

Anatomía y Fisiología del Sistema Nervioso

Ángel José Chú Lee, Silvana Cuenca Buele, Marcelo López Bravo



Universidad Técnica de Machala

Anatomía y Fisiología del Sistema Nervioso



Ing. César Quezada Abad, MBA
RECTOR

Ing. Amarilis Borja Herrera, Mg. Sc.
VICERRECTORA ACADÉMICA

Soc. Ramiro Ordóñez Morejón, Mg. Sc.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

COORDINACIÓN EDITORIAL
VICERRECTORADO ACADÉMICO

Tomás Fontaines-Ruiz, PhD.
INVESTIGADOR BECARIO PROMETEO-UTMACH
ASESOR DEL PROGRAMA DE REINGENIERÍA

Ing. Karina Lozano Zambrano
COORDINADORA EDITORIAL

Ing. Jorge Maza Córdova, Ms.
Ing. Cyndi Aguilar
EQUIPO DE PUBLICACIONES

Anatomía y Fisiología del Sistema Nervioso

Dr. Angel Chu Lee, Mg.Sc.

Dra. Sylvana Cuenca Buele

Dr. Marcelo López Bravo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
2015

This work is dedicated to all the EFL teachers across Ecuador who look forward to implementing new methodologies and teaching practices in order to bring success into the lives of their students.

Gabriela Figueroa Arellano

*I dedicate this book to my dear mom Piedad, my dear sister Cristina and Aunt Aurora.
Thank you for all your support along the way.*

Jenny Paredes Freire

*To all the people who made the publication of this book possible.
To those EFL teachers who, day by day, give the best of their own for helping their students construct their knowledge and learn English in meaningful and effective ways.*

Sandy T. Soto

Primera edición 2015

ISBN: 978-9978316-34-4

D.R. © 2015, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
Ediciones UTMACH
Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje
www.utmachala.edu.ec

ESTE TEXTO HA SIDO SOMETIDO A UN PROCESO DE EVALUACIÓN POR PARES EXTERNOS CON BASE EN LA NORMATIVA EDITORIAL DE LA UTMACH.

Portada:

Concepto editorial: Jorge Maza Córdova

Diseño: Mauro Nirchio Tursellino (Docente Principal de la UTMACH)

Diseño, montaje y producción editorial: UTMACH

Impreso y hecho en Ecuador

Printed and made in Ecuador

Advertencia: “Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, existente o por existir, sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos correspondientes”.

Content Table

Introducción.....	13
Introducción	
Reseña histórica de las neurociencias	13
Filogenia y ontogenia (embriología del sistema nervioso)	25
Organización anatómica del sistema nervioso	43
Histología Del Sistema Nervioso	59
Sistema Nervios Central	
Medula espinal	79
Tronco encefálico (tallo cerebral).....	97
Cerebelo	25
Cerebro	25
Meninges del encéfalo y de la medula espinal	193
Sistema ventricular, líquido cefalorraquídeo, barreras hematocefálicas, hematorraquídea y la interfase del encéfalo raquídeo	205
Irrigación del sistema nervioso central	255
Sistema Nervios Periférico	
Nervios craneales	255
Nervios raquídeos y plexos.....	279
Sistema nervioso autónomo.....	299
Métodos de Diagnóstico por Imágenes en Neuro Ciencias.....	311
Métodos de Diagnósticos en Neuro Ciencias.....	325
Neurotransmisores.....	341

Neurofisiología de la Acupuntura..... 357

Biografía..... 367

Introducción

Reseña Histórica de las Neurociencias

“Es el cerebro quien gobierna nuestras habilidades, si dominamos nuestro cerebro seríamos capaces de grandes cosas”.

Gershon.

INTRODUCCIÓN

Desde los principios de la humanidad y en épocas en las que todo suceso era atribuido a seres supremos con poderes divinos; el hombre siempre se mostró curioso por conocer la causa real de las actividades de la naturaleza que eran un misterio para ese entonces. Fue de esta manera como fueron surgiendo las diferentes ciencias que existen en la actualidad. La Neurociencia es una de las ciencias más actuales compuesta por una multitud de disciplinas científicas tal es así que los neurocientíficos que construyeron esta disciplina eran: filósofos como Almeón de Crotona, físicos como Hermann von Helmholtz, químicos como Loewi, médicos como Cajal que es denominado el padre de la Neurociencia,

biólogos como Luigi Galvani, psicólogos como Binet entre otros.

