anterior del ligamento interóseo. Desciende acompañando a la arteria tibial anterior, en el intersticio comprendido entre el músculo tibial anterior y el músculo extensor común.

En la garganta del pie el nervio junto con la arteria pasan por debajo del ligamento anular, a nivel del cual da sus dos ramas terminales:

1. Rama interna.
2. Rama externa.

Ramas colaterales

En su trayecto el nervio da las siguientes ramas colaterales:

1. *Ramas musculares:* para el los músculos, tibial anterior, peroneo anterior, extensor común y extensor propio del 1º dedo.
2. *Ramo articular:* para la cara anterior de la articulación tibiotarsiana.

Ramas terminales

1. *Rama interna:* continua el trayecto del nervio tibial anterior, a lo largo del borde interno de la arteria pedia. Hasta la extremidad posterior del 1º espacio interóseo.
2. *Rama externa:* se dirige hacia fuera, e inerva al músculo pedio.

Da ramos a las articulaciones vecinas.

Nervio ciático poplíteo interno

El nervio ciático poplíteo interno, es la rama de bifurcación interna del nervio ciático mayor.

Inerva los músculos de la región posterior de la pierna y de la planta del pie, así como a los tegumentos de la región plantar.

Desde su origen, desciende verticalmente desde el hueco poplíteo, cuando pasa por detrás del arco del soleo, se le otorga el nombre de nervio tibial posterior.

En el hueco poplíteo se relaciona con la vena poplítea que se ubica por dentro del nervio, la arteria poplítea ubicada por dentro de la vena y con el cayado de la vena safena externa.

Ramas colaterales

1. Ramos musculares.
2. Ramo auricular de la rodilla.
3. Nervio safeno externo.

Ramos musculares

1. *Los ramos musculares están destinados a los siguientes músculos:*
 - gemelo interno
 - gemelo externo
 - sóleo
 - plantar delgado
 - poplíteo.

2. *Ramo articular posterior de la rodilla:* este ramo penetra en la articulación por su cara posterior.

3. *Nervio safeno externo:* nace en el hueco poplíteo, desciende hacia la cara posterior de la pierna, acompañando a la vena safena externa hasta el 5º dedo del pie.

Da ramos a los tegumentos de la pierna, maléolo externo, porción externa del talón y articulación tibiotarsiana.

Nervio tibial posterior

Se inicia en el anillo del sóleo, se dirige desde su origen hacia abajo y adentro hasta el canal del calcáneo interno, donde se divide en sus dos ramas terminales:

1. Nervio plantar interno.
2. Nervio plantar externo.

En su recorrido hasta el canal calcáneo interno se relaciona con los músculos de la región posterior de la pierna. Se aplica sobre el músculo tibial posterior, flexor común de todos los dedos, cubre al nervio el músculo tríceps sural.

En la garganta del pie pasa por debajo del ligamento anular, entre los tendones del flexor común y el flexor propio del 1º dedo, por detrás del maléolo interno.

Ramas colaterales

1. Ramos musculares.
2. Ramo articular.
3. Nervio calcáneo interno.

1. *Ramos musculares:* están destinadas a los siguientes músculos:

- Tibial posterior.
- Flexor común de todos los dedos.
- Flexor propio del 1º dedo
- Sóleo.

2. *Ramo articular:* se distribuye en la cara interna de la articulación tibiotarsiana.

3. *Nervio calcáneo interno:* se distribuye en la región posterior e interna del talón.

Ramas terminales

Proceden de la bifurcación del nervio tibial posterior por debajo del maléolo interno o en el canal calcáneo interno. En número de dos, son los nervios plantar interno y plantar externo.

Nervio plantar interno

El nervio desde su origen, se dirige hacia abajo y adelante, cubierto por el aductor del dedo gordo.

Continúa hacia delante, acompañado de la arteria plantar interna, para dividirse a nivel del escafoides en dos ramas terminales.

1. Rama interna.
2. Rama externa.

Ramas colaterales

1. Ramos cutáneos: para la región plantar interna y talón.
2. Ramos articulares.
3. Ramos musculares para:
 - Aductor del 1° dedo.
 - Flexor corto del 1° dedo.
 - Flexor corto plantar.
 - Accesorio del flexor largo.

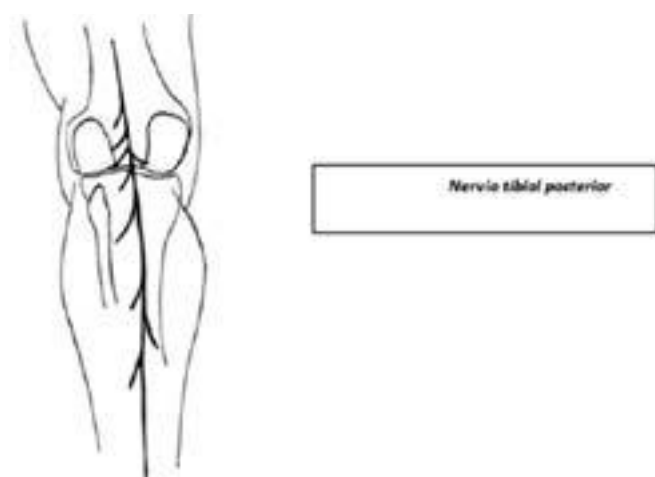
Ramas terminales**Rama interna**

Acompaña a la arteria plantar interna, innerva al músculo flexor corto del 1° dedo. Termina formando el colateral plantar interno del 1° dedo.

Rama externa

Desde su origen se dirige hacia delante y afuera. Termina dividiéndose en tres ramas terminales:

1. *Nervio digital del 1° espacio*: innerva al 1° músculo lumbrical y se divide en la extremidad anterior del primer espacio interóseo en los nervios: colateral plantar externo del 1° dedo y colateral plantar interno del 2° dedo.
2. *Nervio digital del 2° espacio*: origina el nervio del 2° músculo lumbrical. En la extremidad anterior del 2° espacio interóseo se divide en el nervio colateral plantar externo del 2° dedo y el nervio colateral plantar interno del 3° dedo.
3. *Nervio digital del 3° espacio*: alcanza el extremo anterior del 3° espacio interóseo y se divide en el nervio colateral plantar externo del 3° dedo y la colateral plantar interno del 4° dedo.

**Nervio plantar externo**

Desde su origen se dirige hacia delante y hacia fuera, acompañado por la arteria plantar externa.

Se relaciona con el flexor corto plantar y el accesorio del flexor largo.

Cuando llega al 5° metatarsiano se divide en dos ra-

mos terminales.

1. Ramo superficial.
2. Ramo profundo.

En su trayecto da ramas colaterales para el accesorio del flexor largo y el abductor del 5° dedo.

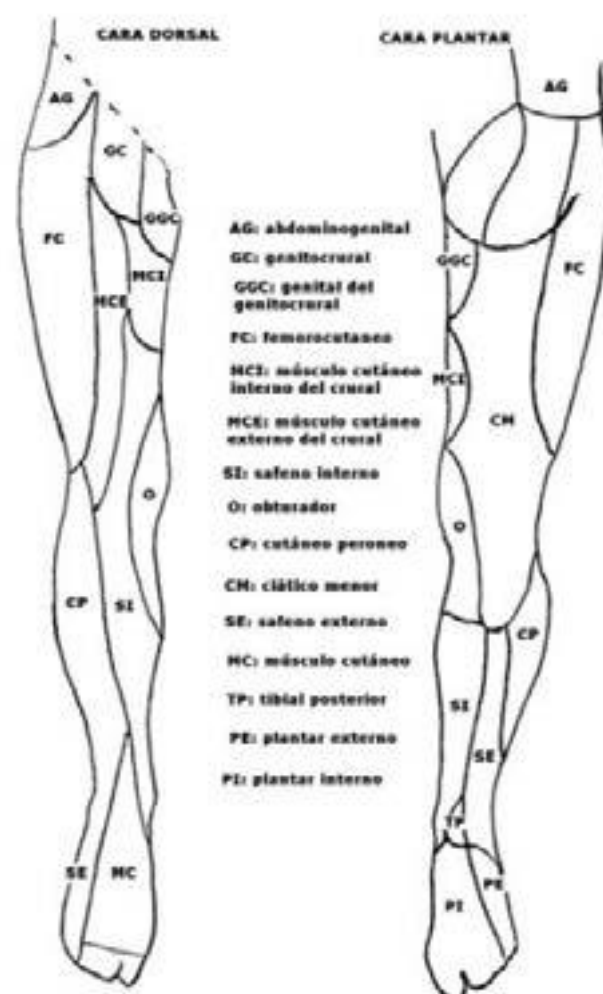
Ramas terminales

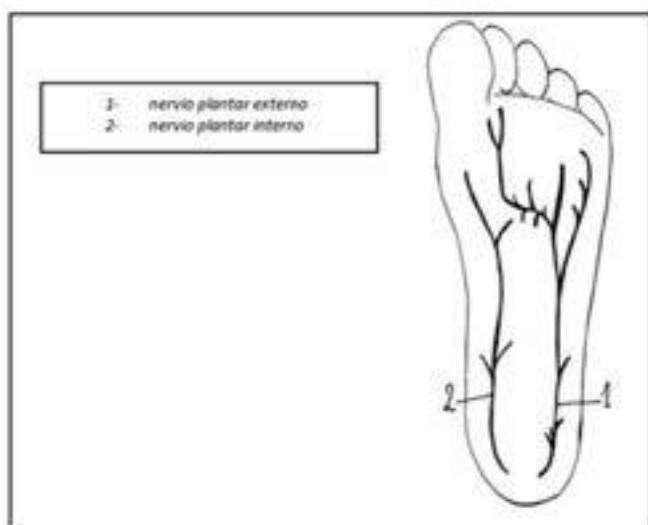
1. Rama superficial: se dirige hacia delante, a lo largo del flexor corto del 5° dedo. Se divide en dos ramas terminales:

- *Rama interna:* o nervio digital del 4° espacio, se divide en la extremidad anterior del 4° espacio interóseo en el colateral plantar externo del 4° dedo y el colateral plantar interno del 5° dedo.
- *Rama externa:* innerva a los músculos, abductor, opo- nente y flexor corto del 5° dedo, y termina formando el nervio colateral plantar externo del 5° dedo.

2. Rama profunda: desde su origen se dirige hacia delante y hacia adentro. Innerva los siguientes músculos:

- 3° músculo lumbrical
- 4° músculo lumbrical
- Abductor del 1° dedo
- Todos los músculos interóseos.





Anatomía funcional del pie

Concepto de bóveda plantar. “Los arcos plantares”

Cuando el hombre está de pie y sus plantas reposando sobre el piso, el eje longitudinal del pie forma un ángulo recto con el de la pierna. En esta posición vertical, cada pie marca sobre el piso una impresión en forma de medialuna con la concavidad hacia adentro y que va desde el talón a la cabeza de los cinco metatarsianos y a los dedos.

Esta concavidad se debe a una semibóveda: la bóveda plantar. Cada semicúpula se compone de dos partes: una interna, elevada (el arco longitudinal interno) y una externa, más baja (el arco longitudinal externo). Los dos pies forman juntos así una cúpula ovoide: la bóveda plantar.

Cabe recordar el porque de este modelo fisiológico del pie: la cúpula es el sistema arquitectónico teórico y prácticamente más adecuado para resistir grandes pesos en pequeñas superficies (en este caso el peso del cuerpo). La parte culminante de esta cúpula son las poleas astragalinas de ambos pies.

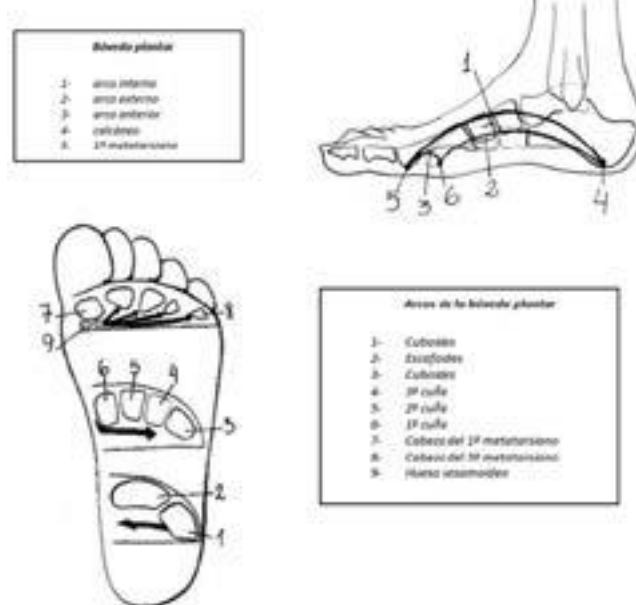
Vamos a describir la formación de los arcos que componen el borde de la bóveda:

a. Arco lateral externo: llamado también bóveda de apoyo, es que recibe el peso del cuerpo, el cual es transmitido por el astrágalo. Este arco se dirige desde el tubérculo posterior del calcáneo, hacia delante y hacia arriba, pasando luego por el cuboides y descendiendo hacia adelante, para terminar en la cabeza de los metatarsianos 4to y 5to. El cuboides es la clave de la bóveda de este arco ya que une al calcáneo con los metatarsianos.

b. Arco medial interno: llamado también bóveda del movimiento, esta situado a un nivel superior al lateral. Este arco pasa desde el tubérculo posterior del calcáneo hacia adelante y hacia arriba, por la cabeza del astrágalo, el escafoides, las tres cuñas y termina en la cabeza de los tres primeros metatarsianos.

Aparato tensor y aparato motor de la bóveda plantar

La bóveda plantar así constituida modifica ligeramente su forma en las diferentes fases de apoyo del movimiento. Cuando el peso del cuerpo tiende a deformarla, cierto número de



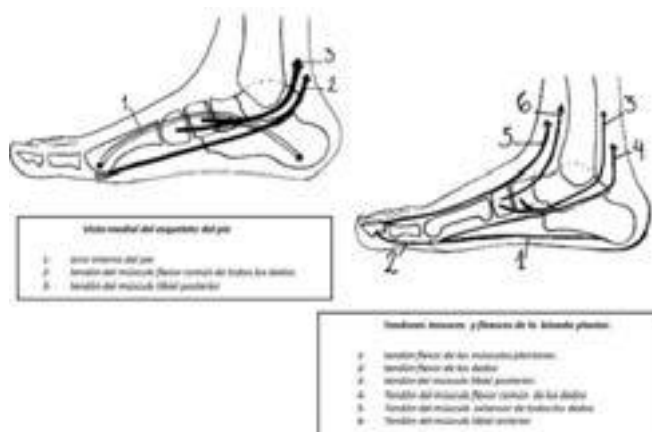
ligamentos, tendones y músculos se le oponen, con el fin de conservar la forma y función de la bóveda (sostener el peso).

La importancia de estos elementos depende del estado del pie: en reposo o en movimiento.

a. En reposo: la mayor parte del aparato de resistencia lo forma la estructura osteoligamentosa formada por ligamento calcaneoescafoideo plantar, ligamento tarsometatarsiano plantar, gran ligamento plantar y aponeurosis plantar. En este estado, a los músculos le corresponde una parte menor en la preservación de los arcos. Su función será mantener la pierna en equilibrio sobre el astrágalo.

b. En movimiento: el mantenimiento de la bóveda plantar corresponde a los músculos de la pierna. Esta función es cumplida en forma activa adaptando los músculos su acción a los movimientos que ejecutan las articulaciones del pie en los pasos de marcha o carrera. En general salvo el tríceps sural y el tibial anterior, todos los músculos de la pierna y el pie “ahuecan” la bóveda plantar, siendo el tibial posterior el más importante tensor del arco externo y el peroneo lateral largo del arco medial interno.

En el niño debido a que los ligamentos son blandos y fáciles de moldear, y que la acción de la bóveda es mantenida principalmente por los músculos es fácil de corregir el pie plano con soportes adicionales.



Resistencia – Cohesión – Distribución del peso

El pie está constituido por piezas óseas pequeñas, cerradas articulaciones con discreta movilidad, en las que los movimientos más importantes y poderosos habrán de ser los interóseos e inferiores.

En conjunto se constituye una organización osteo-fibro-plástica estructurada para resistir presión y distribuir el peso del cuerpo a fin de mantener el equilibrio.

El trípode de Haller

El pie se halla en posición perpendicular con respecto a la pierna constituyendo una palanca de brazos desiguales, ya que sus brazos anteriores son largos y su brazo posterior es corto. Esto explica porque se necesita mayor potencia en los músculos posteriores de la pierna: estos músculos deben actuar sobre un brazo de palanca mas corto.

Como es sabido, el pie apoya por su extremo posterior (el hueso calcáneo) y por sus dos extremos anteriores (cabezas metatarsianas interna y externa; es decir, 1er y 5to metatarsianos), constituyendo estos brazos el trípode de sustentación de Haller.

La función de esta estructura anatómica es diversificar las fuerzas que proyecta la tibia en la posición de pie para distribuir correctamente el peso y así mantener el equilibrio.

Distribución del peso: estando en posición de pie el peso distribuido de la siguiente manera:

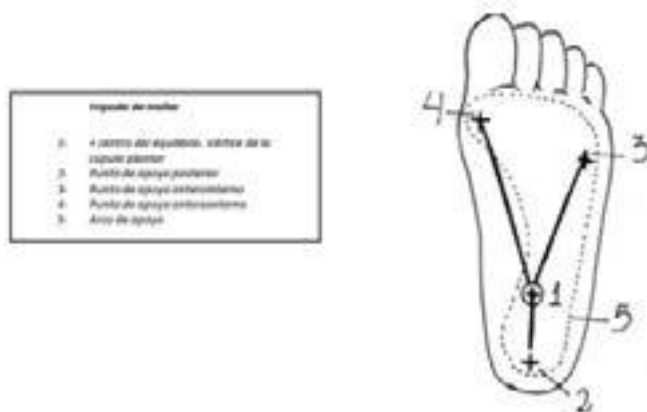
- **palanca anterior (metatarsianos) -> 50% del peso del cuerpo**
- **palanca posterior (calcáneo) -> 50% del peso del cuerpo**

En la palanca anterior, a su vez, el peso se distribuye en forma distinta entre los metacarpianos.

Esta distribución del peso es mantenida en la práctica por contracciones musculares, por lo cual es modificada por ligeros cambios en la posición (caminar, correr, saltar, etc).

Ahora bien: con los músculos relajados la distribución del peso se modifica.

- **palanca anterior (metatarsianos) -> 20% del peso del cuerpo**
- **palanca posterior (calcáneo) -> 80% del peso del cuerpo**



Bibliografía

1. Manual y Atlas fotográfico de Anatomía de Aparato Locomotor. M Llusá. Editorial Panamericana. Edición 2004
2. Testut- Latarjet. Tomo 1
3. Apunte de la Cátedra de Anatomía Normal. Año 1998
4. Biomecánica aplicada al aparato locomotor. Miralles
5. Rouviere – Delmas. Anatomía Humana. Tomo III.
6. Neuroanatomía. Martín Grandi
7. Atlas de Anatomía Humana. Grant
8. Atlas de Anatomía Humana. Frank Netter. 1997
9. Atlas de Anatomía . Sobotta
10. Anatomía con orientación clínica. Moore. Año 2000

Marcha normal

Introducción

En este estudio vamos a abordar las diferentes fases de la marcha normal, con el fin de poder comprender cuales son los músculos intervinientes en cada fase y así utilizarlo como herramienta para interpretar en el debido momento de la carrera cuales van a ser las consecuencias directas de las alteraciones de los mismos.

Fases de la marcha

El Dr. Pedro Vera Luna del instituto de Biomecánica de Valencia, en su libro: Biomecánica de la marcha humana normal y patológica describe la locomoción humana normal como “una serie de movimientos alternantes, rítmicos, de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad”.

Cuando se habla de marcha primero hay que describir lo que es un paso completo: “es el ciclo que comienza con el apoyo de un pie y termina con el apoyo del mismo pie más adelante”.

A modo de resumen vamos a nombrar las diferentes fases de la marcha.

Fase de apoyo (60% del ciclo):

- Contacto del talón (el talón apoya en el suelo)*
- Apoyo Plantar (con el talón apoyado, el extremo distal de los metatarsianos contacta también)*
- Apoyo Medio (visualizando en el plano sagital, el trocante mayor del fémur se encuentra alineado con el centro del pie, en esta fase el centro de gravedad comienza a desplazarse hacia delante)*
- Elevación del talón (el talón se eleva y momentos después el otro pie ya está comenzando la primer etapa de la fase de apoyo)*
- Despegue del pie (los dedos dejan de contactar con el suelo)*

Fase de balanceo (40% del ciclo):

- Aceleración (el extremo distal de la pierna es impulsado hacia delante con un gran impulso)*
- Balanceo medio (la pierna que se encuentra en esta fase sobrepasa a modo de péndulo la otra que se encuentra en apoyo)*
- Desaceleración (es el cese del primer impulso de aceleración, para volver a apoyar y así terminar un paso completo y reiniciar el ciclo)*

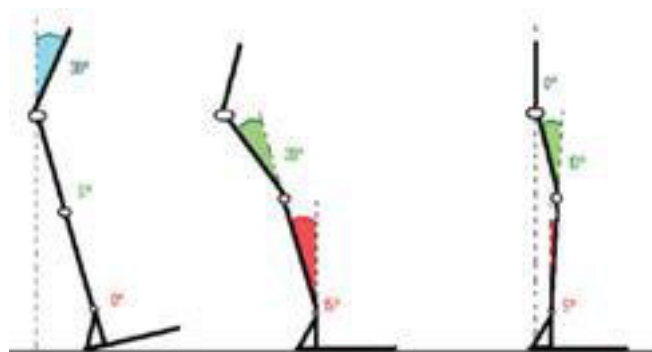
Para finalizar este breve análisis de las fases de la marcha normal vamos a establecer cual es la principal diferencia entre la marcha normal y el trote.

En la marcha normal hay un momento en el cual ambos pies están en contacto con el suelo llamado fase de doble apoyo, que no se encuentra en el trote. En el trote encontramos un momento en que ambos pies se encuentran despegados del suelo, que no encontramos en la marcha normal.

Músculos intervinientes en cada fase

Para hacer un estudio más dinámico de los músculos comprometidos en la marcha vamos a dividir a la misma en tres fases (las cuales comprenden a todas las anteriores) y además vamos a trabajar sobre las tres articulaciones que realizan todos los movimientos (tobillo, rodilla y cadera), trabajado siempre desde un plano sagital. También hay movimientos en el plano frontal, pero por razones de extensión no los vamos a abordar.

Primera fase: contacto del talón – punto de apoyo medio.



Tobillo

En el momento que el mismo va a establecer contacto con el suelo, esta articulación se encuentra en posición neutra, es decir, un equilibrio entre la flexión plantar y la dorsal. A pesar de esto los músculos que mayor fuerza ejercen son los flexores dorsales del pie ya que la flexión plantar esta dada por la misma gravedad que hace que el pie tienda hacia bajo.

Luego del contacto del talón la articulación se dirige hacia la flexión plantar, la cual se acentúa cuando se apoya el extremo anterior del pie. Igual que en la fase anterior los músculos que más fuerza ejercen son los flexores dorsales, con la función de atenuar la caída del pie.

En la fase de apoyo medio, el talón viró a una flexión dorsal del pie, de poca magnitud. Pero como el peso del cuerpo se está dirigiendo hacia delante, esta flexión tiene que ser controlada por los flexores plantares los cuales pasan a realizar el mayor trabajo.

Músculos Flexores Dorsales del pie, en orden de importancia para la acción:

- Extensor largo del primer dedo (ó flexor dorsal del primer dedo):* su inserción proximal se encuentra en el 1/3 medio de la cara medial del peroné y membrana interósea. Y distalmente en la base de la I y II falange del primer dedo, dorsalmente.
- Extensor largo de los dedos (ó flexores dorsales de los dedos):* inserción proximal en el cóndilo externo de la tibia, 2/3 superiores de la cara medial del peroné y membrana interósea. Y distalmente en la base de la II y III falange de los últimos 4 dedos, dorsalmente.
- Tibial anterior:* su inserción proximal se encuentra en los 2/3 superiores de la cara lateral de la tibia, tuberosidad anterior de ésta y cóndilo externo, y membrana

interósea. Y se inserción distal en la I cuña y la base del I metatarsiano, dorsalmente.

4. *Peroneo anterior*: inserción proximal en el 1/3 inferior de la cara antero medial del peroné. Distal en la base del V metatarsiano, dorsalmente.

Músculos Flexores Plantares del pie, en orden de importancia para la función,

1. *Tríceps sural*:
 - **Gemelos surales**: se dirigen desde las regiones supracondíleas media y externa del fémur, a la cara posterior del calcáneo (tendón de Aquiles)
 - **Sóleo**: se dirige desde la cara posterior del 1/3 superior del peroné, línea poplítea de la tibia y arca del sóleo, a la cara posterior del calcáneo, junto a los gemelos por medio del tendón de Aquiles.
2. *Flexor Largo del primer dedo*: desde los 2/3 inferiores de la cara póster medial del peroné y membrana interósea, a la base de la segunda falange del primer dedo.
3. *Flexor Largo de los dedos*: desde la línea poplítea y 1/3 medio de la cara posterior de la tibia, a la tercer falange de los últimos 4 dedos.
4. *Tibial Posterior*: de la cara posterior de la tibia, peroné y membrana interósea, a la tuberosidad del escafoides y de la primer cuña (con algunas expansiones a la 2° y 3° cuña).
5. *Peroneo Lateral Largo*: desde el cóndilo externo de la tibia y el 1/3 superior de la cara lateral del peroné, hasta el tubérculo externo del primer metatarsiano.
6. *Peroneo Lateral Corto*: desde los 2/3 inferiores de la cara lateral del peroné, hasta el tubérculo del quinto metatarsiano.
7. *Plantar Delgado*: desde la región supracondílea externa del fémur, hasta la región interna del tendón de Aquiles.

Rodilla

En el momento previo al impacto del talón con el suelo, la articulación de la rodilla está en extensión completa.