Algunos de ellos explicaban sus teorías sin bases experimentales sino solo con sus propias conclusiones filosóficas. Esta ciencia se basa en el estudio del sistema nervioso, fue nombrada como tal recién a finales de la década de los 60, pero que sus aportes científicos datan desde hace miles de años A.C cuando el instinto investigativo de los primeros personajes de la neurociencia empezaron a concluir en que el cerebro era la base de toda actividad humana y que este era el lugar de donde provienen toda clase de sensaciones y pensamientos, los sentimientos, el dolor, llanto, risa, angustia, tristezas, alegrías, e incluso es el cerebro donde guardamos los momentos buenos o malos a lo largo del tiempo y nos otorga la habilidad de traerlos al presente en el momento deseado; es él quien cuando nos encontramos en un momento de peligro nos prepara para la huida o para afrontar los problemas. Es increíble como este órgano de un poco menos de 2 kg de

peso es capaz de permitirnos adquirir el conocimiento, la inteligencia, la conciencia de reconocer lo justo y lo inmoral, lo que está bien y lo que está mal, es el quien nos impulsa a cometer los peores crímenes, a obsesio-narnos por algún vicio; o amar con locura a una persona; incluso es él quien en este momento se apodera de nuestra razón y tomándonos lentamente de las manos nos lleva a escribir este capítulo para ustedes compañeros. Por la capacidad del cerebro para guiar al ser humano es que cualquier lesión por mínima que sea trae consecuencias notables en el paciente.

Historia de la neurociencia a.C



Figure 1. 1. Filosofo René Descartes establece el dualismo cuerpo alma.

Neurociencia es el término que se le acuñó a esta disciplina en 1969, año en el que también se fundó la "Society for Neuroscience".

Si bien se sabe que esta disciplina es muy reciente cabe recalcar que sus aportes científicos datan desde hace 7000 años a.C cuando se practicaba la trepanación que

consistía en realizar perforaciones en el cráneo como un tratamiento quirúrgico con fines desconocidos pero que algunos afirman que mediante esta técnica se trataban a personas que sufrían de epilepsias, tumores, e incluso migrañas; en cambio, otros indican que estas perforaciones eran un acto religioso que consistía en la extracción de un espíritu demoniaco.



Figure 1. 2. Almeón de Crotona 500 a.C describió los nervios ópticos y la trompa de Eustaquio

En 1700 a. C apareció El papiro quirúrgico, que es el primer registro sobre el sistema nervioso escrito por Edwin Smith. Un aporte muy importante durante esta época fue sin duda las investigaciones realizadas por Almeón de Crotona 500 a.C que describió los nervios ópticos y la trompa de Eustaquio; así mismo consideró al corazón como órgano encargado del control de toda actividad humana tanto psíquica como corporal. Durante mucho tiempo la idea de que el corazón era el asiento de la inteligencia, la conciencia y del pensamiento fue muy discutida hasta que en 460 - 379 a.C Hipócrates propuso que era el cerebro quien

se encarga de estas funciones; el también indicó que las lesiones causadas en uno de los hemisferios cerebrales afectaban en el lado contralateral del cuerpo. Hubieron otros filósofos que contradijeron esta teoría, tal es el caso de Aristóteles que años más tarde volvió a la teoría de que era el corazón el centro del intelecto y que el cerebro se encargaba de refrigerar la sangre que era calentada por el corazón.¹

Historia de la neurociencia D.C Evolución del sistema nervioso

En la evolución del sistema nervioso, el Científico evolucionista más importante del siglo XIX fue Charles Darwin quien publicó su teoría en el Libro "El origen de las especies" el 24 de noviembre de 1859. En esta obra sentó las bases de la Biología evolutiva moderna, afirmando que las especies han evolucionado a partir de un antepasado habitual.

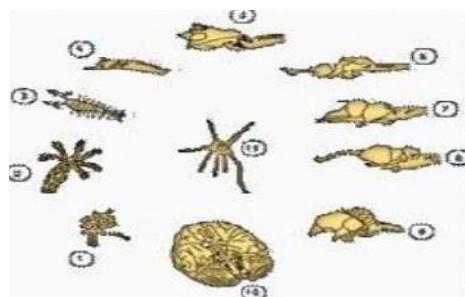


Figure 1.3. Filogenia del Sistema Nervioso

Desde el comienzo de la era los organismos unicelulares (protozoos ej: ameba) no poseían sistema nervioso.

El sistema nervioso más primitivo lo encontramos en los celenterados. Estos animales poseen un plexo nervioso formado por una red de células basiepiteliales. Estas tienen la capacidad de recibir y enviar estímulos. Sucesivamente encontramos los anélidos (Primer Indicio del Sistema Nervioso Central) y artrópodos que poseen un sistema ganglionar, luego los cordados (notocorda), peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos hasta el hombre. En la actualidad, la evidencia científica desde la Antropología hasta la genética molecular ha apoyado de manera esencial la teoría de la evolución por selección natural.

Descubrimiento de la neurona.-

La neurona es la unidad estructural y funcional del Sistema Nervioso, que se la viene estudiando, analizando y observando desde 1800. Theodor Schwann fue uno de los primeros científicos en proponer la teoría celular en el año de 1838, gracias a esta teoría luego se pudo descubrir que la vaina de mielina que cubre las fibras nerviosas del SNP está formada por unas células capsulares que adoptaron el nombre de células de Schwann las cuales son indispensables para la integridad estructural y funcional del axón.