Junto con el contacto, la articulación comienza a flexionarse, y continúa haciéndolo hasta que el pie tenga contacto de su región anterior con el suelo. Esto es regulado por una contracción excéntrica del cuádriceps, el cual se va alargando para impedir una flexión brusca de la rodilla. Antes de llegar al apoyo medio el cuádriceps se encarga de comenzar a extender la pierna, actuando por medio de una contracción concéntrica (acortamiento del músculo).

En el apoyo medio la articulación tiene un grado menor de flexión y sigue tendiendo hacia la extensión completa.

Dado que en esta fase los movimientos de flexión son producidos por el desplazamiento del centro de gravedad del cuerpo hacia delante y regulados por el grupo extensor de la pierna, y los movimientos de extensión controlados propiamente por el grupo extensor, sólo vamos a describir éste grupo.

Músculos Extensores de la pierna,

Cuádriceps Femoral, músculo de cuatro cuerpos, los cuales tienen en común su inserción distal en la tuberosidad an-

terior de la tibia por medio de un tendón común y del tendón rotuliano, que incluye la rótula.

Recto anterior: inserciones proximales en la espina iliaca anteroinferior (tendón directo) y el reborde superior del acetábulo (tendón reflejo).

Vasto interno: inserciones proximales en el labio interno de la línea áspera del fémur y la línea de trifurcación medial de ésta.

Vasto externo: inserciones proximales en el labio externo de la línea áspera del fémur y la línea de trifurcación superior de ésta.

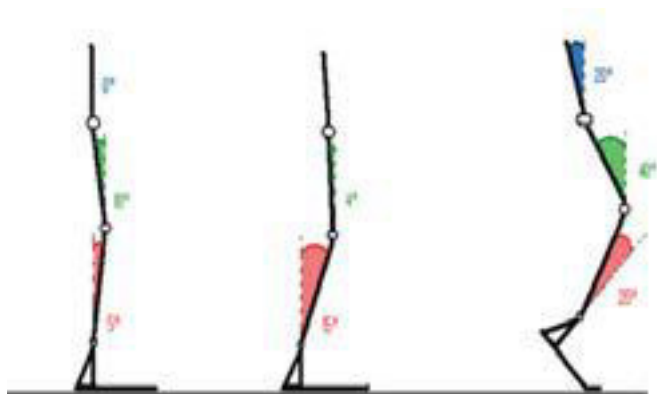
Crural: inserción proximal en los $\frac{3}{4}$ superiores de las caras anterior y externa y de los bordes internos y externos del fémur.

Cadera

En el momento en que el talón se encuentra próximo a contactar el suelo, la cadera está a 30° de flexión aproximadamente y durante el progreso de la marcha pierde ésta flexión hasta encontrarse en situación neutra en el apoyo medio. La flexión fue producida en la fase de balanceo, y la extensión básicamente por el músculo glúteo mayor y los músculos isquio-tibiales (grupo conformado por el bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso). Por ésta razón sólo describiremos el grupo extensor del muslo.

Grupo Extensor del Muslo,

1. *Glúteo Mayor*: inserción proximal en la parte posterior de la cresta iliaca, línea semicircular posterior, ligamento sacroilíaco posterior, cara posterior del sacro y cóccix y ligamento sacrociático mayor. Inserción distal en la línea áspera femoral, es su línea de trifurcación superior.
2. *Bíceps Crural*: inserción proximal en el isquión junto al semitendinoso (porción larga) y del intersticio de la línea áspera y de la rama externa de la bifurcación de la línea áspera (porción corta). Inserción distal en la apófisis estiloides y la cabeza del peroné.
3. *Semimembranoso*: inserción proximal en la parte externa de la tuberosidad isquiática. Inserción distal en la tuberosidad interna de la tibia, en el cóndilo tibial interno (tendón directo) y borde subglenoideo de la tibia (tendón reflejo).
4. *Semitendinoso*: inserción proximal en el isquión y distal en la cara interna de la tibia en su porción superior.
5. *Piramidal*: desde la cara anterior del sacro, al vértice del trocánter mayor.
6. *Aductor mayor*: proximalmente en la cara externa de las ramas isquiopúbicas y de la tuberosidad isquiática, y distalmente en el intersticio de la línea áspera femoral y en su rama de trifurcación superior, y en el tubérculo del aductor.
7. *Cuadrado crural*: desde la tuberosidad isquiática a la cresta intertrocanterea del fémur.

Segunda fase: apoyo medio - despegue del pie.**Tobillo**

Cuando se produce el despegue del talón, la articulación del tobillo se encuentra en un grado moderado de dorsiflexión. Pero se comienza a ganar flexión plantar, para tener al momento del despegue una flexión plantar de 20°. En todo momento son los músculos flexores plantares del pie los que actúan, primero para no permitir una exacerbada flexión dorsal, efecto del propio peso, y después para producir el propio despegue. Primero se activan los músculos con inserciones posteriores en el pie (gemelos y sóleo) y luego se activan los que tienen inserciones anteriores en el pie (flexores plantares). Éstos últimos se desactivan en el momento en que se despegan los dedos.

Rodilla

La rodilla viene de la fase anterior extendiéndose, a tal punto que en el momento de despegue del talón esta articulación tiene aproximadamente 4° de extensión. En éste momento dada la distribución del peso en la palanca que se produce en la rodilla no es necesario hacer fuerza para extender la pierna, por ende no hay un grupo muscular interviniendo activamente en el movimiento, aunque si lo hay en forma pasiva para estabilizar. Uno de los implicados es el gemelo que evitaría la hiperextensión de la pierna.

Al momento del despegue de los dedos la articulación se dirige rápidamente a una flexión de 40°. Éste movimiento es controlado por el cuádriceps que regula la potencia y el grado de flexión de la articulación.

Cadera

Al momento del despegue del talón la cadera se encuentra en hiperextensión. Pero cuando se produce el despegue de los dedos la cadera logra una posición intermedia entre flexión y extensión, tendiendo hacia la flexión.

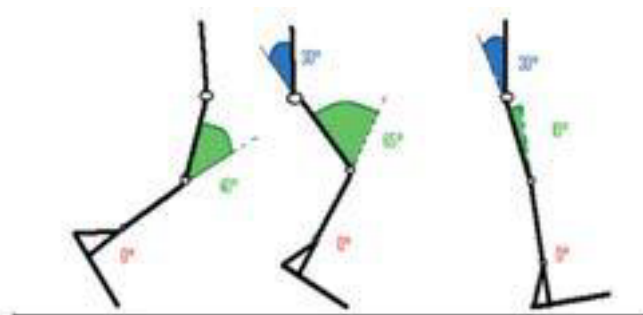
El psoas ilíaco y otros músculos que acompañan al movimiento, controlan la extensión. Y posteriormente son los encargados de flexionar el muslo sobre la cadera (movimiento que sumado a la fuerza gravitatoria lleva a la flexión de la rodilla).

Grupo Flexor del muslo,

1. *Psoas Ilíaco*: inserciones proximales en las caras laterales de la 12° vértebra dorsal y de las 5 vértebras lum-

bares, y en la cara anterior de las apófisis costiformes lumbares (Psoas) y en la fosa ilíaca interna, en el labio interno de la cresta ilíaca (ilíaco). Inserción distal en el vértice del trocánter menor.

2. *Tensor de la fascia lata*: desde la espina ilíaca anterosuperior a la fascia lata.
3. *Aductor menor*: desde la cara externa de la lámina cuadrilátera del pubis y de la rama isquiopubiana, hasta rama media de trifurcación de la línea áspera y en el 1/3 superior del intersticio.
4. *Aductor mediano*: desde el ángulo y espina del pubis el 1/3 medio de la línea áspera.
5. *Sartorio*: desde la espina ilíaca anterosuperior a la tuberosidad interna de la tibia.
6. *Recto anterior*, del Cuádriceps Femoral.
7. *Pectíneo*: desde la cresta pectínea, el ligamento de Cooper y el canal subpubiano, a la rama media de trifurcación de la línea áspera.

Tercera fase: balanceo.**Tobillo**

Después que se produce la elevación del pie, éste va perdiendo la flexión plantar, para dirigirse a una posición neutra (de flexo-extensión) al momento del punto medio de la fase de balanceo. Esto es producido básicamente por los músculos tibiales anteriores.

Rodilla

Al despegue la articulación se encuentra en unos 40° de flexión, llegando hasta unos 65° en la fase media del balanceo. El cuádriceps se encarga de acelerar la pierna hacia delante.

Entre la fase media de balanceo y el nuevo contacto del talón la articulación tiende nuevamente hacia la extensión, movimiento que es controlado por la acción de los músculos isquiotibiales, los cuales actúan desacelerando el movimiento de báscula.

Cadera

Desde el despegue hasta la fase media de balanceo la cadera se dirige de una posición neutra a una flexión aproximada de 30°. Éste movimiento es efectuado por el grupo flexor de la cadera.

Durante la segunda fase del balanceo (hasta el nuevo contacto del talón), la articulación mantiene su ángulo de flexión, pero es importante indicar que en el momento previo al contacto los músculos isquiotibiales están activos impidiendo que la

cadera se flexione excesivamente por efecto del peso del cuerpo.

Bibliografía

- H. Rouvière: Anatomía Humana Descriptiva y topográfica.
- Dr. Vera Luna, Pedro: Biomecánica de la marcha humana normal y patológica, Valencia, editorial IBV, 1999
- Viel, Eric: La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones, Masson editores, 2002
- Dr. Margareta Nordin, Victor H. Frankel: Biomecánica básica del Sistema Musculoesquelético, 2004.
- Rodrigo C. Miralles Marrero, Misericórdia Puig Cunillera: Biomecánica Clínica del Aparato Locomotor, editorial Masson, 1998.
- Sergio Fucci, Mario Benigni, Vittorio Fornasari: Biomecánica Del Aparato Locomotor Aplicada al Acondicionamiento Muscular, editorial Harcourt Brace, 1998.

Topografía de miembro inferior

El miembro inferior se divide en 6 segmentos que, de arriba abajo, son: cadera, muslo, rodilla, pierna, garganta del pie, y pie.



Cadera

La cadera es el segmento que une al miembro inferior con la pelvis.

Sus límites son:

- *en la parte superior:* la cresta ilíaca por detrás, y el arco femoral por delante
- *en la parte inferior y atrás:* el pliegue glúteo
- *en la parte inferior y adelante:* una línea que pasa por la extremidad externa del pliegue glúteo y el entrecruzamiento de los músculos sartorio y aductor medio.

Este segmento está compuesto por 4 regiones topográficas: región inguino-crural, glútea, obturatriz o isquiopubiana y la articulación coxofemoral. Se hará referencia solo a la primera región.

Región inguinocrural

Sus límites son:

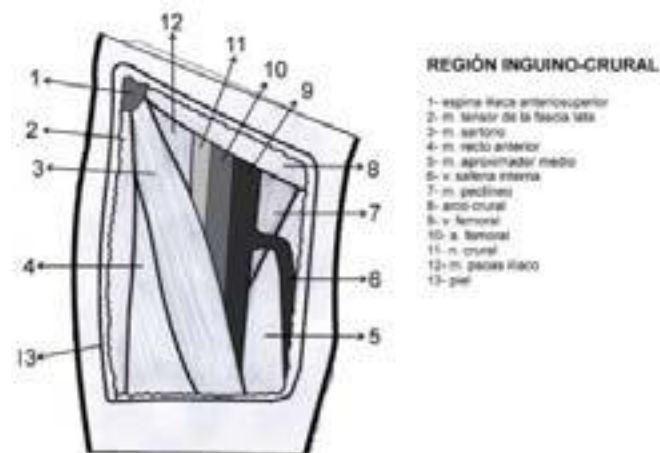
- arco femoral, arriba
- línea vertical que desciende de la espina ilíaca anterior-superior, afuera
- línea vertical que desciende del ángulo del pubis, adentro
- límite inferior de la cadera, abajo

En el límite externo nos encontramos con el músculo tensor de la fascia lata y en el límite interno al músculo aductor mayor. Entre estos dos, al músculo sartorio, el cual se dirige hacia abajo y adentro. Este músculo junto con los otros dos delimitan 2 triángulos: uno externo de base inferior, y otro interno o "triángulo de Scarpa".

Entonces, el Triángulo de Scarpa queda delimitado por: el arco crural, arriba (correspondiente a la base); el músculo sartorio, afuera y abajo; y el músculo aductor medio hacia adentro. Su vértice corresponde al punto en el que se cruzan el m. sartorio y el aductor medio.

Explorando superficialmente este triángulo con el dedo, es posible palpar el latido de la arteria femoral, hecho de gran

importancia en la práctica médica. Es por esto que en esta sección solo nos dedicaremos al triángulo de Scarpa.



Triángulo de scarpa

Esta parte de la región inguino-crural está constituida por cinco planos superpuestos: piel, panículo adiposo y fascia superficialis, tejido celular subcutáneo, aponeurosis de la región, y un plano subaponeurótico.

1. Piel: en el arco femoral está fija por el "ligamento suspensorio" del pliegue de la ingle.

2. Panículo adiposo subdérmico: separado del tejido celular subcutáneo por la **fascia superficialis**.

3. Tejido celular subcutáneo: es delgado en casi toda su extensión, salvo en el centro del triángulo, donde aumenta de espesor y se infiltra de tejido adiposo. es en este espesamiento donde se encuentran los ganglios linfáticos inguinales superficiales.

Se encuentran en esta capa:

A - arterias: ramas de la a. femoral: subcutánea abdominal, circunfleja ilíaca superficial y pudendas externas e internas.
B - venas: la más importante es la v. safena interna, que asciende por el triángulo de scarpa oblicuamente hacia arriba y afuera y atraviesa la aponeurosis para desembocar en la v. femoral.

C - ganglios linfáticos inguinales superficiales: de 10 a 20 se dividen en cuatro grupos por 2 líneas que se cruzan a nivel de la desembocadura de la v. safena interna. los del grupo superior reciben linfáticos de la pared abdominal, nalga, periné, ano, escroto, pene y vulva. los del grupo inferior reciben linfáticos del miembro inferior correspondiente de los ganglios superficiales parten eferencias que atraviesan la aponeurosis y van a desembocar hacia los ganglios linfáticos inguinales profundos e ilíacos externos.

4. Aponeurosis: cubre toda la región y le forma a los vasos femorales una vaina, cuya forma está regida por el arco femoral y los músculos de triángulo de scarpa.

- *disposición de los músculos:* 4 músculos en 2 planos: superficial: sartorio y aductor medio, que convergen y forman el vértice del triángulo; y profundo: psoas-iliaco y pectíneo. El m. psoas ilíaco está cubierto por

una aponeurosis que se encuentra muy adherida al arco femoral. la porción de aponeurosis adherida que se corresponde a la cara interna del músculo, se presenta como una lámina gruesa, denominada cintilla iliopectínea (une al arco crural con la eminencia iliopectínea). es por fuera de esta cintilla que el nervio crural ingresa al muslo, pasando por la vaina aponeurótica del psoas. El psoas-iliaco y el pectíneo al descender forman un canal cóncavo hacia adelante por donde caminan los vasos femorales.

- **disposición de la aponeurosis:** la aponeurosis que envuelve al sartorio se divide en el borde interno de este músculo en 2 hojas, una superficial y otra profunda. la hoja superficial pasa por delante de los vasos femorales, y la profunda por detrás de estos para constituir la vaina del m. psoas y pectíneo. superficialmente a este último músculo se unen las dos hojas y de esta manera queda conformada la “vaina de los vasos femorales” o “parte superior del conducto femoral”.

En un sector, la hoja superficial esta perforada por elementos que van desde la superficie hasta la profundidad y viceversa, lo que le da una textura reticulada y la denominación de fascia cribiformis. los elementos que la perforan son: arterias, nervios, vasos linfáticos eferentes y la vena safena interna.

5. Planos subaponeuróticos: comprenden músculos, vasos y nervios profundos. los músculos ya han sido nombrados en el punto anterior, y descriptos en la sección de miología, por lo que no serán abordados nuevamente. en cuanto a los demás elementos tenemos a la arteria femoral, la vena femoral, y el nervio crural.

A - arteria femoral: recorre la región desde la base del triángulo hasta el vértice de éste. en la superficie, su dirección está representada por una línea que se inicia en la mitad del arco femoral hasta el borde posterior del condilo interno.

La arteria está situada por fuera de la vena en el canal formado por el m. psoas y el m. pectíneo. se encuentra relacionada hacia afuera con el n. crural, por medio del ligamento o cintilla ileopectínea. la rama femoral del n. genitocrural desciende por delante de ella pero rápidamente se hace superficial.

En esta región la a. femoral da 5 colaterales:

- subcutanea abdominal
- circunfleja iliaca superficial
- pudenda externa superior
- pudenda externa inferior
- femoral profunda

Las tres primeras atraviesan la fascia cribiformis y terminan en el plano supraaponeurótico.

La a. pudenda externa inferior se dirige hacia adentro, pasa por debajo del cayado de la v. safena interna, y perfora recién la aponeurosis en el borde interno del triángulo de scarpa.

La a. femoral profunda se separa de la cara posterior de la a. femoral a 4 cm. aproximadamente del arco femoral. inicialmente, en su descenso, se sitúa por detrás del tronco

de origen pero luego se va alejando gradualmente hacia afuera, y en el vértice del triángulo de scarpa desaparece por detrás del m. aductor medio.

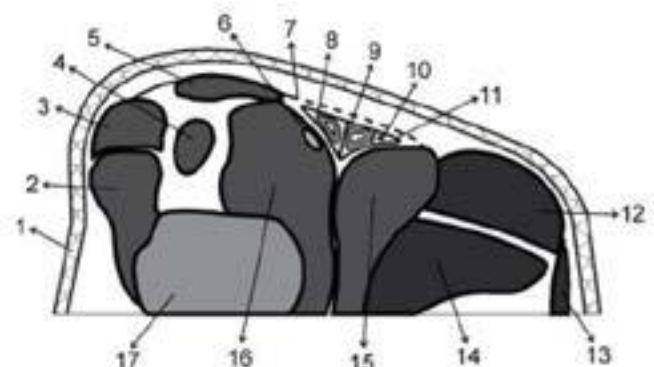
esta ultima arteria da 3 ramas colaterales en esta región: circunfleja externa o anterior, a. del cuádriceps, circunfleja interna o posterior.

B - vena femoral: se sitúa por dentro de la arteria. en el lado interno de esta vena se encuentran 2 o 3 ganglios profundos. uno de ellos, se encuentra en el anillo crural, entre la vena femoral y el ligamento de gimbernant, y recibe el nombre de ganglio de cloquet.

C - nervio crural: está situado en la parte interna de la vaina del psoas iliaco y luego se divide en 4 ramas:

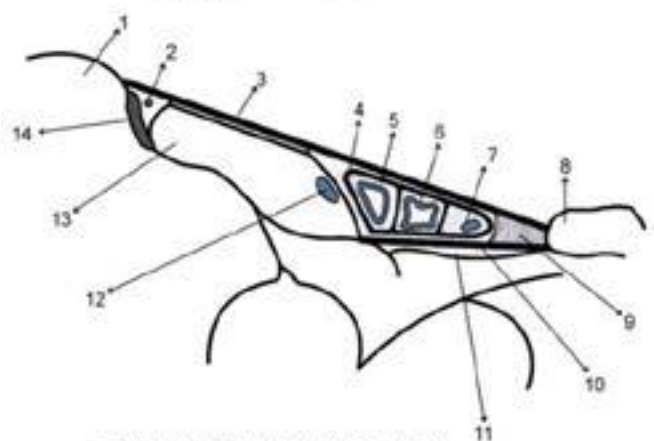
- musculocutaneo interno
- musculocutaneo externo
- nervio del cuádriceps
- safeno interno

En la “vaina de los vasos femorales” o “conducto femoral” los elementos no están en contacto directo, sino que están rodeados por otra vaina, denominada vaina vascular



CORTE TRANSVERSAL DEL TRIÁNGULO DE SCARPA.

1- piel	10- vena trifurca
2- m. glúteo menor	11- vena vascular
3- m. tensor de la fascia lata	12- m. aductor medio
4- m. recto anterior	13- m. recto anterior
5- m. sartorio	14- m. aductor menor
6- n. crural	15- m. pectíneo
7- fascia cribiformis	16- m. psoas ilíaco
8- a. femoral	17- nervio
9- v. femoral	



CONSTITUCIÓN DEL ANILLO CRURAL

1- espina ilíaca anterosuperior	8- espina del pubis
2- m. femoro-cutáneo	9- ligamento de Gimbernant
3- arco crural	10- ligamento de Cooper
4- vena vascular	11- n. pectíneo
5- a. femoral	12- n. crural
6- v. femoral	13- m. psoas-iliaco
7- ganglio de Cloquet	14- inserción del m. sartorio

Conducto

El conducto femoral, situado en el triángulo de Scarpa se subdivide en 2 segmentos, uno **INFERIOR** a la desembocadura de la safena interna, y otro **SUPERIOR** a ésta.

El segmento inferior contiene vasos femorales, femorales profundos y vasos linfáticos profundos.

El segmento superior se denomina **CONDUCTO CRURAL**, del cual nos ocuparemos.

Por arriba, este conducto, se abre en la fosa iliaca por el **ANILLO CRURAL**. Este está limitado: hacia adelante, por el arco crural; por fuera, por la cintilla ileopectinea; por dentro, el ligamento de Gimbernant; por detrás, el ligamento de Cooper (espesamiento de la aponeurosis del pectíneo). Por debajo se continúa con el segmento inferior del conducto femoral.

Se encuentran, de afuera a adentro: la arteria y vena femoral y los linfáticos profundos, separados por tabiques sagitales que parten de la vaina vascular. Estos tabiques dividen a la vaina en 3 celdas que toman el nombre de los elementos que contienen:

- **Celda arterial**, contiene a la arteria femoral
- **Celda venosa**, contiene a la vena femoral
- **Celda linfática**, contiene a los linfáticos profundos

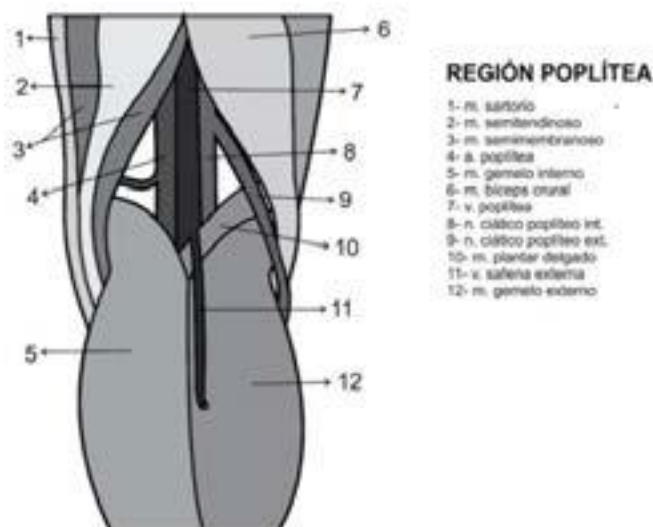
Rodilla

Es el segmento correspondiente a la articulación del mismo nombre. Sus límites son: hacia arriba, una línea que pasa a dos traveses de dedo por encima de la rótula; y por debajo, una línea que pasa por delante de la tuberosidad anterior de la tibia.

Podemos estudiar en este segmento 2 regiones: una **REGIÓN ANTERIOR**, y una región posterior o **REGIÓN POPLÍTEA**. Solo nos ocuparemos de esta última.

Región poplítea

Si observamos a la rodilla por su cara posterior podemos advertir que la región poplítea presenta una depresión romboidal. Este rombo está limitado: hacia arriba y afuera por la eminencia del m. bíceps crural; hacia arriba y adentro, por las del m. semitendinosos y semimembranosos; y hacia abajo, por la eminencia de los gemelos.



Constitución de la región poplítea

Esta región está constituida de varios planos superpuestos, que de la superficie a la profundidad son:

- **Plano superficial**
 - Piel
 - Panículo adiposo subdérmico
 - Fascia superficialis
 - Tejido celular subcutáneo
- **Aponeurosis.**
- **Capas subaponeuróticas – hueco poplíteo:** por debajo de la aponeurosis, entre los músculos y expansiones aponeuróticas profundas, encontramos delimitada una excavación denominada **HUECO POPLÍTEO**. Esta excavación posee una forma romboidal, que puede dividirse en dos triángulos si trazamos una línea que pase por el borde superior de los cóndilos femorales.

Se describen en él, 6 paredes: cuatro laterales, una posterior y otra anterior. Se describirá lo más relevante de cada una de estas.

A - Laterales:

- **Superexterna:** constituida por el bíceps crural y el tabique aponeurótico externo, que une la vaina del bíceps con la línea de bifurcación externa de la línea áspera. La porción corta y larga de este músculo se unen en un tendón común que termina insertándose en la cabeza del peroné.
- **Superinterna:** formada por los m. semitendinoso, semimembranoso, recto interno y sartorio (estos dos últimos, tienen relaciones más lejanas con el hueco poplíteo) y por el tabique aponeurótico interno, que une al semimembranoso a la línea interna de la bifurcación de línea áspera.

B - Inferoexterna e inferointerna: constituidas por los gemelos. El gemelo interno forma por si solo la pared inferointerna; y el gemelo externo, junto con el plantar delgado, la pared inferoexterna.

C - Anterior: está formada: arriba, por la bifurcación de la línea áspera; y abajo por el m. poplíteo y el plano fibroso posterior de la rodilla.

D - Posterior: representada por el plano aponeurótico descrito anteriormente.

Conocida la constitución del hueco poplíteo, se procederá a estudiar su *Contenido*.



Contenido de la región poplítea

La región poplítea está dividida en 2 celdas: posterior o superficial, y anterior o profunda. Esta división está dada por la aponeurosis profunda, que se extiende desde la vaina del m. semitendinoso a la vaina del m. bíceps.

- **Celda posterior o superficial:** se encuentra entre la aponeurosis superficial y la profunda. Como elemento más importante encontramos a la VENA SAFENA EXTERNA, la cual atraviesa la aponeurosis a nivel de la interlinea y se hace profunda.
- **Celda anterior o profunda:** contiene vasos, nervios y ganglios linfáticos, rodeados por una masa de tejido adiposo. Describiremos por separado a cada uno de ellos.