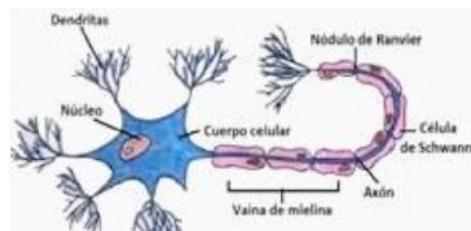


Figure 1.4. Ilustración de la neurona

Muy seguido a este descubrimiento Louis Ranzier estableció que las vainas de mielina no eran recubrimientos lineales, sino que se encuentran interrumpidos por unos nudos los cuales ahora se los conoce como nódulos de Ranvier cuya función es trasladar el impulso nervioso con una mayor velocidad de una manera saltatoria de una célula nerviosa a otra y con el menor riesgo de error. Unos de los principales personajes que contribuyeron en el descubrimiento de la ciencia neuronal es el español Santiago Ramón y Cajal el cual fue el descubridor e ilustrador de la organización histológica del Sistema Nervioso; en 1889 propuso que en determinado momento las dendritas tenían la función de recepción de corriente nerviosa, pero dos años más tarde Cajal trató de mejorar su conceptualización formulando así uno de sus mayores aportes a la ciencia que trata sobre la Teoría de la Ley de la Polarización Dinámica de las Células Nerviosas en la que explica el tránsito de impulsos nerviosos por los circuitos neuronales (sinapsis). Proponiendo así, que las células nerviosas se dividen en tres partes: un aparato receptor (constituido por dendritas), un aparato de emisión (el axón), y un aparato de distribución (arborización axónica terminal). Pero ya en 1897 Cajal señaló que el soma no siempre interviene en la conducción de los impulsos y que a veces la corriente nerviosa se dirige desde las dendritas al axón.

Todas estas aportaciones que Santiago

Ramón y Cajal hizo a la ciencia en general fueron de mucha influencia y apoyo para otros investigadores como Wilhelm von Waldeyer que en el año de 1891 acuñó por primera y definitivamente a las células nerviosas el nombre de NEURONA. Finalmente Palay y Palade históricamente publican en 1955 la primera microfotografía electrónica de una sinapsis en una neurona motora, observándose claramente las membranas pre y post-sinápticas.²

Desarrollo y Evolución del cerebro.-
Desde tiempos muy remotos como el siglo V a.C ya existían filósofos como Crotona que establecían que el cerebro es el órgano de control de actividad humana tanto psíquica como corporal pero para estos tiempos no existían los fundamentos necesarios para comprobar esta hipótesis. Años más tardes, volvieron los estudios hacia el cerebro fundamentándose en que: "si diferentes funciones se localizan en diferentes raíces espinales, quizás diferentes funciones se localicen en diferentes partes del cerebro" y para comprobar esta propuesta en 1023 el filósofo Flourens utilizó el método de ablación experimental en diferentes animales para así demostrar que la coordinación del movimiento es controlado directamente por el cerebelo y que el cerebro se encarga de la sensación y percepción tal y como Galeno y Charles Bell habían sugerido tiempo atrás. Emanuel Swedenborg coincidió con Willis en que el cerebro era la fuente del entendimiento, pensamiento, juicio y voluntad, además,

fue el primero que propuso la localización cortical ubicando la parte motora hacia la parte anterior, más tarde Joseph Gall uno de los pioneros en la localización de las funciones del cerebro junto con sus seguidores propuso que los procesos mentales son biológicos y provienen del cerebro y que cada área del cerebro tiene una función específica, aunque la población científica nunca tomó en serio las propuestas de Gall ya que era un frenólogo.

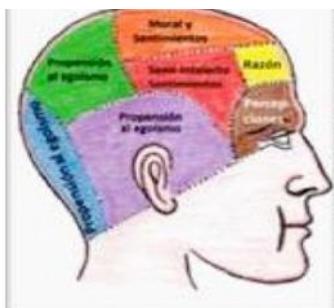


Figure 1. 5. Filogenia del Sistema Nervioso

Una de las personas a quien en realidad se le aceptó su opinión fue al neurólogo Paul Broca. El mismo que se le presentó un paciente que podía entender el lenguaje pero no podía hablar, al fallecer este paciente en 1861 Broca observó mediante la necropsia que presentaba una lesión en el lóbulo frontal izquierdo, en la cual dedujo y afirmó que esa área es la responsable de la producción del habla. Así mismo Carl Wernicke, un neurólogo alemán que descubrió el área que lleva su nombre mientras estudiaba pacientes que tenían síntomas similares a los pacientes del área de Broca pero daños en otras partes de su

cerebro, que comprometían el área de la comprensión del lenguaje (Wernicke) y que se comunica directamente con la zona del habla (Broca) por medio del fascículo longitudinal. En 1909, Korbinian Brodmann después de cuidadosos y múltiples observaciones en cientos de cerebros que representan un extenso abanico de tipos de personalidades desde los más brillantes hasta los más desequilibrados llegando a la conclusión de describir que el cerebro tiene 52 Áreas corticales diferentes por sus características citoarquitectónicas, colocando, así el área de Broca en la zona 44 y 52 de Brodmann y al área de Wernicke en la zona 39 y 40 de Brodmann.³

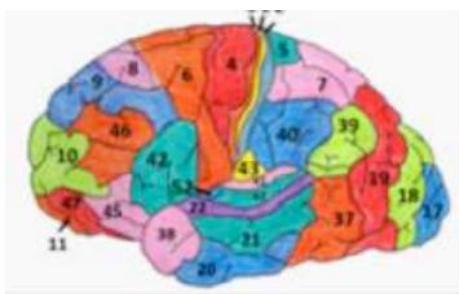


Figure 1. 6. Modelo de las áreas fucionales del cerebro de Brodmann

Después de una gran variedad de teorías sobre la evolución y el avance de la investigación en el cerebro, Karl Lashley estudió sobre la localización de la memoria en el cerebro (engrama) y determinó que no hay una zona específica, sino que estaba distribuida en toda la corteza, pero años más tarde (1971) O' Keefe y Dostrovsky desmintieron esta teoría afirmando que el hipocampo es una de las principales áreas que interviene en

el almacenamiento de la memoria. Esta teoría sigue vigente hasta la actualidad. Por todo lo estipulado, en 1957 Penfiel y Rasmussen crearon el famoso "homúnculo sensorial y motor" que consiste básicamente en un mapa de la corteza cerebral donde se muestra que cada órgano y sentido del cuerpo humano posee su lugar específico en el cerebro, de tal manera que si el cerebro recibe un estímulo en cierta parte de la corteza, se activará la parte del cuerpo a la cual pertenezca esa parte del cerebro.

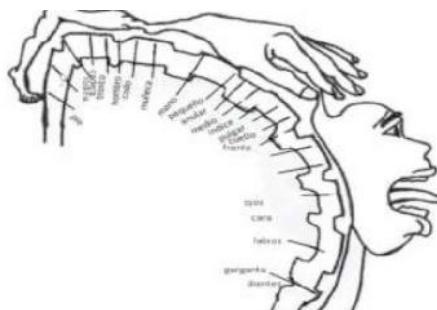


Figure 1.7. Homunculo de Penfield

Evolución de la Médula espinal.- Bejamin Franklin en 1751 publicó el documento Experiments and Observations on Electricity que anuncianaban nuevos fenómenos eléctricos. En 1810, Charles Bell un médico escocés y el fisiólogo francés Francois Magendie cuestionaron la anatomía de los nervios raquídeos indicando que sus fibras se dividen en dos ramas o raíces justo antes de unirse con la médula espinal.

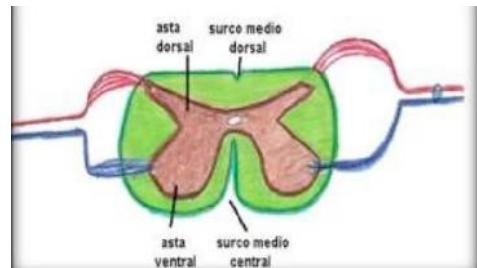


Figura 1.8. Raíces dorsales y ventrales de la medula espinal

La raíz dorsal entra hacia la porción posterior de la médula espinal y la raíz ventral sale hacia la porción anterior Charles Bell analizó que las dos raíces espinales transportan información en direcciones diferentes. Al descubrir que al separar solo las ramas ventrales se producían una parálisis muscular. Magendie indicó que las raíces dorsales transportan información sensorial hacia la médula espinal.

Los dos tipos de fibras nerviosas una sensorial y otra motora forman haces durante la mayor trayectoria, pero anatómicamente se separan cuando entran y salen de la médula espinal. 4 Métodos de diagnósticos y Tratamientos .-Así como , hubo neurocientíficos que se dedicaron al descubrimiento de la localización de las funciones en el cerebro y las enfermedades que se producen en los mismos; otros, se dedicaron sus investigaciones a crear métodos de diagnóstico y tratamientos para estas enfermedades. Muy seguido a todo ello en el siglo XX ya algunos investigadores comenzaron hacer sus aportaciones a la ciencia, este es el caso del psicólogo Alfred Binet y el psiquiatra

Théodore Simon quienes diseñaron por primera vez un test que servía para medir la inteligencia de los individuos que presentaban un déficit intelectual para ver sus posibilidades educativas, atribuyendo así una edad mental dependiendo del nivel de su edad cronológica. Posterior a esto el alemán Hans Berger comienza a registrar la actividad cerebral eléctrica de su hijo donde diseña por primera vez

un electroencefalograma en el que luego comienza a estudiar las ondas eléctricas que emanaba el cerebro pero ya en diferentes pacientes que habían sufrido heridas en la cabeza durante la Primera Guerra Mundial.