La **ARTERIA POPLÍTEA**, continuación de la a. femoral, ingresa a la región por el anillo del 3º aductor, desciende hasta el arco del sóleo donde se divide en sus 2 ramas terminales (tronco tibioperoneo y a. tibial anterior).

La **VENA POPLÍTEA**, acompaña a la arteria, al principio por detrás de esta y a medida que asciende, se hace externa. A la altura de la interlinea del hueco poplíteo, la vena poplítea va a estar recibiendo a la vena safena externa que procede de la celda posterior como ya se ha nombrado.

Los **GANGLIOS LINFÁTICOS** son aproximadamente entre 4 y 6 y están escalonados a lo largo del paquete vascular (arteria y vena).

El **NERVIO CIÁTICO**, al llegar al ángulo superior del hueco poplíteo se divide en sus 2 ramas, el ciático poplíteo interno y el ciático poplíteo externo.

El **N. CIÁTICO POPLITEO INTERNO** desciende verticalmente por detrás y por fuera de los vasos poplíteos, y al llegar al ángulo inferior del hueco se sitúa bien por detrás de estos.

El **N. CIÁTICO POPLÍTEO EXTERNO** desciende oblicuamente hacia afuera y se aplica al borde interno del m. bíceps, contornea al cuello del peroné y penetra en el m. peroneo lateral largo, donde se divide.

Bibliografía

1. Rouviere – Delmas. Anatomía Humana. Tomo III.
2. Testut- Latarjet. Tomo 1
3. Bouchet Cuilleret. Anatomía descriptiva, topográfica

y funcional. Tomo I

4. Atlas de Anatomía Humana. Grant
5. Atlas de Anatomía Humana. Frank Netter. 1997
6. Atlas de Anatomía. Sobotta

Apunte redactado e ilustrado por docentes de la Cátedra de Anatomía Normal.

Jefe de Cátedra de Anatomía Normal: Dr. Raúl Francisquelo

Autores:

Miembro superior e inferior

- Boglioli, Analía. Jefe de trabajos Prácticos.
- Cabral, María Eugenia. Jefe de trabajos Prácticos
- Calgaro, Graciela. Jefe de trabajos Prácticos.

Marcha normal

- Paleari, Alejandro. Colaborador docente.

Topografía

- Olivier Ibarra, Luciano Oscar.
- Orieta, Dario Luis.

Esperamos que este aporte sea valioso para el aprendizaje del aparato locomotor y su aplicación. A través de estas humildes páginas quisimos transmitir nuestro esfuerzo y ganas para colaborar en su formación profesional

FISIOLOGÍA HUMANA

Aspectos Generales De La Actividad Nerviosa Refleja

Dra. Rut Agüero

El papel final más importante del sistema nervioso es controlar las actividades corporales. Esto se logra controlando:

1. la contracción del músculo esquelético en todo el cuerpo.
2. la contracción del músculo cardíaco y liso en los órganos internos.
3. la actividad funcional del tejido glandular.

Estas actividades son denominadas colectivamente “funciones motoras del sistema nervioso”; los músculos y las glándulas son llamados “efectores” porque llevan a cabo las funciones dictadas por las señales nerviosas.

Existen dos ejes operando paralelamente, uno para el control de la contracción del músculo esquelético y otro para el control del músculo cardíaco liso y glándulas.

Sistema nervioso somático

(movimientos reflejos, rítmicos y voluntarios)

Sistema nervioso autónomo

(movimientos reflejos y semiautomáticos)

Esta guía te permitirá abordar los temas relacionados con el control del músculo esquelético, de un modo integrado, a partir del estudio del control del movimiento.

Control Del Movimiento

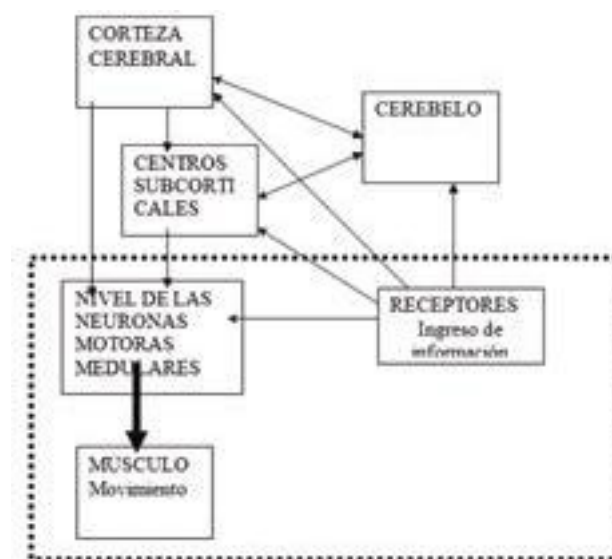
¿Qué es lo que se controla durante el movimiento?

El movimiento es producido por la contracción y relajación de los músculos. Los cambios musculares generan fuerza y actúan sobre cargas impuestas a alguna parte del cuerpo, por ejemplo, las extremidades y algún objeto externo que debe ser movido. Los parámetros que componen el movimiento resultante (desplazamiento, velocidad y aceleración) son determinados por las leyes de la mecánica. El sistema nervioso debe emplear señales nerviosas para controlar apropiadamente un determinado parámetro. En algunos casos el parámetro controlado es la fuerza (contracción isométrica delicada que se requiere para sostener una copa de cristal). En otros casos puede ser la posición (desplazamiento de los dedos de un mecanógrafo sobre el teclado de la computadora). También puede controlarse la velocidad y la aceleración. Asimismo, en algunos movimientos puede reducirse al mínimo la energía consumida, el tiempo del movimiento y su variación a lo largo de una determinada trayectoria. Las estrategias de control pueden variar sobre un mismo músculo dependiendo de que movimiento éste efectúe. El movimiento de la lengua es muy diferente durante el habla o durante la masticación. Algunos músculos deben actuar recíprocamente para lograr determinado movimiento. Así, para lograr la flexión del codo, un grupo muscular debe contraerse (el denominado “bíceps”), mien-

tras que simultáneamente otro grupo muscular debe relajarse: el “tríceps”. La extensión del brazo requiere exactamente el patrón contrario.

¿Cómo se controlan los movimientos?

El control del movimiento es logrado a partir de señales generadas en el sistema nervioso central. Ver esquema 1.



Esquema 1: Diagrama del funcionamiento del sistema motor.

El movimiento es producido por contracciones musculares controladas por señales motoras generadas en la médula espinal. Estas señales motoras medulares son el resultado de la integración de señales de ingreso provenientes de las extremidades y otras partes del cuerpo, con señales ejecutivas motoras que descienden de estructura supra medulares como el tallo encefálico y el cerebro. Estas señales ejecutivas están parcialmente basadas en la misma información de ingreso (aférente) que influencia directamente a la médula.

Un primer nivel de información acerca del movimiento de una extremidad es generada en ella misma (sensaciones táctiles o señales acerca del estado de los músculos de dicha extremidad). Esta información converge con señales motoras ejecutivas descendentes en los mismos elementos neuronales medulares y dan origen a una señal medular motora. En un segundo nivel, esta información es conducida hacia el cerebro, el cual a su vez puede modificar la señal descendente. Finalmente el movimiento de la extremidad es también monitoreado por la observación. En este tercer nivel puede emplear información entrante de la visión y de gran variedad de modalidades sensoriales que no están relacionadas con interneuronas medulares.

Aunque estos tres niveles de control actúan simultáneamente, existe una orden jerárquico entre ellos. El primer nivel, nivel

local (retroalimentación local), es el más bajo en la jerarquía y el que ejerce influencia inmediata sobre el movimiento, pero la tosca información aferente que produce no puede ser integrada a otros niveles más que para producir un movimiento más bien rudimentario. La retroalimentación central, el segundo nivel de jerarquía, permite no sólo la convergencia de varias señales aferentes sino además la interacción con señales ejecutivas voluntarias. Pero este procesamiento lleva tiempo y por eso la influencia de la retroalimentación por vía de comandos ejecutivos descendentes es demorada. Finalmente, la retroalimentación proveniente de otras modalidades que envían información aferente son más prolongados aún pues requieren mayor procesamiento. No obstante, esta última brinda el control más preciso (intente enhebrar una aguja con los ojos cerrados, seguramente será mucho más fácil con los ojos abiertos).

En el área “Crecimiento y desarrollo” consideramos los componentes básicos comunes a todos los mecanismos nerviosos. Consideramos los principios de bioelectricidad, describimos la señal eléctrica (potencial de acción), generada en las células nerviosas y propagada a través de ellas, la anatomía funcional de las células nerviosas individuales (neuronas), los procesos por medio de los cuales se inician normalmente los potenciales de acción, el paso de la información de una neurona a otra y algunos patrones básicos de interacción nerviosa. También exploramos los principales ingresos de información sensorial al sistema nervioso (sensibilidad somática, visión, audición). A través de esta guía revisaremos el origen y la salida de señales motoras del neuroeje, señales que determinarán contracción muscular, funciones secretoras u otros efectos motores a lo largo del cuerpo.

Analizaremos ahora los elementos individuales del control del sistema motor, comenzando por los mecanismos de retroalimentación local de control que se organizan a nivel medular porque, como vimos, su actividad sirve de base sobre la cual se ejercen luego otras influencias por medio de vías descendentes.

El concepto de arco reflejo

- Repasemos el concepto de “unidad sensorial” (visto en el área crecimiento y desarrollo).
- Estudiemos y analicemos comparativamente con el anterior el concepto de “unidad motora”.

El reflejo de estiramiento o miotático

- Realicemos un esquema del circuito neuronal más sencillo que participa en el nivel local de control del movimiento y que constituye la base del llamado reflejo de estiramiento.

Este reflejo se compone de una unidad sensorial y una unidad motora relacionadas por una sola sinápsis, vale decir, es un reflejo monosináptico. También se denomina “reflejo miotático” y tendrá posibilidad de evaluarlo en el laboratorio de habilidades (al menos uno de sus exponentes: el reflejo rotuliano).

Analicemos el componente sensorial del reflejo miotático

(el huso muscular).

Efectuemos un listado caracterizando:

- *Morfología y ubicación en el músculo.*
- *Estímulo adecuado:*
 - Tipo de fibra aferente (inervación sensorial).
 - Posición del cuerpo neuronal (primera neurona).
 - Tipo de información (respuestas a su estimulación) que el huso muscular envía a la médula (dinámica y estática).

Este receptor en particular dispone también de innervación eferente (innervación motora gamma), es decir, fibras nerviosas motoras que llegan desde el neuroeje y que traen información desde niveles superiores

- *Identifiquémoslas y averigüemos cual es su función.*

Analicemos ahora la porción motora del reflejo de estiramiento

- *Identifiquemos y ubiquemos la neurona involucrada en la respuesta motora.*
- *Identifiquemos las fibras eferentes (innervación motora alfa) que vuelven al músculo y expliquemos la morfología de su terminación en el músculo.*
- *Ejemplifiquemos el circuito para algún paquete muscular conocido, (consultemos a los expertos de anatomía para ello).*

La manifestación más simple de la función del huso muscular es el reflejo de estiramiento muscular.

Describamos para este reflejo, ejemplificándolo para algún grupo muscular, los pasos sucesivos desde que se produce el estímulo hasta la obtención de la respuesta.

Analicemos los tipos de respuesta que llegan al músculo luego de ser estimulado el huso, considerando los dos tipos de información (dinámica y estática) que envía el huso a la médula cuando es estimulado.

Averigüemos en que consiste el reflejo de estiramiento negativo.

Para comprender la importancia que tiene efectuar este recorrido, nos dedicaremos a continuación a buscar las funciones que cumple el reflejo de estiramiento en el mantenimiento de la postura y el movimiento en el hombre.

- *Enumeremos algunas y profundicémoslas buscando mayor información en los textos de fisiología acerca de ellas:*
 - *Base del denominado “tono muscular”.*
 - *Función de amortiguación.*
 - *Participación en la contracción muscular voluntaria (coactivación alfa-gama).*
 - *Estabilización de la posición del cuerpo durante acciones que requieren estado de tensión.*
- *Verifiquemos la aplicación clínica del reflejo de estiramiento.*

El reflejo del órgano tendinoso de Golgi

El reflejo de estiramiento no es el único que se integra al

nivel segmentario medular. Existe un reflejo algo más complejo que se denomina reflejo del órgano tendinoso de Golgi. De la misma manera que lo hicimos para el reflejo miotático:

- *Analizamos el componente sensorial del reflejo del órgano tendinoso de Golgi (órgano tendinoso de Golgi).*
- *Efectuemos un listado caracterizando:*
 - Morfología y ubicación en el músculo.
 - Estímulo adecuado:
 - Tipo de fibra aferente (inervación sensorial).
 - Posición del cuerpo neuronal (primera neurona).
- *Tipo de información (respuestas a su estimulación) que el órgano tendinoso de Golgi envía a la médula.*

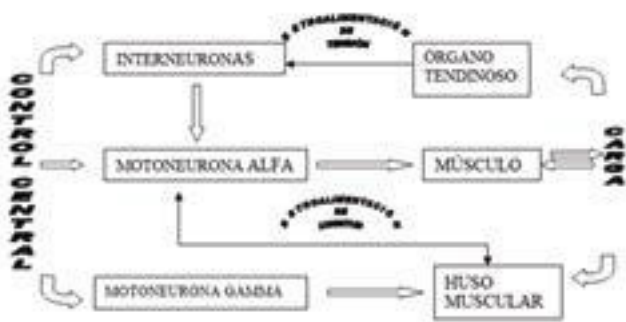
Analizamos ahora la porción motora del reflejo del órgano tendinoso de Golgi.

- *Identifiquemos y ubiquemos la/las neurona/s involucrada/s en la respuesta motora.*

El axón de la neurona sensorial del órgano de Golgi hace sinápsis primero con una neurona (denominada interneurona) y es el axón de esta última la que hace sinápsis en la motoneurona alfa. Es este, entonces, un circuito bisináptico.

Para poder comprender la organización funcional de un reflejo es conveniente que repasemos primero nuestros conocimientos sobre la morfología y fisiología de las sinapsis.

- *Distinga entre inhibición postsináptica e inhibición del presináptico y proporcione ejemplos de cada uno.*
- *Averigüemos los tipos de interneurona que se encuentran en las astas medulares.*
- *Averigüemos que propiedades confiere al reflejo esta sinapsis interpuesta antes de la sinápsis con la motoneurona.*
- *Averigüemos que funciones cumple el reflejo del órgano tendinoso de Golgi en el mantenimiento de la postura y el movimiento en el hombre.*



Entonces resumamos:

El reflejo miotático regula la longitud del músculo tanto durante el reposo como durante la contracción. El reflejo del órgano tendinoso de Golgi regula la tensión del músculo durante la contracción.

Antes de pasar a otro tipo de reflejo detengámonos a reflexionar en el siguiente esquema a modo de resumen:

Esquema 2: Control de la longitud y tensión muscular

El reflejo flexor

Existe aún un reflejo de mayor complejidad que los dos anteriores, se trata del reflejo flexor (también llamado de flexión homolateral y extensión cruzada). Nuevamente:

- *Analizamos el componente sensorial del reflejo flexor (órgano receptores cutáneos de la sensibilidad somática).*
- *Efectuemos un listado caracterizando:*
 - Morfología y ubicación de los mismos.
 - Estímulo adecuado:
 - Tipo de fibra aferente (inervación sensorial).
 - Posición del cuerpo neuronal (primera neurona).
 - Tipo de información (respuestas a su estimulación) que los órganos receptores cutáneos envían a la médula.

(Bastará con que repasemos lo que aprendimos en la UABP dedicada a sistemas sensoriales).

- *Identifiquemos y ubiquemos las neuronas involucradas en la respuesta motora*
- *Averigüemos que propiedades confieren al reflejo estas sinapsis interpuestas antes de la sinapsis con las motoneuronas que controlan a los efectores (homo y contralaterales).*

El reflejo flexor es un reflejo polisináptico. Presenta múltiples interneuronas a distintos niveles segmentarios de la médula. Presenta además sinapsis excitatorias sobre neuronas que median la flexión del miembro y retirada de la zona de estímulo, y sinapsis inhibitorias que actúan relajando a los músculos antagonistas de aquellos movimientos.

Como mencionamos al principio de esta guía, algunos músculos deben actuar recíprocamente para lograr determinado movimiento. Así, para lograr la flexión del codo, un grupo muscular debe contraerse (el denominado “bíceps”), mientras que simultáneamente otro grupo muscular (el “tríceps”) debe relajarse. Esto se logra a través de circuitos medulares denominados “inervación recíproca” e “inhibición recíproca”, “componentes cruzados” y “doble innervación recíproca”.

- *Investigue el significado de estos conceptos: Inervación recíproca e inhibición recíproca, componentes cruzados y doble innervación recíproca.*
- *Averigüe en qué situaciones (fisiológicas y eventualmente patológicas) se manifiesta este reflejo, y establezca una relación con la maduración neurológica que tiene lugar en el lactante.*

GUÍA DE ESTUDIO

FISIOLOGÍA HUMANA

Introducción a la Fisiología de la marcha. Fisiología del hueso. Apoptosis y envejecimiento.

Bernasconi, María Virginia.

Contenidos

Introducción a la fisiología de la marcha: Estructuras del sistema nervioso central relacionadas con el control de la marcha: médula espinal, tallo encefálico, ganglios de la base, cerebelo y corteza cerebral,

Fisiología ósea: su relación con el crecimiento, rol en la marcha. Procesos de resorción y acreción y su regulación.

Objetivos

De enseñanza:

Guiar al estudiante en la comprensión y aplicación de los contenidos relacionados a la fisiología de la marcha, la regulación de la concentración plasmática de calcio y las teorías básicas que intentan explicar el envejecimiento.

De aprendizaje: Conocer

- *Las estructuras que participan en el control de la postura y de los movimientos que determinan la marcha, para comprender los cambios fisiológicos que pueden aparecer con la edad*
- *La fisiología del hueso como estructuras básicas en la marcha.*
- *El concepto de muerte celular programada y envejecimiento, para comprender los cambios que suceden en los diferentes sistemas fisiológicos en el adulto mayor.*

Bibliografía

- *FISIOLOGÍA MÉDICA.* William F. Ganong. Editorial Manual Moderno. Edición 20°: Capítulos 1, 18, 19 y 22. Editorial Mc Graw Hill. Edición 23°: 1, 2, 18, 20, 21 y 25.
- *TRATADO DE FISIOLOGÍA MÉDICA.* Guyton & Hall Editorial Mc Graw Hill. 20° Edición o superior. Capítulos 2, 3, 75, 76, 78.
- *FISIOLOGÍA HUMANA* de Houssay. Editorial El Ateneo. 7° Edición. Capítulos 46, 48, 50 y 58.
- *Best & Taylor. BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA.* Dvorkin-Cardinali. Editorial Panamericana. 13° Edición: Capítulos 35, 36, 39 y 41. 14° Edición: 38, 39, 42 y 44.

Desarrollo

- Se han estudiado los procesos de adquisición de información desde el medio interno y desde el medio externo al organismo, así como la manera en que se integra esta información a nivel central. Veremos de qué manera este procesamiento central da origen a las respuestas motoras. La generación del acto motor necesita vías motoras centrales (llamados haces) y periféricas (llamados nervios) que dirijan la contracción muscular.
¿Cuál es la vía motora principal?
¿En qué áreas de la corteza se origina?
¿En qué zonas de la corteza están ubicadas?
¿Qué entiende por representación somatotópica?
¿Cómo es la representación somatotópica en estas áreas?
¿Qué otras áreas especializadas de control motor se encuentran en la corteza?
¿Dónde terminan los axones de la vía motora principal?
- Las descargas motoras superiores llegan a las astas anteriores de la médula o a los núcleos motores de los pares craneales, última etapa central de la fase efectora
Recuerde el tipo de neuronas que allí se encuentran
¿Qué estructuras periféricas inervan cada una de ellas?
- Todo acto motor, la marcha entre ellos, tiene lugar sobre un fondo de tensión permanente de la musculatura. El tono muscular asegura la estática del cuerpo y ayuda a adaptar su posición en función del movimiento a realizar. En la regulación del tono muscular y por lo tanto de la postura y del movimiento participan todos los niveles del sistema nervioso central: médula, tronco, cerebelo, núcleos grises centrales y corteza cerebral. Se ha estudiado ya la participación de la médula:
Recuerde el reflejo de estiramiento muscular y el reflejo del órgano tendinoso de Golgi.
Recuerde la base de los movimientos involuntarios y simples como el reflejo de retirada, el reflejo extensor cruzado y el reflejo de rascado.
- En la médula también están inscriptos patrones de movimientos que determinan la postura para la locomoción.
Recuerde los reflejos posturales: la reacción positiva de sosten y el reflejo de endereamiento
- Los patrones de movimientos más complejos para la marcha también están organizados a nivel medular. Han sido descritos en animales. Se supone que en el hombre las bases fisiológicas son similares aunque los patrones no sean los mismos:
Recuerde los movimientos rítmicos de un miembro, los patrones de marcha recíproca, la marcha de las cuatro extremidades y el reflejo de galope
- El control supramedular del tono, la postura y el movimiento se ejerce sobre las motoneuronas α y γ . El mecanismo implicado requiere elementos de información sobre la posición de la cabeza con respecto al cuerpo, la posición de los miembros y el tono muscular:
Recuerde las bases de la información sensorial relacionadas con el movimiento: las vías de la sensibilidad propioceptiva (cutánea, articular y muscular).
Recuerde las relaciones que tienen estas vías con las estructuras relacionadas con el control del movimiento (la corteza motora y el cerebelo fundamentalmente)
- En el Área Trabajo y Tiempo Libre se estudiarán los procesos sensoriales relacionales con el equilibrio, pero aquí interesa conocer cómo responden los núcleos vestibulares a la información sobre el grado de equilibrio-desequilibrio corporal para dirigir la marcha.
¿Cómo está organizado el soporte antigravitatorio del cuerpo?
- El cerebelo recibe desde la médula información sensorial propioceptiva, de los núcleos vestibulares información de la postura del cuerpo y de la corteza información sobre el tipo de movimiento que se está desarrollando.
¿Para qué usa esta información el cerebelo, es decir, cuáles son sus respuestas o funciones?
¿A través de qué vías eferentes las cumple?
- Los ganglios basales pertenecen a un circuito motor que permite llevar a cabo la programación, la iniciación y la ejecución del movimiento.
Describa este circuito

Fisiología del hueso

- La marcha es posible si están íntegras las estructuras que fundamentalmente participan en ella: esqueleto de las extremidades y el tronco, músculos esqueléticos de las mismas zonas y el sistema nervioso que coordina sus movimientos.
Recuerde la histología del cartílago
Recuerde la histología del tejido óseo: células relacionadas fundamentalmente a la formación, células relacionadas a la resorción, tipos de tejido óseo y sitios dónde se los encuentra.

Recuerde cuál es el componente inorgánico relevante en la composición del hueso, cómo y dónde está depositado

- Durante el desarrollo del Área ha estudiado la fisiología del crecimiento y cómo medir, en el niño y adolescente, el crecimiento en altura. Recuerde:

*La estructura que permite (y limita) el crecimiento en altura
Qué tipo de tejido la constituye.*

Cuáles son los mediadores químicos que determinan su crecimiento.

Cuáles son los que limitan su crecimiento.

Cómo puede conocer si todavía es posible el crecimiento en altura.

- Aquí estudiará el crecimiento óseo

*Recuerde todos los actores asociados al crecimiento óseo: células y mediadores químicos (sean hormonas o factores tisulares)
Recuerde los factores asociados a depósito y los factores asociados a resorción.*

¿Se puede medir el grado de resorción ósea? ¿Cómo?

¿Qué fenómeno mecánico determina los sitios dónde habrá resorción y dónde habrá depósito de hueso?

- El calcio y el fósforo son relevantes en la formación de los cristales de hidroxiapatita que se depositan en la matriz colágena regulando la resistencia del hueso, asegurando depósitos que puedan ser movilizados y garantizando principalmente la concentración de Calcio plasmático.

Recuerde las funciones del calcio y del fósforo que ya ha estudiado y sus concentraciones plasmáticas (los contenidos relacionados con la regulación de estas variables se verán con detalle en las Áreas Nutrición y el Ser Humano y su Medio).

(1) Las Guías de Estudio Individual, como su nombre lo indica, tienen como objetivo ayudar al estudiante a una lectura y comprensión completa del material bibliográfico. Se indican, mediante preguntas, aquellos contenidos base para la interpretación de los procesos. Por eso, las respuestas no son para memorizarse sino para ayudar a interpretar, comprender o integrar los procesos fisiológicos que se están abordando. El estudiante puede comprobar su nivel de comprensión del tema, intentando resumirlo en un Esquema o construyendo un Gráfico de relación entre las variables que se están abordando. Recuerde que los Exámenes Finales son orales. Para que esta Guía facilite el estudio, el estudiante debe leer primero la Bibliografía correspondiente al tema en alguno de los textos de Fisiología y comprenderla. Recién entonces debería intentar responder esta Guía, revisando el Texto de Fisiología ante toda duda.

(2) En la UP 9 se abordan contenidos relacionados con la marcha en el humano. Es necesario que el alumno se introduzca en el conocimiento de la fisiología de la locomoción. Esta guía pretende que el alumno se aproxime a la comprensión general del control motor cuyo estudio completará en el área Trabajo y Tiempo Libre.

GUÍA DE ESTUDIO

FISIOLOGÍA HUMANA

Introducción a la Fisiología de la marcha. Fisiología del hueso. Apoptosis y envejecimiento.

Bernasconi, María Virginia.

Contenidos

Introducción a la fisiología de la marcha: Estructuras del sistema nervioso central relacionadas con el control de la marcha: médula espinal, tallo encefálico, ganglios de la base, cerebelo y corteza cerebral,

Fisiología ósea: su relación con el crecimiento, rol en la marcha. Procesos de resorción y acreción y su regulación.

Objetivos

De enseñanza:

Guiar al estudiante en la comprensión y aplicación de los contenidos relacionados a la fisiología de la marcha, la regulación de la concentración plasmática de calcio y las teorías básicas que intentan explicar el envejecimiento.