Los neuropsiquiatras Ugo Cerletti y Lucio Bini formaron un polémico tratamiento el que generaban convulsiones con electricidad el cual se lo nombró

Enfermedades del Sistema Nervioso		
Enfermedad	Descubrimiento	Descripción
Parkinson	James Parkinson (1817)	Trastorno degenerativo de las neuronas del Mesencéfalo, presenta temblores y rigidez corporal e inestabilidad en la postura.
Esclerosis Múltiple	Jean Marie Charcot (1868)	Desmielinización del sistema nervioso, originando esclerosis de las fibras (nervios) afectadas; produce parálisis, pérdida de visión, alteración del habla, problemas para caminar.
Corea de Huntington	George Huntington (1872)	Degeneración de las neuronas en el núcleo caudado y se transmite de padres a hijos; presenta movimientos involuntarios incontrolables, demencia, movimientos faciales: girando la cabeza para desplazar la mirada.
Enfermedad de la Tourette	Georges Gilles de la Tourette (1885)	Enfermedad neuropsiquiátrica con alteraciones en algunos lugares del cerebro como en los ganglios basales; presenta un conjunto de Tics nerviosos, movimientos repentinos, se asocia con la exclamación de palabras obscenas.
Enfermedad de Charcot-Marie-Tooth	Jean Marie Charcot, Pierre Marie y Howard Henry Tooth (1886)	Enfermedad hereditaria que afecta a los nervios periféricos; Presenta deformidad del pie, marcha a pasos agigantados, extremidades inferiores muy delgadas.
Esquizofrenia	Emil Kraepelin (1896)	Enfermedad psiquiátrica que presenta trastornos mentales, escucha voces, pierden la conciencia de la realidad, problemas de conducta, alucinaciones, delirio.
Trastorno Bipolar	Emil Kraepelin (1896)	Trastorno psiquiátrico que consiste en estados de manía alternadamente o junto a episodios de depresión (Pasa de la alegría a la tristeza).
Alzheimer	Alois Alzheimer (1906)	Enfermedad progresiva y degenerativa de las neuronas del cerebro en especial en el Hipocampo; presenta pérdida de la memoria, cambios en la personalidad, es la forma común de demencia.
Enfermedad de Cushing	Harvey Cushing (1932)	Tumoración o crecimiento excesivo de la hipófisis, se debe a la secreción aumentada de hormona Corticotropina (ACTH)

Tabla 1.1. Tabla que describe las diferentes enfermedades del sistema nervioso y su descubrimiento



Figure 1. 9. Ilustración que demuestra los diferentes síntomas que conlleva la enfermedad de Parkinson

como electroshock (ECT), que se lo utilizó con gran frecuencia como un tratamiento para la depresión grave y ocasionalmente en el tratamiento de la manía, catatonia, esquizofrenia y otros trastornos psiquiátricos.



Figure 1. 10. Terapia de electroshock que se utilizó como tratamiento psiquiátrico

Unos de los medicamentos que se utiliza para los trastornos depresivos es la fluoxetina, creada por un grupo de investigadores del Laboratory Cold Spring Harbor que en 1987 fueron los primeros en lanzar al mercado comercial un antidepresivo.

Finalmente, el tratamiento que se ha creado y ha evolucionado en la neurociencia es la optogenética la cual es un ligado entre la genética y los avances

tecnológicos que aprueban la inspección rápida y dirigida de sucesos concretos en los sistemas biológicos tanto simple (células) como complejos (tejidos). Uno de los mayores beneficiados con este avance genético-tecnológico son la neurología y la neurofisiología ya que hasta la fecha son a quien más han ofrecido nuevas respuestas en la explicación de enfermedades neurológicas como la narcolepsia, Parkinson o la esquizofrenia.⁵

Neurociencia en la actualidad

Esta disciplina ha sufrido su mayor auge en las últimas cuatro décadas desde la creación de la Society for Neuroscience, todos los logros obtenidos durante este tiempo y lo que aún falta por estudiarse y descubrir.

Niveles de análisis

Nivel de análisis es el tamaño de la unidad que se encuentra en estudio. Si bien sabemos que el cerebro es un órgano que pesa poco menos de 2 kg pero su estructura y organización es muy compleja y que terminarlo de estudiar y analizar sería aún más difícil. Para reducir este gran problema nos enfocamos en subdividir a esta estructura desde su mínima expresión hasta la de mayor complejidad: Nivel molecular, nivel celular, nivel de sistemas, nivel conductual y el nivel cognitivo.

Neurociencia molecular: Es el nivel más elemental en el que se encuentran implicadas la bioquímica, biofísica, farmacología y la biología molecular, son de gran utilidad para la comprensión de las diferentes funciones. Como ya se dijo anteriormente el cerebro es el órgano existente más complejo, debido a su composición muy variada de moléculas que cumplen funciones muy específicas propias del sistema nervioso, como por ejemplo en la neurosecreción o en el almacenamiento de experiencias.