De aprendizaje: Conocer

- *Las estructuras que participan en el control de la postura y de los movimientos que determinan la marcha, para comprender los cambios fisiológicos que pueden aparecer con la edad*
- *La fisiología del hueso como estructuras básicas en la marcha.*
- *El concepto de muerte celular programada y envejecimiento, para comprender los cambios que suceden en los diferentes sistemas fisiológicos en el adulto mayor.*

Bibliografía

- *FISIOLOGÍA MÉDICA.* William F. Ganong. Editorial Manual Moderno. Edición 20°: Capítulos 1, 18, 19 y 22. Editorial Mc Graw Hill. Edición 23°: 1, 2, 18, 20, 21 y 25.
- *TRATADO DE FISIOLOGÍA MÉDICA.* Guyton & Hall Editorial Mc Graw Hill. 20° Edición o superior. Capítulos 2, 3, 75, 76, 78.
- *FISIOLOGÍA HUMANA* de Houssay. Editorial El Ateneo. 7° Edición. Capítulos 46, 48, 50 y 58.
- *Best & Taylor. BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA.* Dvorkin-Cardinali. Editorial Panamericana. 13° Edición: Capítulos 35, 36, 39 y 41. 14° Edición: 38, 39, 42 y 44.

Desarrollo

- Se han estudiado los procesos de adquisición de información desde el medio interno y desde el medio externo al organismo, así como la manera en que se integra esta información a nivel central. Veremos de qué manera este procesamiento central da origen a las respuestas motoras. La generación del acto motor necesita vías motoras centrales (llamados haces) y periféricas (llamados nervios) que dirijan la contracción muscular.
¿Cuál es la vía motora principal?
¿En qué áreas de la corteza se origina?
¿En qué zonas de la corteza están ubicadas?
¿Qué entiende por representación somatotópica?
¿Cómo es la representación somatotópica en estas áreas?
¿Qué otras áreas especializadas de control motor se encuentran en la corteza?
¿Dónde terminan los axones de la vía motora principal?
- Las descargas motoras superiores llegan a las astas anteriores de la médula o a los núcleos motores de los pares craneales, última etapa central de la fase efectora
Recuerde el tipo de neuronas que allí se encuentran
¿Qué estructuras periféricas inervan cada una de ellas?
- Todo acto motor, la marcha entre ellos, tiene lugar sobre un fondo de tensión permanente de la musculatura. El tono muscular asegura la estática del cuerpo y ayuda a adaptar su posición en función del movimiento a realizar. En la regulación del tono muscular y por lo tanto de la postura y del movimiento participan todos los niveles del sistema nervioso central: médula, tronco, cerebelo, núcleos grises centrales y corteza cerebral. Se ha estudiado ya la participación de la médula:
Recuerde el reflejo de estiramiento muscular y el reflejo del órgano tendinoso de Golgi.
Recuerde la base de los movimientos involuntarios y simples como el reflejo de retirada, el reflejo extensor cruzado y el reflejo de rascado.
- En la médula también están inscriptos patrones de movimientos que determinan la postura para la locomoción.
Recuerde los reflejos posturales: la reacción positiva de sosten y el reflejo de endereamiento
- Los patrones de movimientos más complejos para la marcha también están organizados a nivel medular. Han sido descritos en animales. Se supone que en el hombre las bases fisiológicas son similares aunque los patrones no sean los mismos:
Recuerde los movimientos rítmicos de un miembro, los patrones de marcha recíproca, la marcha de las cuatro extremidades y el reflejo de galope
- El control supramedular del tono, la postura y el movimiento se ejerce sobre las motoneuronas α y γ . El mecanismo implicado requiere elementos de información sobre la posición de la cabeza con respecto al cuerpo, la posición de los miembros y el tono muscular:
Recuerde las bases de la información sensorial relacionadas con el movimiento: las vías de la sensibilidad propioceptiva (cutánea, articular y muscular).
Recuerde las relaciones que tienen estas vías con las estructuras relacionadas con el control del movimiento (la corteza motora y el cerebelo fundamentalmente)
- En el Área Trabajo y Tiempo Libre se estudiarán los procesos sensoriales relacionales con el equilibrio, pero aquí interesa conocer cómo responden los núcleos vestibulares a la información sobre el grado de equilibrio-desequilibrio corporal para dirigir la marcha.
¿Cómo está organizado el soporte antigravitatorio del cuerpo?
- El cerebelo recibe desde la médula información sensorial propioceptiva, de los núcleos vestibulares información de la postura del cuerpo y de la corteza información sobre el tipo de movimiento que se está desarrollando.
¿Para qué usa esta información el cerebelo, es decir, cuáles son sus respuestas o funciones?
¿A través de qué vías eferentes las cumple?
- Los ganglios basales pertenecen a un circuito motor que permite llevar a cabo la programación, la iniciación y la ejecución del movimiento.
Describa este circuito

Fisiología del hueso

- La marcha es posible si están íntegras las estructuras que fundamentalmente participan en ella: esqueleto de las extremidades y el tronco, músculos esqueléticos de las mismas zonas y el sistema nervioso que coordina sus movimientos.
Recuerde la histología del cartílago
Recuerde la histología del tejido óseo: células relacionadas fundamentalmente a la formación, células relacionadas a la resorción, tipos de tejido óseo y sitios dónde se los encuentra.

Recuerde cuál es el componente inorgánico relevante en la composición del hueso, cómo y dónde está depositado

- Durante el desarrollo del Área ha estudiado la fisiología del crecimiento y cómo medir, en el niño y adolescente, el crecimiento en altura. Recuerde:

*La estructura que permite (y limita) el crecimiento en altura
Qué tipo de tejido la constituye.*

Cuáles son los mediadores químicos que determinan su crecimiento.

Cuáles son los que limitan su crecimiento.

Cómo puede conocer si todavía es posible el crecimiento en altura.

- Aquí estudiará el crecimiento óseo

*Recuerde todos los actores asociados al crecimiento óseo: células y mediadores químicos (sean hormonas o factores tisulares)
Recuerde los factores asociados a depósito y los factores asociados a resorción.*

¿Se puede medir el grado de resorción ósea? ¿Cómo?

¿Qué fenómeno mecánico determina los sitios dónde habrá resorción y dónde habrá depósito de hueso?

- El calcio y el fósforo son relevantes en la formación de los cristales de hidroxiapatita que se depositan en la matriz colágena regulando la resistencia del hueso, asegurando depósitos que puedan ser movilizados y garantizando principalmente la concentración de Calcio plasmático.

Recuerde las funciones del calcio y del fósforo que ya ha estudiado y sus concentraciones plasmáticas (los contenidos relacionados con la regulación de estas variables se verán con detalle en las Áreas Nutrición y el Ser Humano y su Medio).

(1) Las Guías de Estudio Individual, como su nombre lo indica, tienen como objetivo ayudar al estudiante a una lectura y comprensión completa del material bibliográfico. Se indican, mediante preguntas, aquellos contenidos base para la interpretación de los procesos. Por eso, las respuestas no son para memorizarse sino para ayudar a interpretar, comprender o integrar los procesos fisiológicos que se están abordando. El estudiante puede comprobar su nivel de comprensión del tema, intentando resumirlo en un Esquema o construyendo un Gráfico de relación entre las variables que se están abordando. Recuerde que los Exámenes Finales son orales. Para que esta Guía facilite el estudio, el estudiante debe leer primero la Bibliografía correspondiente al tema en alguno de los textos de Fisiología y comprenderla. Recién entonces debería intentar responder esta Guía, revisando el Texto de Fisiología ante toda duda.

(2) En la UP 9 se abordan contenidos relacionados con la marcha en el humano. Es necesario que el alumno se introduzca en el conocimiento de la fisiología de la locomoción. Esta guía pretende que el alumno se aproxime a la comprensión general del control motor cuyo estudio completará en el área Trabajo y Tiempo Libre.



UNIDAD 12

MATERIAL DE ESTUDIO



CONTENIDO

Material bibliográfico

- **Física Biológica - Biofísica de la Visión: El Ojo como Sistema Óptico**
- **Física Biológica - Movimiento oscilatorio. Sonido. Audición.**

Laboratorios y seminarios

- **Física biológica - Biofísica de la Visión: El Ojo como Sistema Óptico**
- **Física biológica - Biofísica de los Sentidos: Movimiento oscilatorio. Sonido. Audición.**

Guía de estudio

- **Guía de estudio N°7: Procesos sensoriales. Visión y audición**

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

BIOFÍSICA

Bases Físicas de la Visión. El Ojo como Instrumento Óptico

Lic. Stella Maris Bertoluzzo. Dra. Graciela Bazzoni. Cátedra De Física Biológica. Fac. Cs. Médicas. UNR.

Contenidos

- Refracción de la luz. Índice de refracción.
- Lentes: definición y tipos de lentes. Elementos de una lente. Lentes convergentes y divergentes.
- Formación de imágenes. Imagen real y virtual.
- Imagen virtual formada por lentes convergentes.
- Tamaño de la imagen.
- Visión: El ojo y sus componentes.
- El ojo como sistema óptico. Ojo reducido.
- Formación de la imagen en la retina de objetos lejanos y cercanos. Poder de acomodación.
- Agudeza visual.

Introducción

La óptica geométrica es la parte de la óptica que trata, a partir de representaciones geométricas de los cambios de dirección que experimentan los rayos luminosos en los distintos fenómenos de reflexión y refracción. La óptica es la aplicación de lentes, espejos, prismas e instrumentos que controlan y manipulan la luz. Como muchos instrumentos ópticos de uso corriente, el microscopio, la cámara fotográfica, el proyector y el ojo no son más que diferentes combinaciones de lentes, que se pueden entender en función de las propiedades de una sola lente y de las reglas generales que determinan los efectos de las combinaciones de ellas.

Refracción de la luz

Los rayos de luz se propagan en el vacío a una velocidad constante, cercana a 300 000 km/s. Al atravesar medios transparentes (sólidos o líquidos), los rayos cambiarán bruscamente su velocidad de propagación, cosa que provocará la desviación de los mismos. Este fenómeno físico se denomina Refracción de la luz.

Un medio óptico se caracteriza por el Índice de Refracción $n \geq 1$ que indica la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad en ese medio:

$$n = \frac{\text{Velocidad de la luz en el vacío}}{\text{Velocidad de la luz en el medio considerado}}$$

Cuanto mayor es el índice de refracción, la velocidad de la luz en ese medio es menor y el rayo sufre mayor desviación en su trayectoria. Un ejemplo del mismo se observa cuando se sumerge parcialmente un lápiz en el agua: parece estar “quebrado” en el límite entre el aire y el agua.

Lentes

La óptica geométrica analiza la marcha de los rayos en algunos componentes ópticos elementales como son por ejemplo las lentes.

La palabra “lente” proviene del latín: lenteja, por su forma. Una lente sencilla consiste en dos superficies refractantes de material transparente, normalmente vidrio, plástico o cristal, cuyo espesor varía del centro al borde. Las dos superficies de una lente pueden ser planas, cóncavas o convexas, dando lugar a las cinco posibles formas de lentes que se muestran a continuación.



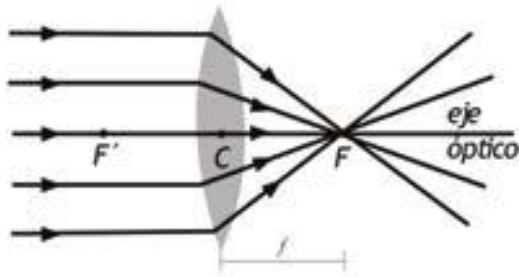
a)convexa, b) plano-convexa, c) cóncava, d) plano cóncava, e) cóncava-convexa (menisco)

Sin embargo, a pesar de estas diferencias en las formas sólo existen dos tipos básicos de lentes dependiendo de la curvatura relativa de sus superficies cóncavas y convexas: lentes convergentes (positivas) y divergentes (negativas). Son convergentes las lentes que tienen mayor espesor en el centro que en los extremos, en cambio las que son más delgadas en el centro son divergentes.

Elementos de una Lente. Lentes convergentes o positivas

En una lente convergente o positiva, todos los rayos paralelos que inciden sobre ella son desviados hacia el mismo punto. La línea que pasa por el centro C de la lente, perpendicular al plano de la misma, recibe el nombre de **eje óptico o eje principal**. Cuando los rayos inciden paralelos al eje óptico

el punto de convergencia F está sobre el eje óptico y recibe el nombre de **punto focal o foco de la lente**.



Por ejemplo, los rayos de luz solar son casi paralelos por la distancia tan grande que separa al Sol de la Tierra. Por lo tanto, todos los rayos provenientes de Sol al incidir sobre una lente se concentran en el foco (F).

Se llama **distancia focal** f de una lente a la distancia desde el centro C de la lente al foco F. Esta es la característica principal de una lente porque define su **poder de convergencia o potencia P** (poder para hacer converger los rayos). Cuanto mayor es la potencia de una lente más cerca de la lente convergen los rayos y en consecuencia menor es la **distancia focal**. La relación entre estos parámetros es:

Cuando la distancia focal de una lente se mide en metros, la potencia de la lente se mide en **dioptrías**.

$$1 \text{ dioptría} = 1 \text{ m}^{-1}$$

La desviación de un rayo es la misma sea cual sea el lado de la lente sobre el que incide. Por convención se posiciona el objeto del lado izquierdo de la lente (este es el espacio objeto) y la imagen se forma del lado derecho (espacio imagen). En consecuencia, una lente tiene dos focos, uno a cada lado, que se encuentran a la misma distancia f del centro de la lente: **el foco imagen F'**, del lado de la imagen y el **foco objeto F** del lado del objeto.

Formación de imágenes. Imágenes reales.

A cualquier distancia s , llamada distancia objeto, a la cual se coloque el objeto, siempre que sea mayor que f , una lente convergente produce de él una imagen real porque se puede recolectar en una pantalla. Cuando la distancia del objeto a la lente es tan grande que se puede considerar infinita para la lente, los rayos que llegan a ella desde cada punto del objeto son casi paralelos y se concentran en un sólo punto que es el foco imagen (F'). Si la distancia no es tan grande, la imagen se forma a una distancia s' , llamada distancia imagen.

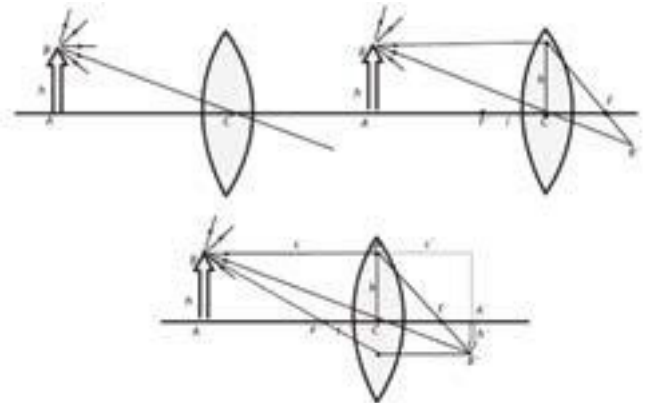
$$P = \frac{1}{f}$$

Para conocer qué imagen forma una lente de un objeto, la óptica geométrica propone algunas reglas generales:

- un rayo que pasa por el centro de la lente no se desvía.
- un rayo que incide paralelo al eje principal, al salir

pasa por el foco imagen.

- un rayo que pasa por el foco objeto, sale paralelo al eje principal.



La imagen que se forma es **real porque se puede recolectar en una pantalla, invertida y de menor tamaño**.

Cuando se quieren conocer datos de la imagen sin trazar la marcha de los rayos, se puede hacer por cálculo, utilizando la ecuación que relaciona s (distancia objeto) y s' (distancia imagen) con la distancia focal f que corresponde a la ley de los focos conjugados:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

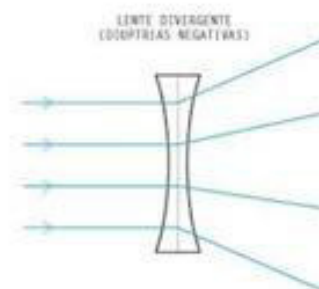
Así cuando la distancia objeto s es muy grande (infinito), su recíproca $1/s$ es cero, de modo que la ecuación se reduce a:

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

Conclusión: *la imagen de un objeto muy alejado se forma en el plano focal (donde se encuentra el foco imagen) de la lente.*

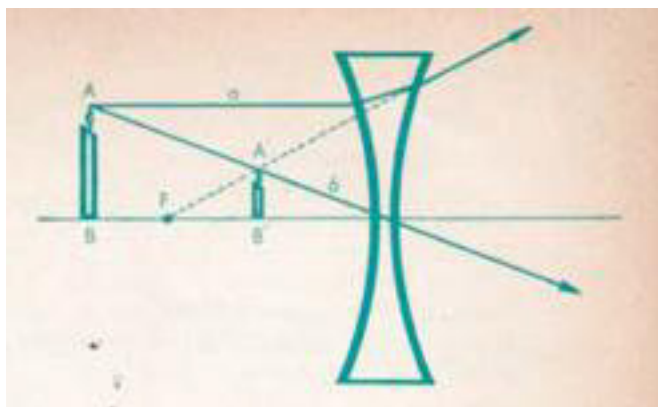
Lentes divergentes o negativas - Formación de imágenes virtuales

Una lente positiva (convexa) siempre disminuye la divergencia o dicho de otra manera, aumenta la convergencia de los rayos que pasan por ella. Una lente **negativa (cóncava)** siempre aumenta la divergencia o disminuye la convergencia de los rayos que pasan por ella: los rayos paralelos que inciden sobre una lente negativa divergen después de pasar por ella.



Cuando estos rayos divergentes se prolongan hacia atrás, se reúnen en un punto F sobre el eje óptico que es el foco imagen de la lente negativa. La distancia de F al centro de la lente es la distancia focal y por estar del lado objeto, se toma como negativa. **Tanto la distancia focal como la potencia de la lente serán negativas (-f y -P)** y de allí que a las lentes divergentes se denominen también **lentes negativas**.

Una lente negativa siempre forma una imagen virtual, cualquiera sea la distancia s que medie entre el objeto y la lente.

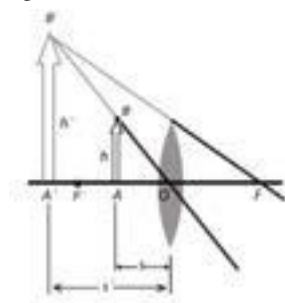


Los rayos que parten del objeto (AB) divergen cuando pasan por la lente, de modo que no forman imagen real alguna. Si se prolongan hacia atrás a los rayos divergentes que salen de la lente, hacia el espacio objeto, se obtendrá una imagen (A'B') situada a una distancia s' de la lente (que por estar en el espacio objeto tiene signo negativo). No es una imagen real porque no hay luz en la posición de la imagen virtual y no se formaría imagen alguna sobre una pantalla colocada allí. Por lo tanto:

Una imagen virtual no se puede recoger en una pantalla y se forma por el corte de las prolongaciones de los rayos. Esta imagen virtual es de menor tamaño, de igual sentido que el objeto y situada entre la lente y el objeto.

Imágenes virtuales formadas por lentes convergentes

Una lente positiva no forma una imagen real de un objeto (AB) cuando la distancia objeto s es menor que la distancia focal f, los rayos que salen de la lente divergen y no pueden reunirse para formar la imagen (A'B') como se ve en la siguiente figura:



Recordar:

En una lente convergente o positiva, si s es menor que f, es decir, el objeto está entre la lente y su foco, la imagen formada será **virtual**.

Una aplicación de esta propiedad es la *lupa*: Ésta consiste en una lente convexa que permite que el objeto se acerque más al ojo y se puedan observar así detalles con más precisión. Tal como se ve en la figura anterior, el objeto debe colocarse entre la lente y el foco objeto para obtener una **imagen virtual, derecha y agrandada**.

Tamaño de la imagen

No es lo mismo ver una casa a 10 Km que a 1 metro. El tamaño de la imagen se puede calcular en base a las distancias s y s'.

Se define el aumento m como la relación entre el tamaño h' de la imagen y el tamaño h del objeto:

de modo que si m es mayor que 1, la imagen es mayor que el objeto (imagen aumentada).

$$m = \frac{h'}{h}$$

Hay una relación de proporcionalidad entre las distancias y las alturas, por lo que resulta:

$$\frac{h'}{h} = \frac{s'}{s} \quad \text{y en consecuencia:} \quad m = \frac{s'}{s}$$

El aumento m depende de la distancia a la que se coloca el objeto (s) y de la potencia de la lente que determina s'. Esto tiene un límite, cuando la potencia es muy grande, la distancia focal es muy pequeña y se hace dificultoso su uso. Es por eso que para ver a escala microscópica fue necesario construir un sistema complejo de lentes: el microscopio.

Visión

La visión como fenómeno biológico comprende los siguientes procesos:

1. Refracción de la luz en los medios ópticos del ojo para formar la imagen sobre la retina.
2. Procesos fotoquímicos retinianos que transforman la energía lumínica en energía química, la que a su vez es transformada en impulsos nerviosos que llevan las imágenes a las áreas corticales correspondientes.
3. La integración e interpretación de la información a nivel cortical, lo que la transforma en sensaciones de color, forma, dimensión, movimiento y ubicación. Esta parte es conocida como psicofísica de la visión.

El instrumento óptico que los seres humanos tienen para detectar la luz es el ojo.

El ojo

El ojo es el más maravilloso de todos los instrumentos ópticos debido a su perfección como mecanismo sensorial, como sistema óptico y a su vez, como instrumento elaborador de datos:

- Es capaz de recibir e interpretar información de casi 180° alrededor del punto enfocado.
- Puede descubrir un solo cuanto de luz, pero solo lo registrará si hay suficientes cuantos como para conformar una figura.
- Regula automáticamente la cantidad de luz que ingresa a él.
- Tiene un sistema de enfoque automático que puede modificar instantáneamente su distancia focal para ver nítidamente objetos en el infinito o solo a algunos centímetros.
- Está montado en una caja bien protegida con un sistema amortiguador que lo pone a salvo de los golpes.
- Los párpados constituyen un sistema de limpieza y lubricación automática. Además cada uno de ellos puede ser cerrado independientemente del otro (para comunicación entre sexos opuestos).
- Los músculos que lo rodean permiten su movimiento en todas direcciones.

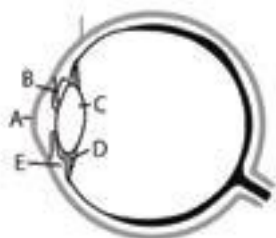
Componentes del sistema ocular

El ojo es un sistema óptico formado por varias lentes acopladas de distintos índices de refracción:

Índice de refracción de las distintas lentes del ojo respecto del aire:

cornea	1.37
humor acuoso	1.33
crystalino (exterior)	1.38
crystalino (centro)	1.41
humor vítreo	1.37

- A) cornea
B) iris
C) cristalino
D) zónula de Zinn
E) músculo ciliar



Los dos principales componentes son: la *córnea* porque aporta 2/3 del poder de convergencia del ojo y el *cristalino* porque puede modificar su forma y su potencia de modo que permite enfocar objetos a distintas distancias (entre 6 metros y 24 cm).

El poder de convergencia o **potencia de la córnea** es mayor que el de las otras lentes del ojo debido a dos factores: 1.- en ella se produce la mayor desviación de los rayos que la atraviesan en relación a las estructuras vecinas. Estas estructuras presentan índices de refracción muy similares entre ellas y poco modifican la marcha de los rayos. Por la misma razón la ventaja de la cornea se pierde en el agua, ya que el agua tiene un índice de refracción muy similar al de la cornea. 2.- La curvatura de su superficie es mayor que la de las otras lentes. La curvatura de la córnea varía considerablemente de una persona a otra y también de ella depende el índice de refracción

de la misma.

El **cristalino** tiene un poder de convergencia considerablemente menor que la cornea. La importancia de esta lente reside en que es la única estructura del ojo que puede cambiar la curvatura de sus caras para enfocar objetos a distintas distancias. Cuando los músculos encargados del enfoque están relajados, las fibras suspensorias lo mantienen bastante aplano, pero cuando el músculo circular que lo rodea se contrae quitando esa tensión, aumenta la curvatura de sus caras, principalmente la anterior, aumentando su poder de convergencia o potencia. Este es el proceso de acomodación que veremos en detalle más adelante.

El cristalino y la cornea pueden ser dañados por la luz UV y otras formas de radiación. Cuando pierden su transparencia se desarrollan cataratas.

Por otra parte, la **retina** es la parte sensible del ojo. Es la pantalla donde se forman las imágenes de los objetos que miramos, además convierte las imágenes luminosas en las señales eléctricas que son llevadas al cerebro. Es similar a la parte sensible de la cámara de video, por lo que resulta fácil comprender que para obtener la visión nítida de un objeto es necesario que su imagen se forme en la retina, si se forma delante o detrás de la misma la visión es borrosa.

El ojo como sistema óptico. Ojo reducido.

Desde el punto de vista físico, el ojo es un sistema óptico centrado: está formado por varias lentes convergentes dispuestas con sus ejes ópticos sobre la misma recta, que de este modo se constituye en el eje principal del sistema. Para analizar el comportamiento de un sistema óptico centrado, debe considerarse que la imagen de la primera lente es el objeto de la segunda y así sucesivamente. El proceso es bastante complejo.

En el caso particular del ojo, es posible simplificar el sistema resumiéndolo en una única lente representativa, de modo que - conociendo sus planos, sus focos, su punto nodal y utilizando las reglas de la marcha de los rayos - es posible construir la imagen de los objetos colocados delante de él y comprobar su coincidencia con la retina. A esta lente se la denomina ojo reducido:

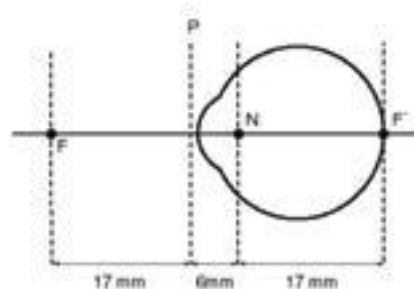
Las distancias consignadas en la gráfica son ejemplos. Las distancias anatómicas reales varían: tienen valores algo distintos para cada ojo.

En la gráfica:

F es el foco objeto,

F' es el foco imagen,

N es el punto nodal (centro óptico del sistema).