Neurociencia celular: este nivel se encarga del estudio de las células y concomitantemente con el nivel molecular se encarga de determinar las propiedades de las neuronas y las clasifica de acuerdo a su función. También se encarga de determinar la manera de comunicación entre las neuronas y la forma de realizar cálculos.

ejemplo; el sistema visual, en el sistema motor tomando decisiones para ejecutar luego los movimientos, e incluso creando percepciones del mundo externo o en el sistema intelectual.

Neurociencia conductual: Esta disciplina se encarga de analizar cómo trabajan los diferentes sistemas de una manera integrada generando diferentes conductas en el hombre y sus cambios de comportamiento.

Neurociencia cognitivo: Es la rama tanto de la psicología como de la neurociencia y se encarga de comprender todos los procesos mentales, psicológicos del hombre y definir los mecanismos neuronales que se encargan de la creación de dichos procesos.⁶

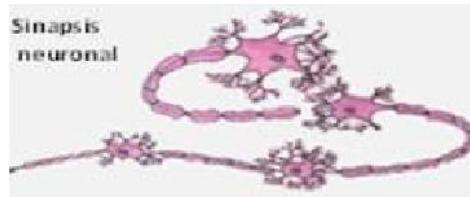


Figure 1.11. Ilustración que Muestra la sinapsis neuronal

Neurociencia de sistemas: Este nivel utiliza los conocimientos de los niveles celular y molecular, a la vez que se encarga de analizar los diferentes circuitos (sistemas) que forman la aglomeración de células nerviosas y estudiar las funciones que cumplen en estos sistemas, como por

Taller

1.- ¿Qué entiende por NeuroCiencias y Cuál es el objetivo de su estudio :

2.- Haga un análisis y comentario sobre la evolución histórica de la NeuroCiencias.

23.- Cuáles fueron los personajes más representativos para Usted , que contribuyeron al desarrollo y progreso de la Neuro Ciencias . Enumere 3 y Explique Porqué.

4.- Describa en que consiste la Opto genética, y en donde se lo utiliza :

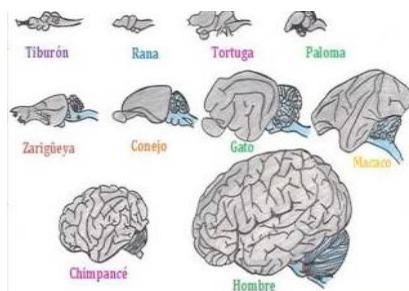
Referencia Bibliográfica

- 1.- Gonzalez, V. G. (noviembre de 2010). neuropsicologica blogspot. Recuperado el diciembre de 2010, de <http://neuropsicologica.blogspot.com/2010/11/historia-del-cerebro-o-el-nacimiento-de.html>
- 2.- MANCIA. (2000). Recuperado el 2010, de <http://www.mancia.org/foro/articulos/51469-santiago-ramon-cajal-padre-neurociencia-moderna.html>
- 3.- MAPFRE. (2007). Recuperado el 2010, de <http://www.mapfre.es/salud/es/cinformativo/sistema-nervioso.shtml>
- 4.- Mtui, M. J. (2010.). NEUROANATOMIA CLÍNICA. Elsevier Saunders, 6ta Edición, Pág. 3. Paradiso., M. F. (s.f.). NEUROCIENCIA LA EXPLORACION DEL CEREBRO. Neurociencia: pasado, presente y futuro.
- 5.- Suárez, F. R. (s.f.). senc. Recuperado el enero de 2010, de http://www.senc.es/docs/Historia_de_La_Neurociencia_CC.pdf
- 6.- xatakaciencia. (s.f.). Obtenido de <http://www.xatakaciencia.com/biologia/niveles-de-analisis-en-neurociencia>

Filogenia y Ontogenia del Sistema Nervioso

El estudio de este capítulo nos orienta a conocer más sobre el proceso evolutivo que se remonta a la historia para obtener un cambio desde un sistema muy sencillo a otro muy complejo como es el del ser humano.

A la vez nos ayuda a comprender el desarrollo del individuo desde la fertilización del óvulo hasta su secuencia para alcanzar su madurez. Naturalmente se hace indispensable y necesario para el estudio del hombre estas dos ramas de la biología como lo son la Filogenia y Ontogenia.



Objetivos

A) Obtener un conocimiento más extenso con respecto al desarrollo del Sistema Nervioso a lo largo de la evolución. (FILOGENIA)

B) Estudiar la formación y desarrollo del cambio estructural del Sistema Nervioso a lo largo de la vida de un individuo.(ONTOGENIA)

FILOGENIA DEL SISTEMA NERVIOSO

CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS SERES VIVOS

- í Unicelulares: Sin Sistema Nervioso
- Bacterias
- Protozoos

- ii Pluricelulares
- Invertebrados
- Vertebrados

¿QUÉ ES FILOGENIA?

Filogenia (filogénesis, genealogía), es una ciencia rama de la biología que estudia el origen y el desarrollo de las distintas especies a partir de una forma simple hasta la más compleja de una manera general.

IRRITABILIDAD EN EL PROCESO DE LA ORGANIZACIÓN NEURAL

La irritabilidad es la capacidad que poseen todos los organismos vivos, desde los unicelulares simples hasta los multicelulares complejos, de reaccionar o responder no linealmente frente a un estímulo. La irritabilidad es la capacidad de un organismo o de una parte del mismo para identificar un cambio negativo en el medio ambiente y poder reaccionar. Tiene un efecto patológico o fisiológico. Pero principalmente la irritabilidad es la capacidad homeostática que tienen los seres vivos de responder ante estímulos que lesionan su bienestar o estado. Esta característica les permite sobrevivir y, eventualmente, adaptarse a los cambios que se producen en el ambiente.

ESPECIE	REPRESENTANTE	TIPO DE SN
Protozoos	Ameba	Irritabilidad (Taxia)

Tabla 2. 1. Cuadro que describe a los protozoos

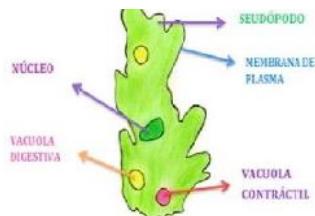


Figure 2. 2. Ilustración de los Protozoarios

En este sentido, la membrana controla la irritabilidad (sensibilidad) de la ameba, es decir, en la medida que en el medio externo se presenta algún estímulo relacionado con alimento, la membrana cambia su estructura (se irrita) generando poros que permiten el paso del mismo hacia el interior. Cuando en el medio se presenta algún elemento que sea nocivo para la misma, ella generará cambios en la membrana que eviten el posible daño. De esta manera, la ameba lanza seudó-podos (estructuras semejantes a pies) y engloba partículas para incorporarlas y luego digerirlas; se desplaza en sentido contrario a un elemento nocivo; secreta o elimina algo que fue ingerido o metabolizado o segregá alguna sustancia para defenderse de un agresor.

ESPECIE	REPRESENTANTE	TIPO DE SN
Espongiarios	Esponja del mar	Neuroide

Tabla 2. 2. Cuadro que describe a los espongiarios

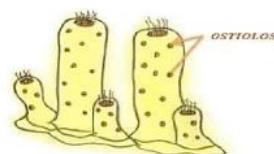


Figure 2. 3. Ilustración de los espongiarios

La membrana externa presenta células que son capaces de contraerse como respuesta a cambios de presión o de composición del agua que los rodea y que se denomina porocitos. Estas células realizan dos funciones:

1.Responde a estímulos específicos.

2.Son contráctiles. En este tipo de animales, una célula realiza funciones sensitivas y motoras.

3.Poseen una infinidad de orificios (poros inhalantes) y canales por donde penetra el agua y a las sustancias alimenticias; los desechos son devueltos al agua a través de un solo agujero grande llamado ósculo; sus espícululas calcáreas conforman el esqueleto del animal y le sirve también para defenderse y atrapar el alimento.

CELENTERADOS

ESPECIE	REPRESENTANTE	TIPO DE SN
Celenterados	Inferior: Hidra	Distribución Difusa

Tabla 2.3. Cuadro que describe los celenterados

Poseen una célula sensorial superficial con función receptora y efectora a la vez.

Algunas de las células de revestimiento de los epitelios se han especializado en reaccionar a unos determinados estímulos externos (células sensitivas o aferentes) y han desarrollado unas prolongaciones que le permiten interactuar con otras células (también ubicadas en la membrana) que también se han especializado,

particularmente en contraerse. En los seres mas avanzados de esta especies aparecen otras células que forman unos conglomerados.

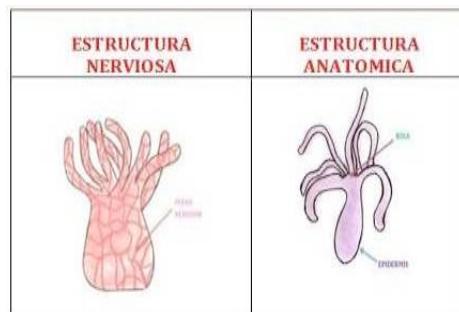


Figure 2.4. Ilustración de los celenterados simples (HIDRA)

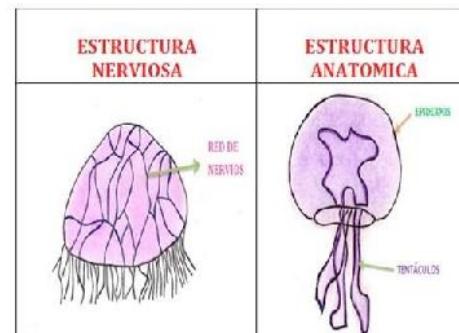


Figure 2.5. Ilustración de los celenterados compuestos

ESPECIE	Equinodermos
REPRESENTANTE	Estrella del mar
TIPO DE SN	Distribución anular