Para calcular el poder de refracción o potencia del ojo se puede aplicar la ley de los focos conjugados:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

donde: s' distancia centro óptico – retina; s : distancia objeto; f : distancia focal.

Formación de la imagen en la retina. Objetos lejanos.

En el ojo emétrope o normal en reposo, el foco imagen coincide con la retina. Hemos visto que los objetos muy alejados de la lente forman su imagen en el plano focal, en consecuencia cualquier objeto suficientemente lejano formará su imagen en la retina y será visto nítidamente con el ojo en reposo. La mínima distancia objeto a la cual esto es posible recibe el nombre de punto remoto y es aproximadamente 6 metros en adelante. Este valor es considerado entonces como una distancia objeto que está ubicado en el infinito.

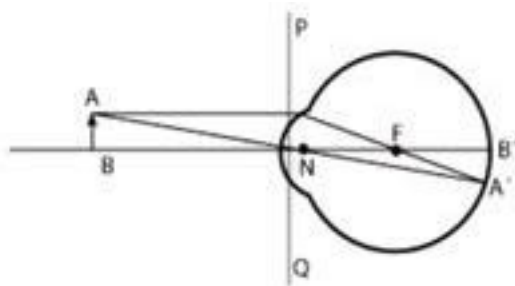
En un ojo emétrope, cuando el objeto está ubicado a una distancia considerada infinita ($> 6 \text{ m} = \infty$), la imagen se forma en la retina (s' : aproximadamente de 15 mm), la potencia en estado de reposo será:

$$P = 1/f = 1/\infty + 1/0,015\text{m} = 0 + 67 \text{ m}^{-1} = 67 \text{ dioptrías}$$

Objetos cercanos: poder de acomodación

De acuerdo a lo visto anteriormente, cuando el objeto se acerca a la lente, su imagen se forma por detrás del foco, tanto más cuanto más cercano se posiciona el objeto. En el caso del ojo, si el objeto se posiciona distancias menores de 6 metros, la imagen se formará por detrás de la retina y en consecuencia la visión del mismo será borrosa.

Es necesario entonces poner en juego el mecanismo de la acomodación: el músculo ciliar se contrae, el cristalino se abomba aumentando su poder de convergencia y el de todo el sistema. El foco imagen se adelanta y **ya no coincide con la retina**: estará por delante de ella lo suficiente como para que la imagen que está más allá del plano focal se forme en la retina.



Este mecanismo tiene un límite: cuando el músculo ciliar alcanza su máxima contracción y el cristalino ya no puede aumentar su poder de convergencia. La máxima acomodación posible determina la mínima distancia a la cual un objeto

puede ser visto con nitidez, esta distancia se denomina *punto próximo*. La distancia que media entre el punto remoto y el punto próximo mide la variación del poder de convergencia que el mecanismo de acomodación le permite al ojo y se denomina *amplitud de la acomodación*. Por otro lado se define como *poder de acomodación* a la diferencia entre la potencia del ojo en máxima acomodación y la potencia en reposo.

Por ejemplo:

Un joven presenta un punto próximo a 10 cm.

La potencia del ojo en máxima acomodación es:

$$1/f = 1/0,1 \text{ m} + 1/0,015 \text{ m} = 10 \text{ m}^{-1} + 67 \text{ m}^{-1} = 77 \text{ dioptrías}$$

La potencia del ojo en reposo, como lo calculamos en el ejemplo anterior es 67 dioptrías.

El poder de acomodación es:

$$77 \text{ dioptrías} - 67 \text{ dioptrías} = 10 \text{ dioptrías}$$

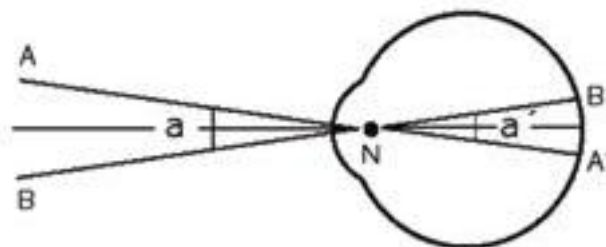
Es decir, el cristalino suma 10 dioptrías para permitir que la imagen del objeto ubicado a 10 cm, se forme en la retina.

Con la edad el poder de acomodación disminuye constantemente y el punto próximo se aleja. Por eso, a partir de los 40 - 50 años al perder el cristalino esta propiedad, situación fisiológica llamada presbicia, se necesitan lentes convergentes para enfocar objetos cercanos.

Agudeza visual

La agudeza visual mide la capacidad de resolución de los ojos y está determinada por las características de los conos en la fovea.

Si se trazan en un papel líneas negras y blancas alternantes de 0,5 mm de grosor, en condiciones óptimas se pueden ver como separadas si se las observa a una distancia de 0,5 m, pero no a 1,5 m. Para que sean distinguibles a 1,5 m deben tener un grosor de 1,5 mm. La proporcionalidad entre estas medidas indican que el ojo es capaz de ver dos líneas en forma distinta siempre que el ángulo α tendido entre las líneas y el punto nodal del ojo, alcance cierto valor. El ángulo α define la agudeza visual.



Para que se vean como distintas dos líneas, es necesario que sus imágenes caigan en la fovea en dos conos separados entre sí por un tercero que ve la línea blanca intermedia. Actualmente se mide la agudeza visual con la tabla de Snellen, que consta de letras de tamaño decreciente.

La agudeza visual normal es de un minuto, pero en el campo de la oftalmología se expresa como un valor relativo al considerado normal. Así si una persona tiene un $\alpha = 2'$, se dice que su agudeza visual vale $1/2$.

Bibliografía

- Física para las Ciencias de la vida. A.H.Cromer. (2da Ed.) Ed. Reverté.
- Biofísica. A. Frumento. (2da Ed.) Ed Intermédica.
- Física para las Ciencias de la vida y de la Salud. Mac Donald, Burns. Fondo Educativo Interamericano. S. A.

Guía de autoaprendizaje

1. *¿Qué significa el fenómeno de refracción? ¿Qué información brinda el índice de refracción?*
2. *¿Qué es una lente? ¿Cuáles son los componentes de una lente?*
3. *¿Cuál es la relación entre distancia focal y potencia de una lente? ¿En qué unidades se mide?*
4. *¿Por qué la córnea es la principal lente del ojo?*
5. *¿Cuál es la importancia del cristalino?*
6. *¿A qué llama punto remoto y punto próximo?*
7. *Defina poder de acomodación. ¿A qué se debe la disminución del poder de acomodación con la edad?*

BIOFÍSICA

MOVIMIENTO OSCILATORIO. SONIDO. AUDICIÓN

Autores: Julia Baravalle, Mariana Ferrero, Florencia Parente, Leda Urli, Rubén Acosta, Omar Aragón,

Josué Atehortua Zuleta, Daniel Dávoli, Luis Cinara, Stella Bertoluzzo, Alicia Dominighini.

Material revisado por la profesora titular Dra. Alejandra Luquita. Cátedra de Física Biológica. Fac. Cs. Médicas. UNR

INTRODUCCIÓN

En la Naturaleza existen muchos movimientos de tipo periódico en los que una partícula o sistema se mueve alrededor de un punto de equilibrio, repitiendo en intervalos de tiempo iguales, las mismas posiciones.

Como ejemplos de este tipo de movimiento se pueden citar el del péndulo, el de un resorte en cuyo extremo se encuentra una masa, el de un objeto flotante que se sumerge en el agua por debajo de su línea de flotación y luego se deja libre, etc.

Si se toma una cuerda se la ata por un extremo a un poste, mientras que por el otro se la sostiene con la mano y se realizan movimientos más o menos periódicos de vaivén, se produce una perturbación en la cuerda, que se propaga a lo largo de la misma.

Esta perturbación constituye una onda que se puede definir como: “una perturbación periódica que se propaga a través de un medio”.

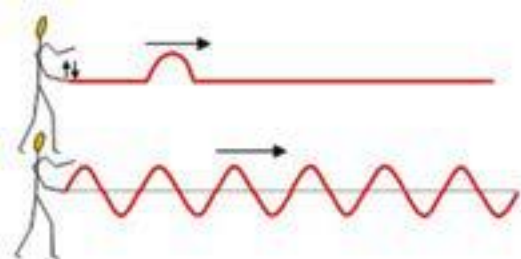
Una de las características de esta onda es que las partículas del medio ejecutan vibraciones de tipo periódico sinusoidal alrededor de su posición de equilibrio (suben y bajan), pero no se desplazan en la dirección de la onda.

En la experiencia descrita, la onda avanza continuamente, pero cada partícula de la cuerda sigue en la misma posición entre el poste y la mano.

El agente que produce la onda suministra energía al sistema, en nuestro ejemplo la mano a la soga, y es la energía lo que se propaga.

Cuando se propagan este tipo de ondas, las partículas que tienen una cierta masa oscilan alrededor de su posición de equilibrio, por lo tanto este movimiento vibratorio no transporta materia sino sólo energía.

Corresponde destacar entonces que el movimiento ondulatorio transmite energía en la dirección de su propagación.



EL MOVIMIENTO DE LAS PARTICULAS Y LA DIRECCION DE LA PROPAGACION

En una onda hay dos movimientos relacionados entre sí pero diferentes. Por un lado está el movimiento de la onda que se propaga en una dirección determinada, por otra parte, el de las partículas que oscilan sin apartarse mucho de su posición de equilibrio.

El movimiento de las partículas oscilante, puede ser perpendicular o paralelo al de propagación de la onda, diferenciándose así dos tipos de onda:

- **Ondas transversales:** Las partículas del medio se desplazan perpendicularmente a la dirección de la onda. Son ejemplos de estas ondas, las producidas en la superficie del agua cuando se arroja una piedra. Las moléculas de agua oscilan de arriba abajo perpendicularmente a la superficie y a la dirección de propagación.
- **Ondas longitudinales:** Las partículas del medio oscilan en la misma dirección en que se propaga la onda. En el aire, el sonido se propaga en forma de onda longitudinal: Las moléculas del aire se desplazan hacia delante y hacia atrás en la dirección de propagación de la onda.

CARACTERISTICAS DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO

Todo movimiento ondulatorio se caracteriza por los siguientes parámetros:

Todo movimiento ondulatorio se caracteriza por los siguientes parámetros.

Período (T): Es el tiempo que tarda una partícula en efectuar una oscilación completa de su movimiento.

Frecuencia (f): Es el número de oscilaciones que se producen en la unidad de tiempo.

Es la inversa del período: $f = 1 / T$

Su unidad es el Hertz (Hz) que equivale a ciclos por segundo (cps).

Longitud de onda (λ): Es la distancia que recorre una onda en el transcurso de un período.

Es igual a la distancia entre dos puntos consecutivos situados entre el medio de propagación que tengan la misma posición, o sea que están en fase.

Velocidad de propagación (v): Es el espacio longitudinal

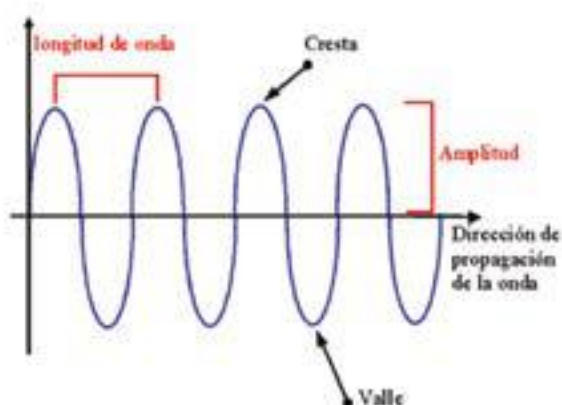
recorrido por la onda en cada unidad de tiempo.

Depende del tipo de onda y del medio de propagación.

Puesto que las ondas se mueven con velocidad constante, v , y T se pueden relacionar así: $v = \lambda / T$ (1) como $\lambda = vT$ reemplazando en (1) resulta $v = \lambda / T$.

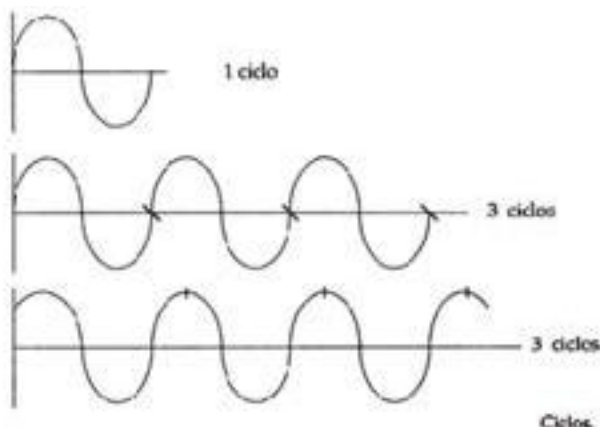
Amplitud de onda (A): Es el máximo desplazamiento de una partícula del medio (positivo o negativo) respecto a su posición de equilibrio. Es la amplitud de la oscilación.

ONDA SINUSOIDAL



Valle: Es el punto de máxima elongación de la onda, en sentido opuesto a la cresta.

Nodo: Es el punto donde la onda cruza la línea de equilibrio.



EL SONIDO

El movimiento se produce por vibración de los cuerpos, estas vibraciones ponen en movimiento las partículas del aire y se transmiten de zona en zona, hasta llegar a nuestro tímpano, el cual vibra transmitiendo dicho movimiento a los huesos-

cillos que se apoyan en él, lo que da por resultado la sensación que llamamos sonido. Las vibraciones se transmiten como onda.

El sonido entonces está constituido por ondas longitudinales que se propagan en un medio material: sólido, líquido o gaseoso.

Por lo tanto, el sonido es un movimiento oscilatorio de las partículas del medio que avanzan y retroceden alrededor de un punto de equilibrio, originando así zonas donde las moléculas alternativamente se acercan y se alejan entre sí.

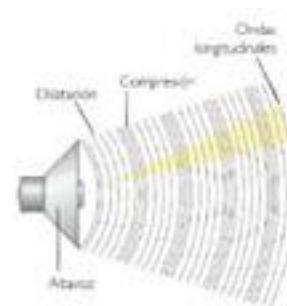
Las zonas donde las moléculas se están acercando entre sí, son zonas de compresión o de presión alta.

Las zonas donde las moléculas se están alejando entre sí son zonas de descompresión o de presión baja.

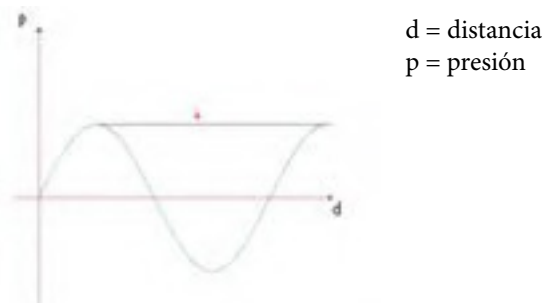
Las ondas sonoras también pueden describirse en términos de variaciones de presión en diversos puntos. En una onda sonora senoidal en el aire, la presión fluctúa por arriba y por debajo de la presión atmosférica (760 mmHg = 1 atmósfera), en forma senoidal, con la misma frecuencia que los movimientos de las partículas en el aire.

El oído humano está capacitado para detectar tales variaciones de presión.

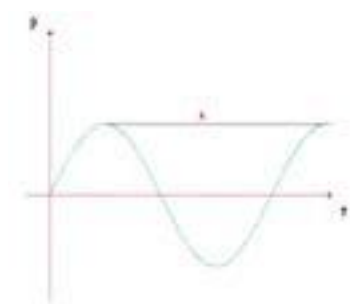
Representación del movimiento de las partículas del medio durante la propagación de una onda longitudinal sinusoidal, las zonas donde las partículas están más apretadas son zonas de alta presión y las zonas en que están más distanciadas las de baja presión.



Si se representa la variación de presión en función de la distancia en un instante dado a lo largo de la dirección de propagación del sonido, se obtiene la siguiente gráfica sinusoidal.

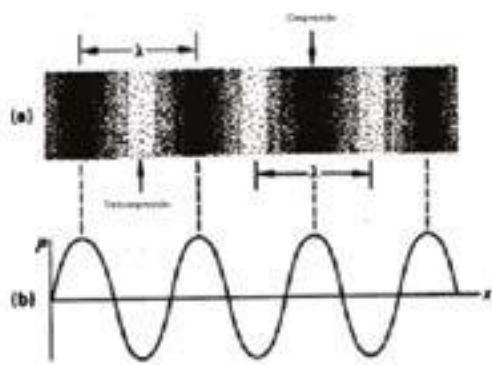


También se puede representar cómo varía la presión en un punto del espacio a lo largo del tiempo.



t = tiempo
p = presión

Representación del movimiento de las partículas del medio (a) durante la propagación de una onda longitudinal sinusoidal (b).



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SONIDO

Dado que el sonido es un fenómeno ondulatorio, se caracteriza por los parámetros típicos de las ondas: velocidad de propagación (v), período (T), frecuencia (f), longitud de onda (λ).

FRECUENCIA

La frecuencia de las ondas sonoras la determina la frecuencia con que vibra la fuente emisora y puede variar entre límites amplísimos, desde unos pocos ciclos por segundo hasta millones de ciclos por segundo.

El oído humano no es capaz de detectar todas las frecuencias, es sensible a las comprendidas entre 20 y 20.000 Hz.

A las ondas cuya frecuencia es inferior a 20 Hz se las llama **infrasonidos** y el oído humano no lo percibe como sonido continuo, sino como una serie de ruidos intermitentes.

Las ondas sonoras de frecuencia superior a 20.000 Hz no son audibles para el hombre, aunque sí para algunos animales y reciben el nombre de **ultrasonidos**. El límite superior varía mucho con la agudeza auditiva de cada individuo.

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

Dado que las ondas sonoras son ondas materiales, para que puedan propagarse debe existir un medio elástico. Es decir que el sonido no se propaga en el vacío.

La velocidad con que se propaga depende de las propiedades físicas del medio: densidad y compresibilidad.

En el aire se propaga con una velocidad de 300 m/s a 20 °C y al nivel del mar. La velocidad aumenta con la temperatura y

la altitud.

La velocidad de propagación de las ondas sonoras en el agua es de 1.450 m/s a 20 °C, es mayor en el agua salada y aún mayor en los sólidos.

λ

AMPLITUD

En el caso de las ondas sonoras, la amplitud es el máximo desplazamiento de cada partícula respecto de su posición de equilibrio. La amplitud depende de la fuerza aplicada inicialmente y de la resistencia que ofrezca el medio en el que se produce la vibración. La amplitud se cuantifica en unidades de presión sonora desde el punto de vista físico o en unidades de intensidad (Decibelios, dB) desde el punto de vista perceptivo.

INTENSIDAD (I)

Las zonas de presión se propagan a partir de la fuente sonora en forma de esferas concéntricas transportando energía.

La **intensidad** de una onda es la energía que atraviesa una unidad de área en una unidad de tiempo.

Se determina experimentalmente midiendo la energía que incide sobre el área de un detector en un tiempo t.

$$\text{Intensidad} = \text{energía} / \text{área} \times \text{tiempo}$$

$$I = E / A \times t$$

En el sistema SI, la unidad es Joule / m².s

Como potencia (P) es E / t, sus unidades son watts = Joule / segundo.

$$I = P / A \quad I = \text{watts} / \text{m}^2$$

Dado que la percepción psicofísica del sonido tiene una relación logarítmica con la intensidad del estímulo se ha creado una escala logarítmica de nivel de intensidad llamada escala decibélica (dB).

En la escala decibélica se compara las intensidades de dos sonidos mediante la relación $\log(I_2 / I_1)$. Su unidad es el bel (en homenaje al inventor del teléfono Alexander Graham Bell).

Ejemplo: cuando un sonido I₂ es 10 veces más intenso que otro I₁ resulta $I_2 / I_1 = 10$, significa que ambos sonidos difieren en 1 bel.

El oído lo percibe sólo una vez más intenso y no 10 veces más como ocurriría si la percepción creciera con la intensidad absoluta.

Como el bel es una unidad demasiado grande, se ha generalizado el uso del decibel: 1

bel = 10 dB. Resultando la ecuación para calcular el nivel decibélico de un sonido:

$$I \text{ (dB)} = 10 \log I / I_0$$

Donde I es el sonido cuya intensidad relativa se determina.

I₀ es la intensidad de referencia estándar de comparación: I₀ = 1.10⁻¹² W/m² ó 1.10⁻¹⁶ W/cm² (ésta última se utiliza como valor estándar por convención) considerada como la mínima intensidad audible para un oído normal.

Es posible relacionar la intensidad en dB de dos sonidos cualquiera; por ejemplo cuando se habla de un amplificador se determina cuantas veces amplifica el sonido original en dB. En esa situación I es el sonido que emite el aparato e I_0 es el sonido original (sin amplificar).

Pero en general cuando no se enuncia una relación particular, el valor decibélico de un sonido está referido al estándar.

El oído humano puede percibir intensidades que van desde -10 a 120 dB. Por encima de este último valor la sensación cambia a dolor.

VARIACION DE LA INTENSIDAD CON LA DISTANCIA

Es una experiencia cotidiana que a medida que nos alejamos de la fuente emisora el sonido pierde intensidad. Hemos dicho que desde la fuente el sonido se propaga en forma de una esfera concéntrica que crece constantemente. Es fácil comprender entonces que su energía se reparte en la superficie de la esfera, de modo que como la energía es constante y la esfera crece, cada vez es menor la energía por unidad de superficie.

La superficie de la esfera aumenta con el cuadrado de su radio: $S = 4\pi r^2$ y el radio de la esfera es la distancia a la fuente emisora, de aquí se deduce que la intensidad absoluta disminuye con el cuadrado de la distancia.

Utilizando este concepto resulta que, si un sonido tiene una intensidad I_1 a una distancia d_1 , a una d_2 la intensidad I_2 del mismo vendrá dada por la relación

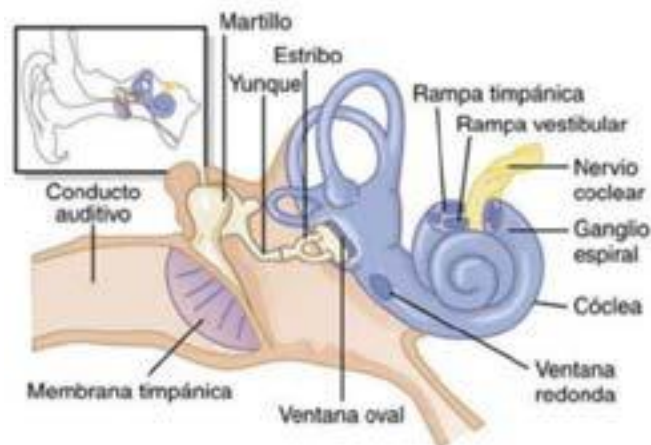
$$I_1 / I_2 = d_2^2 / d_1^2$$

MECANISMO DE LA AUDICIÓN

Para hablar de sonido debe haber:

- Un foco emisor que produzca las vibraciones.
- Un medio material elástico que las propague.
- Un detector, que en el caso de los seres humanos es el oído.

La audición es el proceso psicofisiológico que proporciona al ser humano la capacidad de percibir un sonido. Percepción es la forma en que el cerebro interpreta los estímulos sensoriales que recibe para formar una impresión consciente del entorno. Cuando las ondas mecánicas alcanzan el oído externo, penetran por el conducto auditivo y llegan al tímpano que vibra en sintonía con la onda. El tímpano transmite la vibración a varios huesecillos en cadena: martillo, yunque y estribo. Este último la transmite al líquido coclear a través de la ventana oval. Una vez que las ondas llegan a la cóclea (oído interno) se generan impulsos nerviosos como respuesta a las vibraciones.



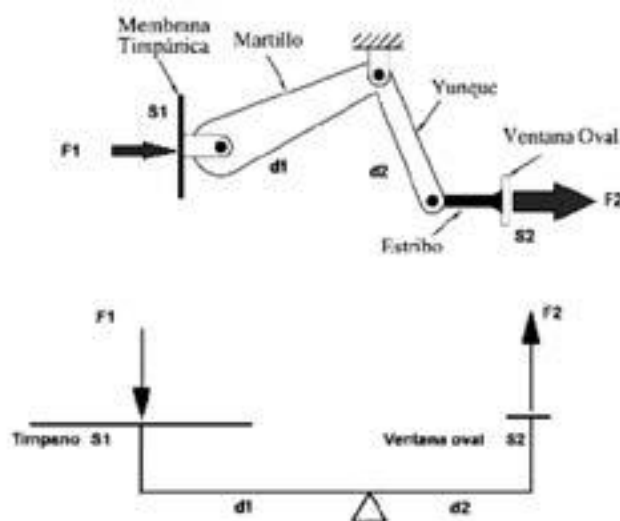
AMPLIFICACIÓN EN EL OÍDO EXTERNO Y MEDIO

El oído es un dispositivo sensible a la presión y aprecia específicamente fluctuaciones sistemáticas de la presión del aire. El conducto auditivo resuena ligeramente para las frecuencias comprendidas entre 3.000 y 4.000 Hz. Esto explica que la mayor sensibilidad del oído corresponda a frecuencias comprendidas en este intervalo.

Las fluctuaciones de presión en el tímpano son todavía muy pequeñas y es necesaria otra amplificación adicional.

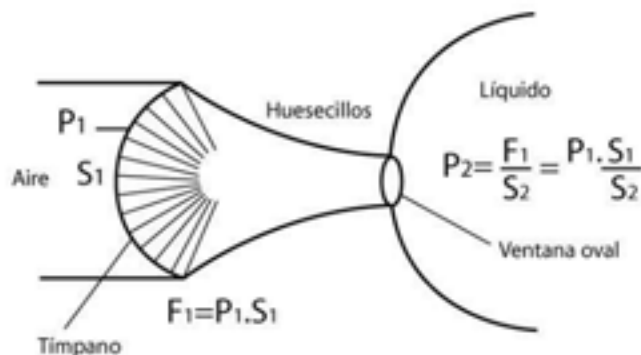
EFFECTO DE LA VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE Y SISTEMA DE PALANCAS

El oído medio funciona como un amplificador de presión gracias a la variación de las superficies de la membrana timpánica ($S_1 = 0,6 \text{ cm}^2$) y la ventana oval ($S_2 = 0,03 \text{ cm}^2$) y al efecto de palanca ejercido por la cadena de huesecillos (el eje de la cadena osicular pasa cerca de la articulación del martillo con el yunque, constituyendo en sistema de dos "brazos" en esta cadena que tienen longitudes distintas). La amplificación de la presión teórica alcanza a ser de 26 veces aproximadamente.



Recordemos que $\text{Presión} = \text{fuerza} / \text{superficie}$. En los gráficos, S_1 es la superficie de la membrana timpánica y S_2 es la

superficie de la ventana oval, entonces $S_1 > S_2$, y S_1/S_2 es igual aproximadamente a 20, por lo que resulta P_2 20 veces mayor que P_1 . El sistema de palanca osicular agrega además, por la diferente longitud de d_1 y d_2 , una amplificación de 1,3 veces.



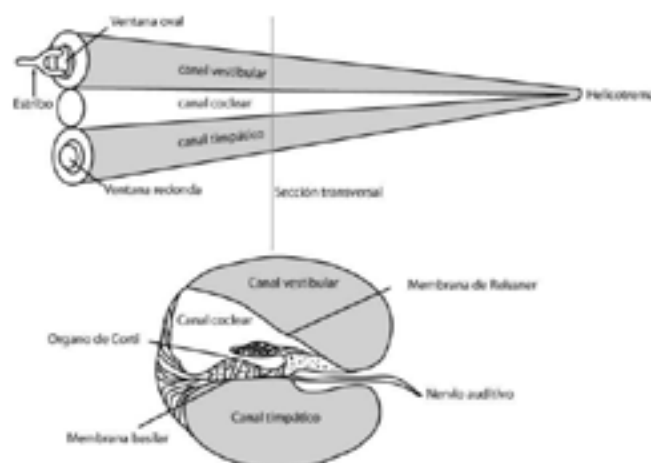
Estas aproximaciones deben utilizarse con precaución pues, por sus propiedades mecánicas, el comportamiento y la eficacia del oído medio, varían enormemente dependiendo de la frecuencia de la onda sonora. De este modo, la presión por detrás de la ventana oval puede ser entre 40 y 90 veces mayor que la presión en la membrana timpánica. Con la multiplicación doble producida por el conducto auditivo externo, los sonidos de frecuencia comprendida entre 3.000 y 4.000 Hz pueden ser amplificados hasta 180 veces.

ATENUACIÓN DEL SONIDO

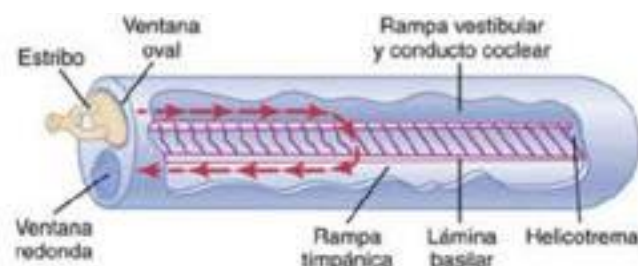
Quando se transmiten sonidos fuertes a través del sistema de huesecillos y desde él al sistema nervioso central, se desencadena un reflejo pasado un período de latencia que solo dura de 40 a 80 ms y que provoca la contracción del músculo del estribo y del músculo tensor del tímpano. Esto produce que el sistema de huesecillos adquiera mayor rigidez, lo que disminuye la conducción osicular. Este reflejo protege a la cóclea de vibraciones potencialmente lesivas.

OÍDO INTERNO

La cóclea es un sistema de tubos en espiral. Consta de 3 tubos enrollados uno junto a otro: los canales vestibular, coclear y timpánico (también reciben el nombre de conductos o rampas). En la siguiente figura observamos un esquema de la cóclea desplegada y su sección transversal.



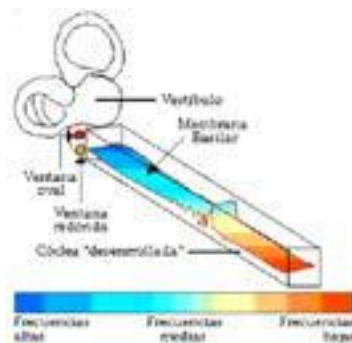
Quando el estribo se mueve, la onda de presión inicial en el aire se convierte en una onda de presión en el líquido coclear. Así, se produce en la membrana basilar una onda análoga a una ola. En la siguiente figura se esquematiza el movimiento de líquido en la cóclea después de un desplazamiento hacia delante del estribo.



La membrana de Reissner es tan delgada y se desplaza con tanta facilidad que no obstruye el paso de las vibraciones desde el canal vestibular al coclear. Por tanto, en lo que atañe a la conducción líquida del sonido, estas dos estructuras se consideran una sola cavidad.

DISTINCIÓN DE FRECUENCIAS

La lámina o membrana basilar está sometida a una tensión considerable cerca de la ventana oval, pero se torna cada vez más gruesa y menos tensa a medida que la distancia hacia dicho punto aumenta. La región particular de la membrana basilar que es estimulada depende de la frecuencia de la onda sonora inicial. Este es el fundamento de la distinción de frecuencias por el oído.



LA VIBRACIÓN SE TRANSFORMA EN POTENCIALES DE ACCIÓN

En la superficie de la membrana basilar se encuentra el órgano de Corti, que contiene a las células ciliadas que generan impulsos nerviosos como respuesta a las vibraciones. Así, la energía mecánica de la onda de presión se convierte en energía eléctrica que envía la información al sistema nervioso central a través de los nervios auditivos.

LOCALIZACIÓN DE LA FUENTE DEL SONIDO

Cuando una onda sonora llega a una persona, no le afecta ambos oídos del mismo modo. Si el sonido viene lateralmente, las ondas que llegan a sus dos oídos diferirán en:

- la sensación de sonoridad que producen
- fase, puesto que ambas ondas han recorrido distancias distintas y no llegarán exactamente en el mismo instante.

El cerebro interpreta estas diferencias de tal modo que puede localizar con precisión el foco sonoro. Cuando se produce sordera de un oído, se pierde casi por completo la facultad de localizar los sonidos.

Los dos mecanismos mencionados no son capaces de indicar si el sonido emana desde delante o desde detrás de la persona, o desde arriba o desde abajo. Esta distinción se consigue sobre todo gracias a las orejas de ambos oídos. La forma del pabellón auricular cambia la cualidad del sonido que entra en el oído, en función de la dirección de la que proceda el sonido. Actúa así al destacar ciertas frecuencias sonoras específicas que provengan de las diversas direcciones.

PROPIEDADES DE LA SENSACIÓN AUDITIVA

Aparte de sus propiedades físicas, un sonido está caracterizado por tres propiedades subjetivas: la sonoridad, el tono y el timbre. La psicofísica es el estudio de las respuestas de los órganos humanos de los sentidos a los estímulos físicos, e implica el juicio subjetivo del individuo. Por esta razón los resultados de la psicofísica carecen inevitablemente de la precisión tan característica de las ciencias exactas.

La Ley de Weber y Flechner relaciona la intensidad de un estímulo con la intensidad de la sensación que produce en nuestros sentidos, aunque como toda ley que se aplica a los

organismos vivos tiene una validez limitada. La ley establece para las percepciones subjetivas, que la sensación aumenta en forma lineal cuando la propiedad física aumenta en

forma exponencial. Esto significa que la sensación está relacionada logarítmicamente con el estímulo. Así, para que la sensación (S) se duplique ($S_2 = 2.S_1$), es necesario que el estímulo (E) crezca 100 veces ($E_2 = 10^2.E_1$).

Sonoridad:

Es la propiedad de la sensación auditiva que permite clasificar a los sonidos en más o menos fuertes o débiles. La sonoridad de un sonido está en relación con su intensidad, pero no depende sólo de ella, sino también de la frecuencia, por lo que se ha creado una escala de sonoridad cuya unidad es

el **fon**, equivalente subjetivo del decibel. Es posible definir la sonoridad de un sonido por el número de fones. Para ello se establece de forma arbitraria que el número de fones de un sonido puro, de una frecuencia de 1.000 Hz, es igual al número de decibeles.

Tono:

Es la propiedad de un sonido por la cual es considerado más grave o más agudo. El tono lo da una onda fundamental. Los sonidos agudos tienen alta frecuencia y los graves tienen baja frecuencia.

Aunque está determinado por la frecuencia fundamental, la escala de tonos no es una función simple de la misma. La frecuencia es un concepto riguroso perteneciente a la física, el tono es una sensación subjetiva y está relacionado logarítmicamente con la frecuencia.

En la figura siguiente se puede observar la representación de 2 ondas sonoras de distinta frecuencia:

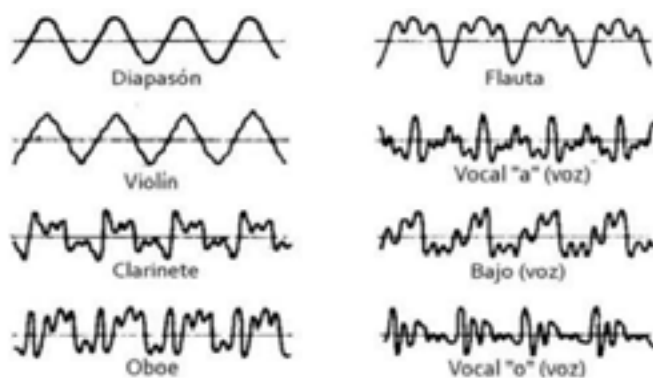


Timbre:

Es la propiedad de la sensación auditiva que permite distinguir entre dos sonidos de igual altura, pero provenientes de fuentes diferentes, como podrían ser, el Do de un violín y el de una flauta. Esta propiedad depende del número de intensidades relativas de los sobretonos que se suman a la onda fundamental.

La onda fundamental determina el tono del sonido pero ésta viene acompañada de sobretonos o armónicos, salvo en el caso de un diapasón que produce un sonido puro. Los armónicos son ondas cuyas frecuencias son múltiplos (doble, triple, etc.) de la fundamental, y la acompañan en diferente número y con diferentes intensidades relativas determinando el timbre. La suma de la onda fundamental con los sobretonos da lugar a una onda característica del instrumento.

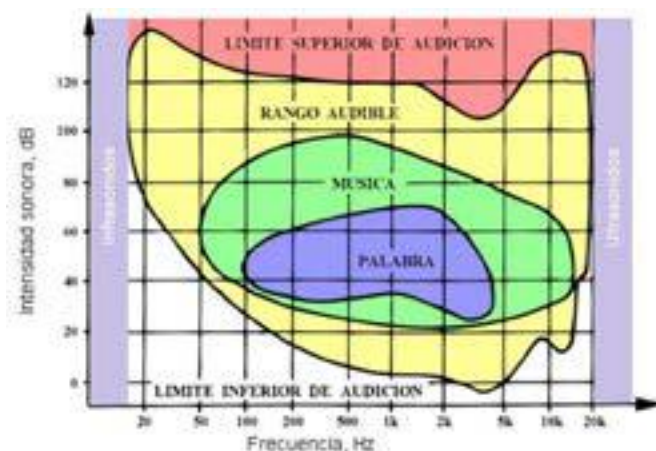
En la figura siguiente se puede observar el timbre del diapasón, el de algunos instrumentos musicales y la voz humana:



CAMPO DE LA SENSACIÓN AUDITIVA

El campo de la sensación auditiva está limitado por valores extremos de intensidad y de frecuencia. La mínima intensidad audible recibe el nombre de umbral absoluto de intensidad. Este umbral depende de la frecuencia: para 1.000 Hz (frecuencia que se toma como referencia), la mínima intensidad audible es de 10-16 watt/cm² que corresponde a 0 db.

El campo de frecuencias varía entre 20 y 20.000 Hz, pero el oído no es igualmente sensible en todo este intervalo. La figura que sigue muestra la correlación entre audibilidad y frecuencia para personas jóvenes sin problemas auditivos. En las ordenadas se representa el nivel de intensidad relativa en decibels y en las abscisas la frecuencia, esta última en escala logarítmica.



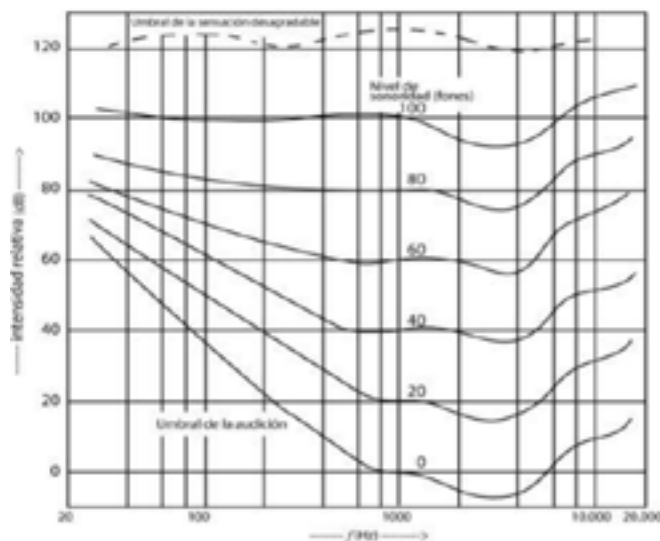
Se pide a las personas sometidas a prueba equiparar en sonoridad, a tonos puros de diferentes frecuencias y se dibujan curvas de igual sonoridad llamadas isofónicas. Así, por ejemplo, un sonido de 20 db a 1.000 Hz se escucha igual que uno de 40 db a 200 Hz. El número de fones de la isofónica coincide con el número de decibels que presenta la curva para 1000 Hz.

Se tienen dos líneas extremas, la curva umbral de audición que muestra las mínimas intensidades que debe tener un sonido a cada frecuencia para ser audible (isofónica cero), y la curva de la sensación dolorosa, a partir de la cual se daña el oído. Esta curva no depende mucho de la frecuencia y permanece bastante constante en 120 db (isofónica 120).

Como el oído humano no tiene la misma sensibilidad para los sonidos de distinta frecuencia, la mínima intensidad nece-

saria para que un sonido sea audible no es constante y depende de la frecuencia. Como explicamos antes, el oído humano es más sensible para frecuencias entre 3000 y 4000 Hz, así la isofónica 0, toma para estas frecuencias valores negativos de decibels.

Para sonidos más agudos la sensibilidad disminuye siendo necesario una mayor cantidad de decibels para iniciar la audición (por ej. a 50 kHz, 0 fon = 20 dB), pero la disminución de sensibilidad es más notable para los sonidos graves: a las mínimas frecuencias audibles (menores de 50 Hz) se necesitan 60 dB para comenzar a escuchar.



Umbral de audición: isofónica cero

Umbral del dolor: isofónica 120

ASPECTOS MEDICOS: AUDIOMETRIA. AUDIOGRAMA

La audiometría es el examen mediante el cual se estima el grado o extensión de la pérdida auditiva de un individuo. El objetivo es obtener los umbrales para sonidos puros de frecuencia variable de la vía aérea y ósea.

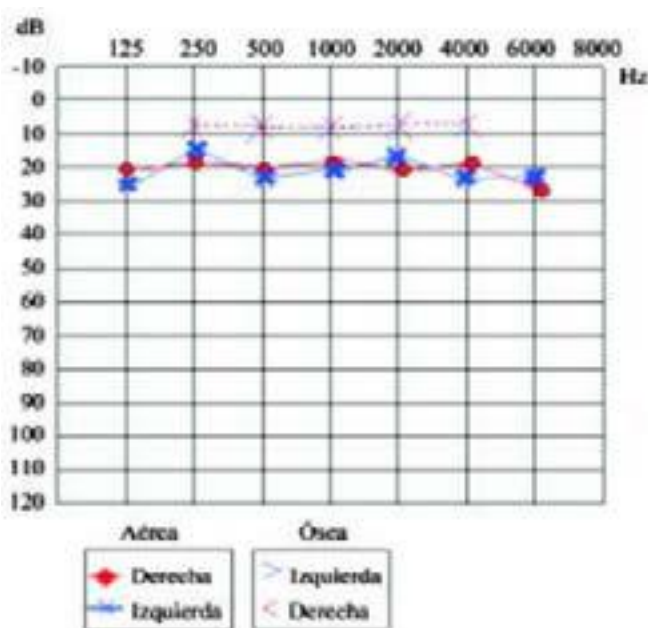
El examen consiste en presentar al paciente sonidos de diferentes intensidades y a diferentes frecuencias. La persona indica al especialista los sonidos que percibe, y de este modo se puede conocer el nivel más débil que puede percibir para cada frecuencia, (umbral auditivo). Se utiliza como estímulo un sonido puro.

Los valores de los umbrales obtenidos en la exploración se registran en un gráfico, llamado audiograma, que muestra el nivel del umbral de la audición de un individuo en función de la frecuencia (Hz) y la intensidad (dB). En el audiograma, el 0 está en la línea horizontal situada en la parte superior y a partir de ésta, las pérdidas auditivas en decibels vienen representadas en líneas paralelas hacia abajo. El eje de las ordenadas está dividido en decibels (de 10 en 10) indicando la pérdida de audición, empezando por el 0 y terminando en el 110. En el eje de las abscisas se encuentran las frecuencias que percibe el oído humano desde 125 hasta 8000 Hz habitualmente.

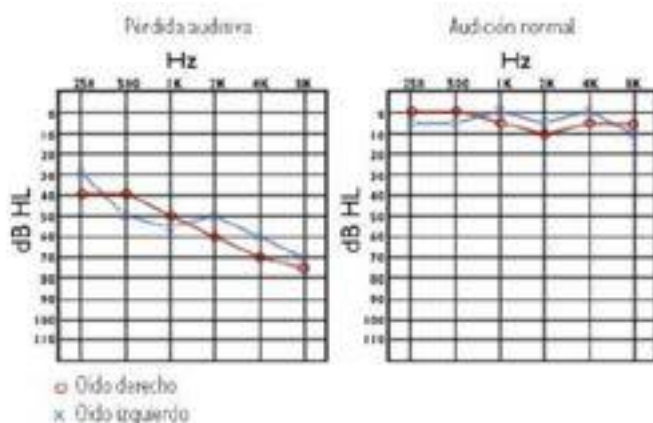
Existe una anotación universal en la que el color rojo se utiliza para marcar los resultados del oído derecho y el color

azul los del izquierdo. La unión de los diferentes puntos de umbral entre frecuencias se realiza con trazado continuo para la vía aérea y en trazo discontinuo para la vía ósea. También se hacen dos series de anotaciones siguiendo lo enunciado anteriormente: la audición por vía aérea (representados por cruces), es decir, la producida por sonidos que ingresan al oído por el conducto auditivo externo y atraviesan el oído medio, y la audición por vía ósea (señalados por círculos), es decir los sonidos que llegan al oído interno a través del hueso, fenómeno que se investiga apoyando la fuente sonora directamente sobre el hueso temporal.

La siguiente figura es un audiograma donde se hicieron las anotaciones correspondientes a las vías aéreas y óseas de oído derecho e izquierdo.



Uno de los siguientes audiogramas corresponde a una persona con audición normal por vía aérea para oídos derecho e izquierdo. El otro pertenece a un paciente con pérdida auditiva por vía aérea, para ambos oídos, siendo la pérdida máxima para la frecuencia de 8000 Hz, y le corresponde 70 dB para el oído izquierdo y 75 para el derecho.



ALGUNAS APLICACIONES MÉDICAS

Sólo a título informativo y con la finalidad de que conozcan algunas aplicaciones prácticas de las propiedades físicas de las ondas sonoras, les damos algunos ejemplos de métodos diagnósticos que utilizamos frecuentemente en nuestra práctica médica.

Auscultación

Es un procedimiento semiológico utilizado en la exploración física que consiste en escuchar de manera directa o por medio de instrumentos como el estetoscopio, diferentes áreas del cuerpo, para valorar los sonidos normales o patológicos producidos en los órganos.

Ultrasonido

Esta técnica de imagen está basada en la emisión y recepción de ondas de ultrasonido, y las imágenes se obtienen mediante el procesamiento electrónico de los haces ultrasónicos (ecos) reflejados por las diferentes interfases tisulares y estructuras corporales. Cuando la energía acústica interactúa con los tejidos corporales, las moléculas tisulares son estimuladas y la energía se transmite de una molécula a otra adyacente, moviéndose a través de los tejidos mediante ondas longitudinales y las moléculas del medio de transmisión oscilan en la misma dirección. Cuando una onda de US atraviesa un tejido se suceden una serie de hechos; entre ellos, la reflexión o rebote de los haces ultrasónicos hacia el transductor, que es llamada "eco". Las imágenes ecográficas están formadas por una matriz de elementos fotográficos.

Las imágenes en escala de grises están generadas por la visualización de los ecos, regresando al transductor como elementos fotográficos (píxeles). Su brillo dependerá de la intensidad del eco que es captado por el transductor en su viaje de retorno. Un transductor es un dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la dilatación, la humedad, etc., en otro tipo de señal, normalmente eléctrica. En el caso de los transductores de ultrasonido, la energía ultrasónica se genera en el transductor, que contiene cristales piezoeléctricos: éstos poseen la capacidad de transformar la energía eléctrica en sonido y viceversa, de tal manera que el transductor actúa tanto como emisor y receptor de ultrasonidos.

Ecografía doppler

Los sistemas de imagen con Doppler color muestran las estructuras en movimiento en una gama de color. Ofrecen información acerca del flujo del campo o área de interés, detectan y procesan la amplitud, fase y frecuencia de los ecos recibidos. El Doppler color indica mediante un código de color tanto la velocidad como la dirección del flujo. El principio básico de la ecografía Doppler radica en la observación de cómo la frecuencia de un haz ultrasónico se altera cuando en su paso se encuentra con un objeto en movimiento.

Litotricia

Esta técnica se realiza con un equipo que transmite ondas de choque (pulsos cortos de ondas sonoras de alta energía) dirigidos a un cálculo renal (piedra o lito) a través de la piel. El cálculo se rompe en múltiples fragmentos pequeños que serán eliminados por la orina.

Audiometría

En este examen se evalúa la función auditiva en términos de tono, equilibrio e intensidad del sonido. Se centra en el funcionamiento del oído interno. El oído humano puede percibir sonidos que oscilan entre los 20 y 20000Hz, y puede escuchar sonidos a partir de 20db. La audiometría tonal se realiza con un audiómetro, que es un aparato que reproduce sonidos en diferentes tonos e intensidades a través de unos auriculares que se colocarán al paciente, dentro de una cabina insonorizada. Se evalúan así, la vía aérea y la vía ósea. El último sonido percibido por el paciente determina el umbral auditivo, es decir, a qué intensidad puede escuchar a cierta frecuencia.

OTROS ASPECTOS DE LA AUDICIÓN

GAMA DE FRECUENCIAS QUE ESCUCHAN LOS ANIMALES

Muchos animales oyen una gama de frecuencias más amplia de la que son capaces de oír los seres humanos. Por ejemplo, los silbatos para perros vibran a una frecuencia alta, que los seres humanos no son capaces de detectar.

Además ciertas evidencias sugieren que los delfines y las ballenas se comunican con frecuencias fuera del alcance del oído humano (ultrasonidos).

POLUCIÓN POR RUIDOS:

Ruido es cualquier sonido indeseable y una de las características perturbadoras de nuestra moderna civilización urbana. El efecto más evidente del ruido es la irritación y la molestia que produce.

Un efecto del ruido de fondo urbano es que los habitantes de una ciudad se sienten de ordinario bastante incómodos cuando se le transporta a un ambiente tranquilo. Hay una amplia evidencia experimental de que el ruido industrial produce un permanente deterioro de la audición como resultado de la exposición a un ruido excesivo.

Se sabe también que dos formas de entretenimiento perjudican la audición. La primera es disparar rifles y escopetas y la segunda es escuchar música pop a niveles de intensidad muy elevados. Así, por ejemplo, niveles de más de 110 db son muy frecuentes en algunos conciertos. Los principales afectados son los propios músicos porque son los que están más

cerca de los altavoces y porque su tiempo de exposición es mucho mayor que el de una persona que va a oírlos. También cuando se han registrado los niveles sonoros en distintos sectores de discotecas, se obtuvieron, en algunos casos los siguientes datos: en el centro de la pista de baile: 105 a 117 decibeles, cerca de la barra 102 a 104 db y en la cabina del discjockey 96 a 102 db. Por otro lado al efectuar audiometrías a concurrentes a tales sitios "a posteriori" de varias horas de

exposición a la música y en más de 90 por ciento de los examinados fueron halladas caídas, en algunos casos, leves y en otros moderados, de la frecuencia 6000 c/s.

También cabe mencionar el efecto del ruido de los aviones. Los modernos jets, incluso con todo el equipo de supresión de ruido, son muy estrepitosos, produciendo unos 110 db a una distancia de 500 m en toda una amplia banda de frecuencias. Estas bandas de frecuencias comprende el ruido de alta frecuencia que es particularmente perjudicial.

CONDUCTAS DE PROMOCIÓN Y PREVENCIÓN DE LA SALUD AUDITIVA

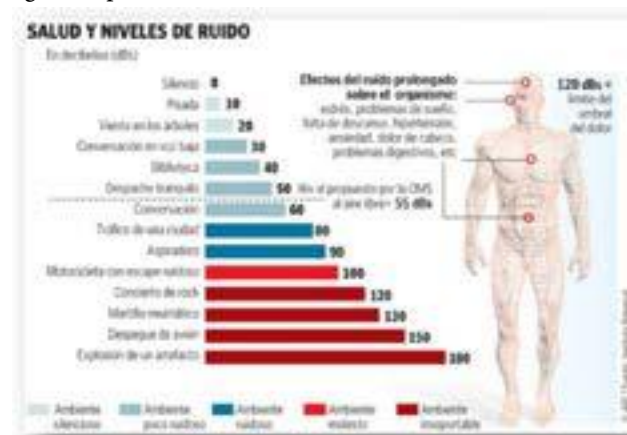
Epidemiología

Según Molano (2013), la salud auditiva y comunicativa se define como la capacidad efectiva del ser humano para oír, ligada a la función de comunicarse a través del lenguaje. Dicha capacidad depende de las estructuras y fisiología del órgano de la audición, del grado de maduración y del ambiente socio-cultural en el que se desenvuelvan los sujetos. Oír y comunicarse constituyen una integridad biopsicosocial que no puede fragmentarse.

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS), reconoce las alteraciones del oído, audición y comunicación como comorbilidades intermedias. La exposición a ruido no ocupacional y a la música con alto nivel de intensidad sonora, constituyen un importante problema de salud pública, en los púberes y los adolescentes; influyendo directamente en el desarrollo cognitivo, emocional, psicosocial y del lenguaje como en la adquisición de la primera lengua (Echevarría & Arencibia, 2020).

Por consiguiente, se puede inferir que la exposición a altos volúmenes en auriculares, así como la contaminación acústica por ruido y reproducción musical con decibeles altos son consideradas las principales causas. (Hinalaf et al., 2017).

Asimismo, la OMS identifica los efectos del ruido sobre el sueño a partir de 30 dB(A); interferencias en la comunicación oral por encima de los 35 dB(A); perturbaciones en el individuo a partir de los 50 dB(A); efectos cardiovasculares por exposición a niveles de ruido de 65-70 dB(A). Una reducción de la actitud cooperativa y un aumento en el comportamiento agresivo por encima de 80dB(A) (Martínez et al., 2012).



Nota: Tomado de FranMass Ingeniería Acústica (2011).

Prevalencia de la pérdida auditiva

En el caso de los reproductores de música (celulares, MP3, etc.), la descarga de decibeles llega a los 130 dB, contra el tope de los 50 dB recomendados. Una hora de exposición a sonidos a alta intensidad (105 decibeles o más) al día, degenera progresivamente las células del oído por lo que se recomiendan no exponerse más de 60 minutos al día a cualquier fuente de sonido, sea teléfono o audífono, escuchar aparatos reproductores de sonido con una intensidad no mayor de 60% de su capacidad de salida y evitar los audífonos que se introducen en el oído. Son mejores los que recubren la oreja con una almohadilla, ya que aíslan el ruido externo y disminuyen la necesidad de aumentar el volumen para escuchar la música (Hernández et al., 2017).

Transformación positiva de entornos para la salud auditiva

Medidas educativas y pedagógicas dirigidas a la concientización para el auto-cuidado, educar e informar a la comunidad sobre las acciones pertinentes.

Asumir prácticas de conservación auditiva evitando la emisión y exposición a ruido, y hacer uso de los elementos de protección personal.

Bibliografía

- Física para las Ciencias de la vida. A.H.Cromer - 2da Ed. - Ed. Reverté. 1984.
- Biofísica. A. Frumento - 2da Ed. - Ed Intermédica. 1985.
- Física para las Ciencias de la vida y de la Salud. Mac Donald, Burns. Fondo Educativo Interamericano. S. A. 1992.
- Física Universitaria con física Moderna. Sears y Zemansky - Young y Freedman. Ed.: Pearson. 2018.
- Guyton y Hall: Tratado de Fisiología Médica. J.E.Hall - 13ra Ed. - Ed. Elsevier. 2016.
- Echevarría-Cruz, Ángel; Arencibia-Álvarez, Mónica de la Caridad (2020). El ruido como factor causante de hipoacusia en jóvenes y adolescentes Universidad Médica Pinareña, vol. 16, núm. 2, 2020 Facultad de Ciencias Médicas de Pinar del Río Dr. Ernesto Ché Guevara de la Serna, Cuba. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638266622014>
- Franmass, (2011). Salud y niveles de ruido. <http://www.franmass.com/2011/08/>
- Gómez M, Jaramillo JJ, Luna Y, Martínez A, Velásquez MA, Vásquez EM. Ruido industrial: efectos en la salud de los trabajadores expuestos. Rev CES Salud Pública 2012; 3(2): 174-183. https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/2146/1525
- Hernández Martínez CT, Robles Bermeo N L, Medina Solís Carlo E, Jiménez Gayosso SI, Centeno Pedraza C. Manejo odontológico del paciente con hipoacusia neurossensorial profunda bilateral. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2017 [citado 2019 Sep 15]; 54(3). Disponible en: http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072017000300009&lng=es
- Hinalaf et al., (2017). Conductas de riesgo auditivo y acción del mecanismo de protección coclear en adolescentes. Repositorio Digital Universitario (RDU-UNC). Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/20408>
- Molano, N. (2013). Manual de buenas prácticas en salud auditiva y comunicativa. Ministerio de Salud y protección social.
- <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/manualbuenas-practicas-salud-auditiva-comunicativa.pdf>

LABORATORIOS Y SEMINARIOS DISCIPLINARES

BIOFÍSICA

BIOFÍSICA DE LA VISIÓN: EL OJO COMO SISTEMA ÓPTICO

Docentes responsables: Stella Maris Bertoluzzo; Ma. Josefina Poggi; Omar Aragón; Martín Pérez.

Material Revisado por la Profesora Titular Dra. Alejandra Luquita.

Introducción

El sistema visual NO es como una cámara fotográfica que acepta sin discriminar todo lo que llega al ojo. La VISIÓN como fenómeno biológico comprende como primer proceso involucrado en la misma la Refracción de la luz en los medios ópticos del ojo (elementos transparentes= lentes) para formar la imagen sobre la retina. La retina recibe la imagen y desde aquí se continúa con el sistema nervioso. A partir de esto, el sentido de la visión permite conocer el mundo exterior: sus características, colores, tamaños, formas, movimientos, etc.

El ojo tiene la capacidad de modificar su funcionamiento según las circunstancias: al variar la distancia de los objetos, al disminuir la iluminación, cuando enfocamos un objeto se lo ve claro y preciso y el resto quedan fuera de foco, etc. Todas estas cuestiones pueden ser entendidas a partir de la Óptica física y geométrica.

Objetivos

- Conocer los tipos de lentes y sus componentes.
- Describir al ojo como sistema óptico.
- Definir poder de acomodación y su variación con la edad.

Contenidos

Lentes. Elementos de una lente. Imágenes reales y virtuales. Potencia de una lente.

El ojo como sistema óptico. Visión de objetos cercanos y lejanos.

Cristalino: Mecanismo de acomodación y su modificación con la edad.

Punto próximo y punto remoto.

Los alumnos **DEBEN** concurrir al seminario propuesto con la lectura previa del Material Académico actualizado aportado por la Cátedra de Física Biológica. Una vez finalizado el Seminario Disciplinar, los alumnos podrán realizar en sus hogares la guía de AUTOEVALUACIÓN. La Cátedra estará a disposición para cualquier consulta en días y horarios que serán publicados oportunamente.

Desarrollo

1.- ¿Qué se entiende por lente? ¿Cuáles son los parámetros que la caracterizan? ¿Qué tipos de lentes conoce?

2.- a) ¿Qué estructura del ojo es la lente de mayor potencia y cuál es la que produce variación en la potencia ocular? ¿Por qué?

b) ¿Sobre qué estructura del ojo se obtiene la imagen nítida de un objeto? ¿Por qué?

c) La imagen formada ¿es derecha o invertida? ¿Nosotros "vemos" los objetos derechos o invertidos? ¿Por qué?

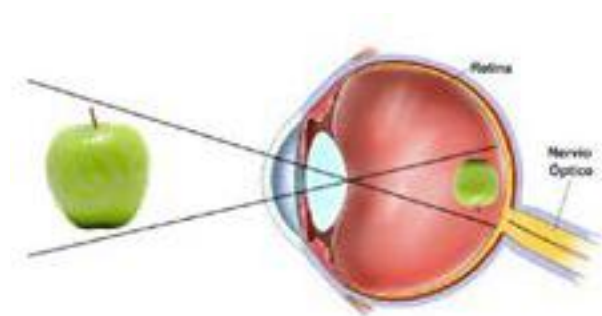
3.- La distancia cristalino-retina es aproximadamente 2.5 cm. Determine el valor de la potencia del sistema óptico en una persona emétrope:

a) si la persona está mirando objetos que se encuentran a 25 cm.

b) si la persona está mirando objetos que se encuentran a más de 6m.

Defina poder de acomodación y calcule el mismo para el sistema óptico de esta persona.

4.- Analice en el siguiente esquema la trayectoria de los rayos y la formación de imágenes en el ojo emétrope.



5. ¿A qué nos referimos cuando decimos ojo en reposo o relajado? ¿A qué distancia debería estar el objeto para que se cumpla esta condición?

6. ¿Qué se entiende por punto próximo y punto remoto? Con el paso de la edad, ¿cuál de ellos se modifica? ¿Por qué? ¿Cómo se denomina esta pérdida normal de la visión?

7. ¿Nosotros vemos los objetos derechos o invertidos? ¿Por qué?

AUTOEVALUACIÓN.

1.- ¿Qué significa el fenómeno de refracción? ¿Qué información brinda el índice de refracción?

2.- ¿Qué es una lente? ¿Cuáles son los componentes de una lente?

3.- ¿Cuál es la relación entre distancia focal y potencia de una lente? ¿En qué unidades se mide?

4.- ¿Por qué la córnea es la principal lente del ojo?

5.- ¿Cuál es la importancia del cristalino?

6.- ¿A qué llama punto remoto y punto próximo?

7.- Defina poder de acomodación. ¿A qué se debe la disminución del poder de acomodación con la edad?

8.- Se denomina presbicia a:

a) La ceguera causada por lesión de la vía óptica.

b) La dificultad para ver objetos cercanos, independientemente de la edad.

c) La pérdida de la visión relacionada al envejecimiento, a la pérdida de elasticidad del cristalino y a la dificultad para ver objetos cercanos con nitidez.

d) La dificultad para ver con nitidez debida a irregularidades de la córnea.

9.- Respecto al ojo emétrope, señale lo correcto:

a) Es aquel en el cual la imagen se forma por detrás de la retina.

b) Es aquel en el cual la imagen se forma por delante de la retina.

c) Es aquel en el cual la imagen se forma derecha y sobre la retina.

d) Es un sinónimo de presbicia.

e) Es aquel sin alteraciones en la refracción, donde el foco y por lo tanto el plano focal, coinciden con la **retina**.

BIOFÍSICA

Biofísica de los Sentidos: Audición

Autores: Julia Baravalle, Stella Maris Bertoluzzo, Alicia Dominighini, Mariana Ferrero, Florencia Parente, Leda Urli, Rubén Acosta, Omar Aragón, Josué Atehortua Zuleta, Daniel Dávoli, Luis Cinara. Lic. Stella Maris Bertoluzzo- Bqca. Dominighini Alicia JTP. Material revisado por la profesora titular Dra. Alejandra Luquita. Cátedra de Biofísica.

Introducción

Físicamente el sonido es la propagación de una onda de energía mecánica a través de un medio elástico que es capaz de excitar las estructuras auditivas. Cada molécula ejecuta, al ser alcanzada por la perturbación, un movimiento oscilatorio armónico alrededor de su punto de equilibrio en reposo. El movimiento oscilatorio de cada molécula de aire no es acompañado por el desplazamiento de la misma, ya que lo que viaja es la perturbación que pasa de molécula a molécula. El movimiento oscilatorio es, por otra parte, longitudinal con respecto al avance de la onda. Sin las ondas conoceríamos muy poco de nuestro mundo, ya que el sonido y la luz son distintos tipos de ondas.

Objetivos

- Comprender las propiedades del sonido y de la sensación auditiva
- Analizar el campo de la sensación auditiva y el audiograma.

Desarrollo

1.- Nombre y defina los parámetros que caracterizan una onda y sus correspondientes unidades.

2.- Físicamente, las denominadas ondas sonoras ¿son ondas mecánicas transversales o longitudinales? (justifique su respuesta).

3.- Analice y justifique si en el vacío, se puede propagar una onda mecánica, en particular una onda sonora.

4.- ¿Cómo se denomina la cantidad de energía transportada por la onda por unidad de tiempo a través de una unidad de área?

5.- Teniendo en cuenta el inciso anterior, intensidad de un sonido se puede expresar en Watt/m²

, sin embargo, resulta más conveniente utilizar la unidad de intensidad relativa o decibel, ¿por qué? Fundamente su respuesta.

6.-Determine la intensidad relativa de un sonido de

a) 10-16 W/cm²

de intensidad absoluta

b) 10-10 W/cm²

de intensidad absoluta.

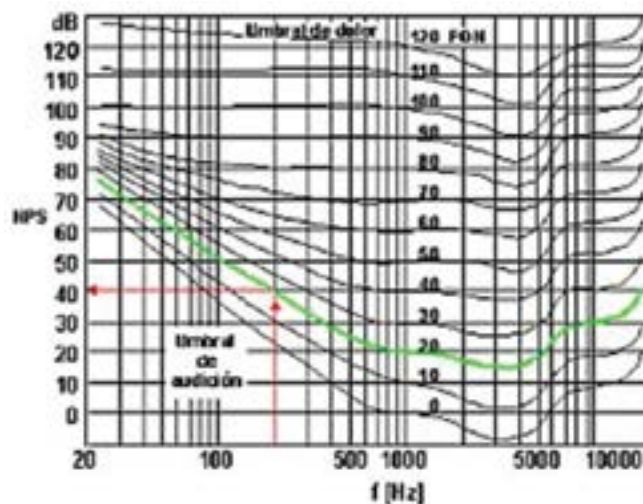
c) Compare la intensidad absoluta y la intensidad relativas de ambos sonidos.

d) Indique cuántas veces es más intenso un sonido que el

otro.

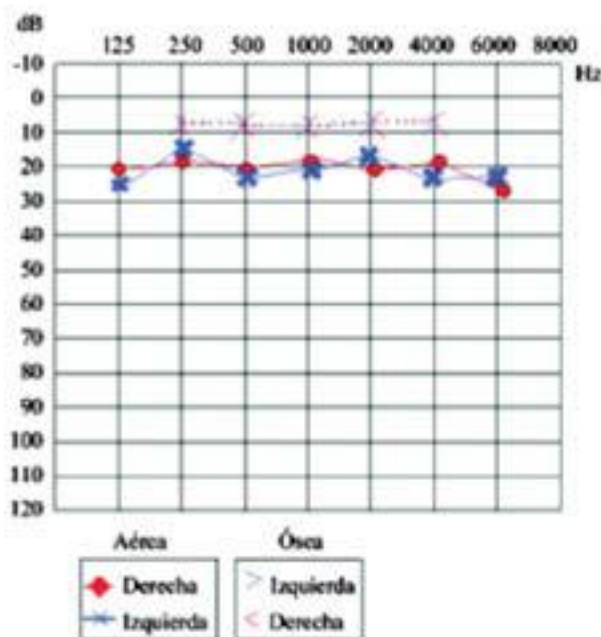
7.- Defina tono y el timbre de un sonido e indique de qué variables dependen.

8.- El oído humano no puede detectar cualquier tipo de ondas mecánicas, sólo aquellas que se encuentran en cierto rango de frecuencia. El campo de la sensación auditiva es el siguiente:



- a) ¿Qué son las curvas isofónicas? Defina el campo de la sensación auditiva. ¿A qué isofónica se la llama umbral doloroso?
- b) Con ayuda del gráfico, determine a qué intensidad mínima relativa se percibe un sonido de 10.000 Hz. Compare el resultado con el que corresponde a un sonido de 100 Hz en la curva umbral.
- c) ¿A qué sonidos resulta más sensible el oído humano?
- d) Con ayuda del gráfico, determine un sonido que tenga igual sonoridad que uno de 1000 Hz de frecuencia y 40 dB de intensidad relativa.

- 9- a) ¿Explique a qué se le llama audiometría y audiograma?
- b) Explique cómo se construyó el siguiente audiograma y qué significa cada curva.



- 10- ¿Cómo podría conceptualizar los términos infrasonidos y ultrasonidos? ¿Tienen estos alguna aplicación en la práctica médica?

GUÍA DE ESTUDIO

FISIOLOGÍA HUMANA

Procesos sensoriales – Visión y Audición

Bernasconi, María Virginia. Profesora Adjunta.

Contenidos

Conceptos generales relacionados a Adquisición y Transmisión de la Información: Órgano receptor. Mecanismo de transducción. Clasificación de receptores según el origen de la información que reciben, según su morfología, según el tipo de energía para la cual son más sensibles y según su respuesta a estímulos prolongados. Estímulo adecuado. Potencial del receptor. Potencial Generador. Adaptación del receptor. Adaptación central de la sensación. Características del estímulo (Modalidad sensorial, Intensidad, Localización, Número de estímulos aplicados) y su Codificación. Campo receptivo. Dermatoma. Regla de los dermatomas. Concepto de metámera medular. Concepto de Inhibición lateral y de inhibición aferente. Umbral de discriminación de dos puntos y error de localización.

Modalidades Sensoriales Somáticas (MSS): Clasificación según sus canales de circulación en el SNC (sistema columna dorso-leminisco medio o cordón anterolateral). Propiocepción (mecanorecepción cutánea, articular y muscular).

MSS cutáneas o superficiales: tacto-presión, temperatura y dolor. Submodalidades del tacto-presión (Tacto-Presión discriminativo, Tacto-presión no discriminativo, vibración y cosquilleo). Submodalidades de la Temperatura (calor y frío). Submodalidades o tipos de dolor (rápido y lento).

MSS profundas: estatoestesia, cinestesia

MSS viscerales: Presión-distensión y dolor visceral

Propiedades anatómicas y funcionales generales de los dos grandes grupos de MSS (del sistema leminisco medial y del sistema anterolateral): Receptores. Fibras aferentes. Velocidad de conducción. Vías. Relevos sinápticos. Representación somatotópica. Tamaño de los campos periféricos. Grado de Convergencia, de divergencia, de circuitos reverberantes, de inhibición lateral.

Corteza cerebral Somatosensorial: Áreas somatosensoriales I y II, Distribución somatotópica. Representación de los campos receptivos de cada modalidad sensorial. Concepto de plasticidad. Función de la experiencia y/o uso del área representada. Fisiología del dolor: Tipos de dolor y características anatomofisiológicas. Concepto de Hiperalgnesia primaria y secundaria. Concepto de Dolor referido. Control de la percepción del dolor. Rol de endorfinas. Concepción del asta dorsal como compuerta. Rol de la estimulación nerviosa transcutánea y de la estimulación medular.

Visión:

Formación de imágenes en la retina: Concepto de punto cercano y punto lejano. Mecanismo de acomodación. Respuesta cercana a la luz. Función de los movimientos oculares

Proceso de recepción: Tipos de receptores. Diferencias funcionales. Distribución. Tipos de neuronas retinianas. Diferencias funcionales. Tipos de potenciales eléctricos en la retina. Compuestos fotosensibles. Su función. Sensibilidad y umbrales. Visión diurna y nocturna. Adaptación a la luz y a la oscuridad. Visión de los colores. Función del epitelio pigmentario. Concepto de electro-retinograma.

Proceso de conducción de la información hasta la corteza: Vía óptica. Relevos. Corteza: Áreas involucradas y su papel funcional. Concepto de visión binocular
ESTUDIO DE LA FUNCIÓN VISUAL: Campo visual. Agudeza visual.

Desarrollo visual y pérdida de las capacidades visuales: Principales etapas del desarrollo. Cambios de la fisiología visual relacionados a la edad

Promoción de la salud visual

Audición: Conducción del sonido desde el medio ambiente hasta la cóclea: Función del pabellón auricular, del oído externo, de la membrana del tímpano (concepto de resonador y de amortiguación), de la cadena de huesecillos, de los músculos del oído medio. Tipos de conducción (aérea oscilar y ósea). Importancia de cada una. Función del oído medio. Reflejos autonómicos relacionados

Proceso de recepción: Receptores: Ubicación. Estímulo adecuado. Mecanismo de transducción. Potencial del receptor. Onda viajera Concepto. Función. Origen y composición de la perilinfa. Origen y composición de la endolinfa. Valor de su potencial eléctrico (con relación a la perilinfa). Su importancia en el mecanismo de transducción. Funciones de las células ciliadas externas. Su innervación. Codificación de las características del estímulo: Intensidad, frecuencia, localización de la fuente sonora.

Proceso de conducción de la información: Vía óptica. Relevos. Corteza: Áreas involucradas y su papel funcional.

Estudio de la función auditiva: Audiograma

Promoción de la salud auditiva.

Objetivos

De enseñanza:

- *Guiar al estudiante en la comprensión y aplicación de los contenidos relacionados a la fisiología de los procesos sensoriales*

De aprendizaje: Conocer:

- *El concepto de modalidad sensorial y sus posibles clasificaciones aplicando los conocimientos de anatomía estudiados*

- Las posibles clasificaciones de receptores sensoriales como base para conceptualizar los diferentes tipos de información traducidos y su manera de ser comunicados al Sistema Nervioso Central (SNC).
- Las diferencias anatómicas y fisiológicas generales de las modalidades con altas capacidades de discriminación y las modalidades con bajas capacidades de discriminación para comprender la evolución ontogénica y filogénica y las bases de los tratamientos de estimulación temprana del niño.
- Los diferentes caminos centrales recorridos por los distintos tipos de modalidades sensoriales a través del SNC y periférico (SNP) para poder ser utilizados luego en el análisis de niveles de lesión
- La variación en los valores de la capacidad de localización y/o discriminación de los estímulos aplicados en diferentes regiones cutáneas para poder conceptualizar los mecanismos anatómicos y fisiológicos del procesamiento central de la información.
- Los diferentes caminos o vías que la información sensorial propioceptiva puede tomar a nivel del SNC
- Los mecanismos fisiológicos de control de la percepción de dolor para poder interpretar los mecanismos de acción de los fármacos y otros procedimientos analgésicos
- El concepto de dolor referido para poder comprender las bases de la ubicación de lesiones viscerales.
- Las funciones de las diferentes estructuras del globo ocular y del oído para comprender los déficit visuales y/o auditivos que pueden ocurrir si se lesionan
- Los componentes de las vías visual y auditiva, para comprender los déficit visuales y/o auditivos según la localización de la lesión
- Los estudios fisiológicos básicos del sistema visual y auditivo, para poder utilizarlos como base del diagnóstico en déficit visuales y/o auditivos
- La utilización de estos conceptos para la promoción de la salud auditiva y visual

Bibliografía

- FISILOGÍA MÉDICA. William F. Ganong. Editorial Manual Moderno. Edición 20º: Capítulos 1, 18, 19 y 22. Editorial Mc Graw Hill. Edición 23º: 1, 2, 18, 20, 21 y 25.
- TRATADO DE FISILOGÍA MÉDICA. Guyton & Hall Editorial Mc Graw Hill. 20º Edición o superior. Capítulos 2, 3, 75, 76, 78.
- FISILOGÍA HUMANA de Houssay. Editorial El Ateneo. 7º Edición. Capítulos 46, 48, 50 y 58.
- Best & Taylor. BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA. Dvorkin-Cardinali. Editorial Panamericana. 13º Edición: Capítulos 35, 36, 39 y 41. 14º Edición: 38, 39, 42 y 44.

Desarrollo

- La neurofisiología ha descifrado gran parte del funcionamiento neuronal y ha contribuido al trazado de los circuitos nerviosos. Se han estudiado en la UABP N° 6 las bases electrofisiológicas de la función nerviosa. Estudiaremos aquí los procesos de adquisición e integración central de la información. La información que llega al sistema nervioso es de origen múltiple:
¿Qué entiende por modalidad sensorial?
¿Cómo clasifica las modalidades sensoriales según el origen de la información que procesan?
¿Cómo las clasifica según sean o no concientes?
¿Qué entiende por sensibilidad somática?
¿Qué modalidades sensoriales integran la sensibilidad somática?
- Los órganos encargados de recibir la información se denominan receptores sensoriales y responden a estímulos específicos.
¿Qué entiende por estímulo adecuado para un receptor?
¿Qué relación tiene con el concepto de especificidad del receptor o sensibilidad diferencial?
¿Cómo clasificaría a los receptores según su morfología?
¿Cómo los clasificaría según su estímulo adecuado?
¿Cómo los clasificaría según su respuesta a estímulos prolongados o continuos?
- El receptor es un órgano de transducción. Traduce distintos tipos de energía a energía eléctrica. Esta es la forma a través de la cual el sistema nervioso conduce la información. El potencial que se desarrolla en el receptor se denomina Potencial del Receptor (PR) y puede ser despolarizante o hiperpolarizante.
¿Qué características tiene desde el punto de vista eléctrico?
¿Cuándo decimos que es un potencial generador (de potenciales de acción)?
¿Qué relación existe entre la intensidad del estímulo y la amplitud del PR?
¿Qué relación existe entre la amplitud del PR y la frecuencia de potenciales de acción (PA) en el axón correspondiente?
¿Qué entiende por adaptación del receptor?
Busque ejemplos de receptor de adaptación rápida, de adaptación lenta y de adaptación lenta con componente rápido.
Grafique un PR en un receptor de adaptación rápida.
Grafique un PR en un receptor de adaptación lenta.
Grafique un PR en un receptor de adaptación lenta con componente rápido.
- La información traducida por el receptor se conduce al sistema nervioso central a través de las prolongaciones periféricas (axones o fibras) de la primera neurona de las vías de la sensibilidad somática, cuyo soma se encuentra en el ganglio raquídeo.
¿Qué clasificación de fibras sensitivas conoce?
¿Qué clasificación de fibras generales conoce?
- La información que llega al sistema nervioso central es procesada a través de diversos circuitos neuronales. Algunos fenómenos en grupos de neuronas ya han sido vistos:
¿Qué relación encuentra entre estímulo subumbral o subliminal y facilitación?
¿Qué relación entre estímulo supraumbral y excitación?
¿Qué entiende por zona de descarga?
¿Qué entiende por zona facilitada?
Recuerde los conceptos de convergencia y divergencia.
Recuerde los conceptos de posdescarga, reverberación y fatiga.
- El tacto y la sensibilidad artrocinética (sistema lemniscal) constituyen sistemas de información de tipo analítico y cuantitativo que permiten tomar conciencia de la imagen del propio cuerpo. Las sensibilidades térmica y dolorosa (sistema extralemniscal) constituyen sistemas de tipo cualitativo que determinan autoprotección. Relacionado a estas funciones diferentes tienen características estructurales y fisiológicas bien definidas:
¿Cuáles son sus diferencias anatómicas con respecto a receptores, fibras periféricas, núcleos de relevo y proyección cortical?
¿Cuáles son sus diferencias electrofisiológicas? (velocidad de conducción; tipo de interacciones neuronales que predominan; rigor topográfico; fidelidad en la transmisión de la información; presencia de posdescargas, convergencia, divergencia o inhibición lateral).
- La sensación o modalidad de tacto es percibida a través de ambos sistemas (lemniscal y extralemniscal) y generalmente se distinguen submodalidades como tacto propiamente dicho, presión, vibración, cosquilleo y prurito.
¿Cuáles son las sensaciones táctiles o modalidades táctiles y a qué sistema pertenece cada una?
Lea en cada una: cuáles son sus receptores, dónde están ubicados, fibras periféricas que conducen la información y velocidad de conducción, núcleos de relevo, áreas corticales involucradas.
- La sensación postural o sensación de posición del cuerpo es dependiente de varias modalidades sensoriales: propiocepción estática o sentido de posición propiamente dicho y propiocepción dinámica o sentido de movimiento o cinestesia.
Lea en cada una: a qué sistema pertenece, cuáles son sus receptores y dónde están ubicados, fibras periféricas que conducen la información y velocidad de conducción, núcleos de relevo, áreas corticales involucradas.
- Las áreas 5 y 7 de Brodmann son consideradas áreas de asociación de la sensibilidad somática
¿Dónde se ubican?
¿Qué aferencias reciben?
¿Qué función cumplen?

- La sensación térmica también tiene submodalidades: frío y calor.

Lea en cada una: a qué sistema pertenece, cuáles son sus receptores y dónde están ubicados, fibras periféricas que conducen la información y velocidad de conducción, núcleos de relevo, áreas corticales involucradas.

- Por su relevancia sectorial es importante conocer cómo está organizada la sensibilidad de cabeza y cuello.

¿Cuáles son los caminos de la sensibilidad cutánea de cabeza y cuello?

Diferencie los del sistema lemniscal y los del sistema extralemniscal.

- Es de interés clínico conocer que las vías que conducen información periférica están sistematizadas en el sistema nervioso central. Lea:

¿Cómo están ubicadas en el cordón posterior las fibras de las diferentes regiones corporales?

¿Cómo están ubicadas en el cordón anterolateral?

¿Cómo se ubican según la modalidad sensorial?

¿Cómo es la distribución topográfica en los núcleos bulbares?

¿Cómo es en los núcleos de relevo sensitivo del tálamo?

¿Cómo está organizada SI en relación a representación de zonas periféricas (representación espacial) y a representación de modalidad sensorial?

¿Cómo está organizada S II en relación a representación espacial?

- Recuerde las capas de la corteza cerebral:
¿A cuál de ellas ingresan las señales sensitivas?
¿Qué característica funcional posee cada columna de neuronas que atraviesa las 6 capas corticales?

- El dolor desempeña un rol fundamental en la protección del organismo y es difícil establecer si es una sensación fisiológica.

¿Cuáles son las submodalidades de dolor?

¿En cuál de ellas hay mayor capacidad para localizar el sitio de dolor?

- El dolor rápido, agudo o punzante:
¿A qué sistema pertenece? ¿Cuáles son sus receptores y dónde están ubicados? ¿Qué fibras periféricas lo conducen?

- El dolor lento, crónico o sordo:
¿A qué sistema pertenece? ¿Cuáles son sus receptores y dónde están ubicados? ¿Qué fibras periféricas lo conducen?

- La fisiología del dolor rápido y más aún del dolor lento ha sido ampliamente estudiada. Veremos sus aspectos más relevantes:

¿Cuáles son los neurotransmisores involucrados?

¿Qué sustancias químicas se consideran excitadoras a nivel periférico?

¿Por qué la disminución de ppO_2 provoca dolor?

¿Qué sustancias químicas se consideran sensibilizantes?

¿Cuál es el concepto de hiperalgesia?

¿Cuáles son las áreas centrales involucradas en la percepción del dolor?

¿Cuál es la función de la formación reticular en la fisiología del dolor?

- Existen varios mecanismos fisiológicos cuya función es la modulación de la sensación de dolor:

¿Qué conoce sobre la supresión del dolor por el sistema de opiáceos?

¿Qué conoce sobre la supresión del dolor por impulsos táctiles?

- Se han mencionado ya las diferentes modalidades y submodalidades de la sensibilidad somática. Entre ellas las pertenecientes a la sensibilidad visceral:

¿Cuáles son las modalidades sensoriales que pueden ser reconocidas desde las vísceras?

En relación al dolor ¿Cuál es la submodalidad que corresponde a las vísceras?

- Hay algunos conceptos fisiológicos relacionados con la sensibilidad somática que son muy útiles en clínica. Trate de conocerlos y comprenderlos:

Dolor referido.

Campo receptivo periférico de 1°, 2°, 3° orden y de neuronas corticales.

Dermatoma.

- Usted ya está en condiciones de describir qué déficit sensitivos y en qué regiones ocurrirían si se presentara:

Sección del nervio cubital.

Sección del cordón anterolateral derecho a nivel de L1.

Sección del sistema lemniscal a nivel de L1.

Sección del sistema lemniscal en el lemnisco medio.

Destrucción del Área somatosensitiva (S) I derecha.

Destrucción de SII derecha.

Lesión de las áreas de asociación de la sensibilidad somática.

En el Laboratorio Disciplinar investigará capacidad de localización táctil y en el Laboratorio de Habilidades aprenderá las maniobras clínicas relacionadas con la recolección de información sensorial (tacto discriminativo, tacto grosero, temperatura, dolor)

Sistema visual

- Las funciones principales del sistema visual son:

- FORMACIÓN DE IMÁGENES: Reunir los rayos luminosos provenientes del exterior y enfocarlos sobre la retina formando una imagen (representación bidimensional del mundo exterior, de tamaño adecuado a las dimensiones de la retina, y que produce una excitación de los receptores organizada espacialmente).

- TRANSDUCCIÓN DEL ESTÍMULO: Transformar la energía lumínica que incide sobre la retina en energía eléctrica.

- CIFRADO DE LA INFORMACIÓN Y CONDUCCIÓN

CIÓN: Codificar la información, referida a imágenes, y conducirla hasta la corteza.

- OBTENCIÓN DE VISIÓN BINOCULAR: Fundir con precisión las imágenes proporcionadas por ambos ojos.
- PRODUCCIÓN DE FENÓMENOS CENTRALES SUPERIORES (PERCEPCIÓN, APRENDIZAJE, MEMORIA): Provocar experiencias concientes (sensaciones) o inconcientes que representan el mundo exterior a través de imágenes y que guían el comportamiento.

¿Cuáles son las principales estructuras que determinan cada una de estas funciones?

- Usted ya conoce la función principal del ojo. También conoce que está compuesto por distintas estructuras que, cumpliendo funciones específicas, colaboran para alcanzar la función principal del ojo.

Enuncie la función de cada una de las siguientes estructuras:

Medios transparentes en general.....

Cristalino en particular.....

Coroides.....

Procesos ciliares.....

Músculo ciliar.....

Esclerótica.....

Iris.....

Humor acuoso.....

Humor vítreo.....

Músculos extrínsecos.....

Glándulas lagrimales.....

- La transparencia de la córnea depende del mantenimiento de una presión intraocular normal y de la composición del humor acuoso. De esta manera se mantiene la nutrición, la temperatura y la vitalidad de los tejidos que la componen. Recuerde:

La composición del humor acuoso

El mecanismo de producción

El valor normal de la Presión intraocular

La innervación sensitiva de la córnea

Es importante conocer que:

- la anhidrasa carbónica (enzima que estudiará en la producción de distintas secreciones orgánicas) es relevante en el mecanismo de producción del humor acuoso
- el aumento de catecolaminas circulantes aumenta la presión intraocular
- la miosis (disminución del tamaño de la pupila) disminuye la presión intraocular al favorecer la reabsorción del humor acuoso

- La transparencia del cristalino es dependiente de la edad pero hay factores que pueden acelerarla.

Averigüe si puede retrasarse con medidas de promoción de salud.

- Los rayos luminosos, al pasar de un medio transparente a otro son absorbidos, reflejados o refractados con diferente intensidad.

Recuerde los conceptos de absorción, reflexión y refracción de la luz

Indique en qué lugares se reflejan, refractan o absorben los rayos que inciden sobre la cara anterior del ojo

- Usted conoce las definiciones de punto lejano o remoto, punto cercano o próximo, foco principal de una lente, centro de curvatura de una lente y la distancia focal principal. *Construya dos diagramas que contengan los tres aspectos últimos (foco, centro de curvatura y distancia focal), uno representando un objeto remoto y otro representando un objeto cercano. En ambos la curvatura de la lente deberá ser la misma y representar el valor que se le atribuye en el esquema de ojo reducido.*

Si incluyera el 1° diagrama en un ojo normal. ¿En qué estructura determinaría el foco principal?

Si incluyera el 2° diagrama en un ojo normal, ¿dónde caería el foco principal?

En este caso ¿en qué se modificaría la percepción visual?

¿Qué modificaciones haría en el esquema para que la imagen caiga en la retina?

¿Cuál es la que utiliza el ojo normal?

- Para que la imagen se forme sobre la retina, y especialmente en la fovea, existen tres dispositivos musculares que determinan: a) acomodación del cristalino; b) regulación de la entrada de rayos luminosos; c) control de la dirección en que se mueve el ojo. La acomodación se activa cuando la imagen percibida es borrosa (como producto de que el objeto se encuentre a menos de 6 metros).

Enuncie todas las estructuras relacionadas con el mecanismo de acomodación del cristalino

Receptores.....

Vía aferente.....

Nivel de integración de la información aferente.....

Vía eferente.....

Efector.....

- En condiciones fisiológicas normales, es posible que no exista acomodación aún cuando lleguen impulsos nerviosos al músculo ciliar y este responda con la mayor fuerza posible.

¿Cuál cree que pueda ser la causa?

Construya un gráfico que represente el valor del punto cercano en función de la edad

Explíquelo en relación a la capacidad de acomodación

- En condiciones fisiológicas normales la respuesta de acomodación se asocia a convergencia y miosis. *Fundamente fisiológicamente esta afirmación.*

- El diámetro de la pupila se modifica en respuesta a la intensidad de la luz o asociado al reflejo de acomodación *Enuncie todas las estructuras que participan en el reflejo pupilar (siga la misma guía planteada para el reflejo de acomodación) y defina su función.*

¿Qué importancia tiene conocer los centros de integración de los reflejos a la luz?

- Si bien los centros de integración de los reflejos de acomodación y pupilar están cercanos, no están exactamente al mismo nivel. Esto es importante porque la ausencia de uno de ellos delimita más el nivel de la lesión. La iluminación de un ojo (aún cuando el otro esté tapado) provoca contracción en ambas pupilas. Este es el llamado reflejo consensual. Los estados anímicos que provocan descarga simpática generalizada (Ejemplo el temor).
¿Qué efectos causan sobre el diámetro pupilar?

- Usted conoce la acción de cada uno de los músculos extrínsecos del ojo.
¿Cuáles son los nervios que los controlan y a qué nivel del SNC se encuentran sus núcleos de integración?

- El ojo se mueve, dentro de la órbita, como una esfera en una articulación de bola, permaneciendo siempre un punto fijo. Es decir, no tiene movimientos laterales. Los ojos se mueven sincronizadamente para:
 - Alinear los ejes de ambos ojos situando la imagen en la fóvea correspondiente.
 - Desplazar la mirada desde un objeto a otro en forma voluntaria o no
 - Seguir objetos en movimiento
 - Fijar la mirada en un objeto aún cuando la cabeza se mueva

Lea y conozca las áreas del SNC involucradas en estos movimientos

- Usted conoce que la retina es un órgano extendido en forma de capa en la superficie interna del globo ocular, entre la coroides por fuera y el humor vítreo por dentro. Conoce también que está estructurada en varias capas que contienen diferentes tipos de células.

Recuerde los tipos de fotorreceptores

¿En qué capa de la retina se encuentran?

¿Dónde se sitúa esta capa en relación al resto de las estructuras oculares y cómo se distribuyen topográficamente en ella?

Recuerde qué tipos de neurona se encuentran en la retina y qué función cumplen en el procesamiento visual

- Usted conoce el significado y la función de los potenciales locales en el sistema nervioso.

¿En cuáles células del sistema visual se desarrollan y qué función cumplen?

- Usted conoce el significado y la función de los potenciales de acción en las células nerviosas.

¿En cuáles células del sistema visual se desarrollan y qué función cumplen?

Recuerde la función de la capa pigmentaria de la retina y su ubicación en relación al resto de las estructuras oculares

- Usted conoce la distribución, en la retina, de las diferentes células nerviosas (receptores y neuronas)
Recuerde desde donde reciben su irrigación y qué importancia tiene esto desde el punto de vista funcional

- La función de los fotorreceptores es dependiente de la presencia de sustancias que son fotosensibles.

¿Cuáles son?

¿Qué función cumplen en la discriminación de los colores?

- El área de retina que puede verse por observación directa a través de la pupila (utilizando un instrumento óptico especial) muestra una zona por la que se ven arterias (entrando al ojo), venas y fibras del nervio óptico (saliendo) y otra área de color amarillento. Describa:

¿Qué nombre se le ha dado a cada una

En qué sector de la retina están ubicadas

¿Qué importancia funcional tienen en relación a la recepción de información

¿Qué diferencia estructural (sumamente importante para su función) tiene la mancha amarilla con respecto al resto de la retina.

- Usted conoce que el estímulo lumínico incide y excita a los fotorreceptores

Describa qué camino lleva la información desde los fotorreceptores hasta excitar a las células corticales que determinarán la formación de la imagen en la corteza visual primaria, es decir, describa la llamada vía visual

- La relación número de conos/número de fibras ópticas es de 4/1 en la mácula o fóvea. La relación número de bastones/número de fibras ópticas es de 600/1 en la retina periférica.

¿Qué relación encuentra entre el número de bastones, el número de fibras ópticas con las que se relacionan, su sensibilidad a la luz y el nivel de agudeza visual de la retina periférica?

¿Qué relación encuentra entre el número de conos, el número de fibras ópticas con las que se relacionan, su sensibilidad a la luz y el nivel de agudeza visual de la retina central?

- A través de distintas técnicas de obtención de imágenes se ha demostrado que, en la percepción visual normal se activan distintas áreas nerviosas. Indique qué función le atribuye a:

Tubérculos cuadrigéminos superiores, región pretectal de

mesencéfalo

Áreas hipotalámicas

Sistema límbico y amígdala

Corteza occipital.....

Áreas de la corteza temporal y parietal

Núcleos vestibulares y áreas cerebelares.....

- El aparato visual escotópico (fotoreceptores con alta sensibilidad a la luz, baja relación receptor/ fibra del nervio óptico, pocas áreas de representación talámica y cortical) tiene muy poca capacidad de discriminación, es decir no puede resolver los detalles de los objetos ni determinar su color. Sin embargo tiene gran sensibilidad a la luz e incluso capacidad de adaptación a la luz y a la oscuridad. *Recuerde el concepto de adaptación a la oscuridad, en qué células se produce y cuáles son sus bases fisiológicas*
 - El aparato visual fotópico (fotoreceptores con baja sensibilidad a la luz, alta relación receptor/ fibra del nervio óptico, grandes áreas de representación talámica y cortical) tiene gran capacidad de discriminación, es decir puede resolver los detalles de los objetos y determinar su color. Esta capacidad está relacionada al concepto de agudeza visual. *Recuerde la definición de agudeza visual*
 - La agudeza visual depende de varios factores:
 - Ópticos: Dispersión de puntos (dependiente de los medios ópticos y del diámetro de la pupila)
 - Anatómicos: Estado de los medios ópticos, Densidad de receptores (a mayor densidad, mayor capacidad para distinguir dos puntos como uno porque caen en diferentes receptores) e Integridad del sistema de músculos intrínsecos y extrínsecos para ajustar la imagen sobre la fóvea
 - Funcionales: Recepción y transducción de la imagen que incide sobre la retina (estado de los conos); capacidad para la transmisión de señales ajustadas (inhibición lateral) y repetibles en los distintos niveles de relevo (fidelidad en la transmisión):
Recuerde qué procedimientos pueden utilizarse para el control de la agudeza visual según la edad y cuál es la importancia de hacerlo en las diferentes edades
 - Se define como campo visual (CV) a la porción del mundo exterior que puede verse con los ojos fijos en un objeto lejano y sin mover la cabeza.
¿Cuál es la forma del campo visual normal?
¿Cuál es la porción del CV que corresponde a la visión binocular?
¿Cuál es la porción del CV cuyas imágenes incidirán en la retina nasal derecha?
 - Se habla de visión binocular cuando los rayos luminosos que provienen de un objeto estimulan los puntos correspondientes de ambas retinas, así como los puntos correspondientes de los Núcleos Geniculados Externos y los de la corteza occipital. Esto implica la fusión de las imágenes de cada ojo y la percepción de una imagen única. Los mecanismos determinantes dependen fundamentalmente de la acción coordinada de los movimientos oculares de ambas ojos para situar la imagen en los puntos correspondientes de ambas fóveas. La visión binocular aporta fundamentalmente a la sensación de profundidad.
 - La transparencia del cristalino y la integridad de la mácula son dependientes de la edad pero hay factores que pueden acelerarlas.
Averigüe si puede retrasarse con medidas de promoción de salud.
 - En relación a lo que conoce sobre salud visual en la población general.
¿Qué medidas de promoción fomentaría?
 - Es importante conocer qué procedimientos existen para el estudio de la función visual:
Campo visual
Agudeza visual
Fondo de ojo u oftalmoscopia
Electroretinograma: (Es el registro de la actividad eléctrica de la retina como respuesta al encendido y apagado de un estímulo luminoso).
- ### Sistema auditivo
- La audición es uno de los sistemas con mayor discriminación de las propiedades del estímulo, en este caso de la onda sonora:
Defina sonido
Defina onda sonora
Relacione amplitud y longitud de la onda sonora con las propiedades del sonido
Recuerde la velocidad del sonido en el aire. Indique de qué manera cambia con la temperatura y la altura respecto al nivel del mar. Recuerde cómo se modifica si el medio de transmisión es el agua.
Recuerde cómo puede expresarse la amplitud de la onda sonora y su intensidad
Sepa qué unidades se utilizan para valorar la Intensidad y frecuencia del sonido en la medicina.
Observe los valores de intensidad para los sonidos más comunes
Observe la curva de audibilidad para el ser humano. Explíquela.
 - Las funciones principales del sistema auditivo son:
 - Transmitir la energía mecánica del sonido hasta provocar movimiento en los receptores auditivos (células ciliadas de la cóclea)
 - Transformar la energía mecánica que incide sobre las células ciliadas en energía eléctrica.
 - Codificar la información, referida a intensidad y frecuencia del sonido y conducirla hasta la corteza.
 - Fundir con precisión la información recibida de ambos oídos y localizar las fuentes.
 - Provocar fenómenos centrales superiores (percepción, aprendizaje, memoria) que, a través de interpretar experiencias conscientes (sensaciones) o inconscientes, de sonidos y/o lenguajes guían el comportamiento.*¿Cuáles son las principales estructuras que determinan cada una de estas funciones?*

- La transmisión de la energía mecánica del sonido desde el aire hasta las células receptoras depende de la integridad de numerosas estructuras del oído externo, medio e interno:
Recuerde la ubicación anatómica y la función general de cada una de las siguientes estructuras:
Pabellón aurícula
Conducto auditivo externo
Membrana del tímpano
Cadena de huesecillos
Músculos asociados a los huesecillos
Trompa de Eustaquio
Membrana oval
Membrana redonda
Laberinto membranoso
Cóclea
Conducto vestibular
Conducto timpánico
Membrana basilar
Membrana tectorial
Órgano de Corti
Células ciliadas externas
Células ciliadas internas
Pilares de Corti
- La Trompa de Eustaquio que comunica la nasofaringe con el oído medio permite, cuando se abre, igualar las presiones entre ambas cámaras:
¿Cuáles son las situaciones fisiológicas en las que se abre?
¿Qué significado tiene?
¿Qué importancia tiene cuando se asciende en altura?
- Para que la transmisión del sonido a través del oído medio sea óptima existen dispositivos óseos y musculares que modifican el grado de vibración y de tensión de la membrana del tímpano:
Conozca los conceptos de “membrana del tímpano como resonador”, “amortiguación crítica”
Explique de qué manera la cadena de huesecillos favorece el grado de vibración del tímpano
Explique de qué manera los músculos del oído medio amortiguan el grado de vibración del tímpano
Enuncie todas las estructuras relacionadas con el mecanismo de contracción de los músculos asociados a los huesecillos (Tensor del tímpano y estapedio):
Receptores.....
Vía aferente.....
Nivel de integración de la información aferente.....
Vía eferente.....
Efector.....
- La conducción de las ondas sonoras al oído interno se hace fundamentalmente a través de la cadena de huesecillos y se denomina conducción ósica:
¿Qué otros tipos de conducción conoce?
¿Cuándo es importante la conducción aérea?
- La transducción de la energía sonora a energía eléctrica se produce en la cóclea, que es un órgano extendido en forma de caracol, es decir enrollado sobre sí mismo:
¿Cuáles son los receptores del sistema auditivo?
¿Qué tipo de receptores son desde el punto de vista de la energía a la que son más sensibles?
¿Dónde están ubicados?
¿De qué manera son excitados?
¿Qué entiende por “onda viajera”
¿Qué importancia fisiológica tienen su disposición sobre una membrana que se enrolla como caracol habiendo células dispuestas cada vez más lejos de la ventana oval?
- Usted ha comprendido entonces que la frecuencia del sonido es codificada a través de los grupos de células internas que son más activadas:
¿Cómo se codifica la Intensidad del sonido?
¿Qué relación tienen la Intensidad y la frecuencia del sonido con el tono percibido?
- Usted conoce el significado y la función de los potenciales locales en el sistema nervioso.
¿En cuáles células del sistema auditivo se desarrollan y qué función cumplen?
¿Cuál es, aproximadamente, el Potencial de Reposo de las células cocleares?
¿Cómo se modifica cuando son excitadas por el movimiento de la membrana basilar?
¿Cuál es el contenido del conducto vestibular y cuál el del conducto timpánico?
¿Qué importancia funcional tiene esa diferencia en el desarrollo del potencial generador?
¿Con qué fibras hacen sinapsis?
¿Dónde está ubicado el cuerpo de la neurona que corresponde a las fibras aferentes con las que hacen sinapsis?
- Usted conoce el significado y la función de los potenciales de acción (PA) en las células nerviosas.
¿Cuál es la primera célula nerviosa del sistema auditivo (en la cadena de información hacia el SNC) en que se desarrollan PA?
- Recuerde el concepto de enmascaramiento:
¿Cómo se relacionan con el fenómeno de enmascaramiento?
- Usted conoce de qué manera las ondas sonoras activan a las células cocleares:
Describa qué camino lleva la información desde las células de la cóclea hasta excitar a las células corticales que determinarán la percepción del sonido, es decir, describa la llamada vía auditiva principal
- A través de distintas técnicas se ha demostrado que, en la percepción auditiva, se activan diferentes áreas nerviosas. Indique qué función le atribuye a:
Núcleos cocleares
Colículos inferiores

Núcleos olivares superiores
Sustancia reticular
Haz olivococlear
Cuerpos geniculados internos
Corteza temporal
Área de Broca

8. Amplitud en la acomodación del cristalino en función de la edad
9. Intensidad de luz necesaria para excitar la retina en función del tiempo en que el individuo ha permanecido en la oscuridad
10. Curva de audibilidad humana

- Los hemisferios cerebrales tienen diferente grado de especialización:
¿Hay algún grado de especialización hemisférica en la capacidad auditiva?

- El sistema auditivo tiene gran capacidad de discriminación, es decir puede distinguir intensidad, frecuencias y tonos. Esta capacidad está relacionada al concepto de agudeza auditiva.
Recuerde la definición de agudeza auditiva

- La audición estereoscópica o de localización de diferentes fuentes sonoras depende de la capacidad de localizar las mismas:
Explique de qué manera el sistema auditivo reconoce la localización del sonido.

- La calidad de la transmisión del sonido a través de las estructuras del oído se va modificando con la edad:
Averigüe si puede retrasarse con medidas de promoción de salud. Recuerde qué procedimientos pueden utilizarse para conocer la capacidad auditiva.

- Es importante conocer qué procedimientos existen para el estudio de la función auditiva:
Audiometría
Otoscopía
Potenciales evocados auditivos
Pruebas de diapasón para distinguir sordera de conducción y nerviosa

- Al finalizar el estudio de los contenidos relacionados con esta Guía usted deberá estar en condiciones de construir y explicar los siguientes Gráficos que relacionan 2 (dos) variables fisiológicas:

1. Relación entre Intensidad del estímulo (Ej.: longitud del músculo) y Amplitud del Potencial Generador (PG).
2. Relación entre Intensidad de Estímulo y Frecuencia de Potenciales de Acción (PA) o impulsos/m
3. Relación entre Amplitud del PG y frecuencia de PA.
4. Número de conos/mm² en la retina en función de la distancia desde la fovea (medida en grados).
5. Número de Bastones/mm² en la retina en función de la distancia desde la fovea (medida en grados).
6. Valor de la Agudeza visual sobre la retina en función de la distancia desde la fovea, durante la visión diurna o con buena Intensidad de luz
7. Valor de la Agudeza visual sobre la retina en función de la distancia desde la fovea, durante la visión nocturna o con baja Intensidad de luz

(1) Las Guías de Estudio Individual, como su nombre lo indica, tienen como objetivo ayudar al estudiante a una lectura y comprensión completa del material bibliográfico. Se indican, mediante preguntas, aquellos contenidos base para la interpretación de los procesos. Por eso, las respuestas no son para memorizarse sino para ayudar a interpretar, comprender o integrar los procesos fisiológicos que se están abordando. El estudiante puede comprobar su nivel de comprensión del tema, intentando resumirlo en un Esquema o construyendo un Gráfico de relación entre las variables que se están abordando. Recuerde que los Exámenes Finales son orales. Para que esta Guía facilite el estudio, el estudiante debe leer primero la Bibliografía correspondiente al tema en alguno de los textos de Fisiología y comprenderla. Recién entonces debería intentar responder esta Guía, revisando el Texto de Fisiología ante toda duda.



Más Un**i**versid**a**d
púb**l**ica, Más **F**uturo