Tabla 2.4. Cuadro que describe a los equinodermos

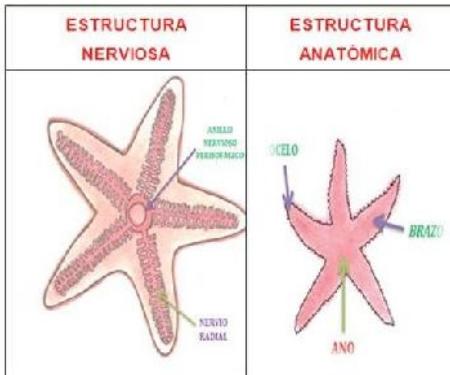


Figure 2. 6. Ilustración de los equinodermos (ESTRELLA DE MAR)

Tienen un ganglio nervioso central en forma de anillo pentagonal, que emite cinco troncos nerviosos ramificados simétricamente en cada una de las extremidades. Tienen un plexo superficial, en la base del epitelio o debajo de él. Presenta concentraciones: anillo perioral y cinco nervios radiales. Con carácter sensorial. En los Crinoideos y Asteroideos también aparecen centros motores asociados al sistema perihemal.

ESPECIE	REPRESENTANTE	TIPO DE SN
Platelminto	Tenia	Simetría Bilateral
Nematelminto	Triquina	Disposición Metamérica
Anélidos	Lombriz De Tierra	Centralización (Primitivo SNC)

Tabla 2. 5. Cuadro que describe a los platelmintos, anelidos y nematelmintos.

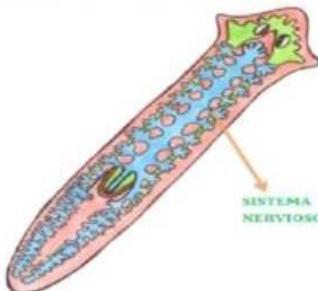


Figure 2. 7. Ilustracion de los Platelmintos (TENIA)

Platelmintos: Sencillo sistema nervioso bilateral que recorre el cuerpo

Nematelmintos: Presentan un anillo nervioso alrededor de la del que parten cordones faringe longitudinales nerviosos.

Anélidos: cadena nerviosa ventral desde la cual los nervios laterales salen hasta cada metámero.

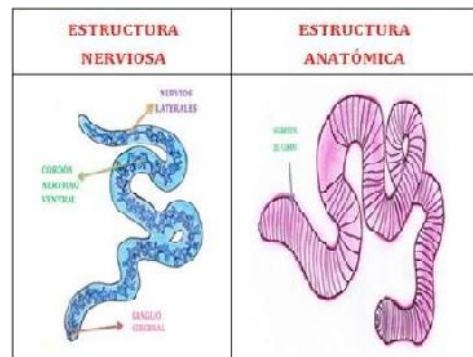


Figura 2. 8. Ilustracion de los Anaelidos (LOMBRIS DE TIERRA)

ESPECIE	Moluscos
REPRESENTANTE	Caracol
TIPO DE SN	Disposición Ganglionar

Tabla 2. 6. Cuadro que describe a los moluscos.

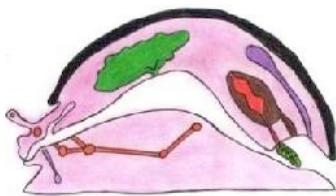


Figura 2. 9. Ilustracion de los Moluscos (CARACOL)

Comprende un anillo periesofágico del cual salen dos pares de cordones nerviosos hacia atrás, uno hacia el pie y el otro hacia la masa visceral. Los órganos de los sentidos comprenden ojos (muy complejos en loscefalópodos), estatocistos (sentido del equilibrio) y quimiorreceptoras, como los osfradios (situados en las branquias), papilas y fosetas olfatorias en la cabeza y el órgano subradular (asociado a la rádula).

El grado máximo de cafalización se da en loscefalópodos, en los que se puede hablar de un auténtico cerebro, protegido por un cráneo cartilaginoso.

ESPECIE	REPRESENTANTE	TIPO DE SN
Insectos	Escarabajo, mosca, saltamontes	Disposición Segmentaria
Miriápodos	Ecolopendra, ciempiés, milpiés	
Crustáceos	Centollo, gamba, percebe, galera, cangrejo del río, langostino	
Arácnidos	Alacrán, escorpión, tarántula, opilliom	

Tabla 2. 7. Cuadro que describe a los artrópodos.

Consiste en una doble cadena de ganglios segmentados que corre a lo largo de la superficie ventral. Las cadenas dobles comienzan rodeando el esófago y terminan en tres partes fusionados de ganglios dorsales, los que constituyen un cerebro, desempeñando varias funciones especializadas. Sin embargo, muchas actividades de los artrópodos son controladas al nivel de cada segmento, como los anélidos. Por ejemplo, aun después de eliminar el cerebro, los miembros de diversas especies pueden moverse, comer y llevar a cabo otras funciones normalmente. De hecho, en los artrópodos en general, el cerebro parece actuar no tanto como un estimulador de la acción del animal, si no como inhibidor. Los telerreceptores, como el aparato visual, permiten encontrar el alimento y descubrir al enemigo a grandes distancias.¹

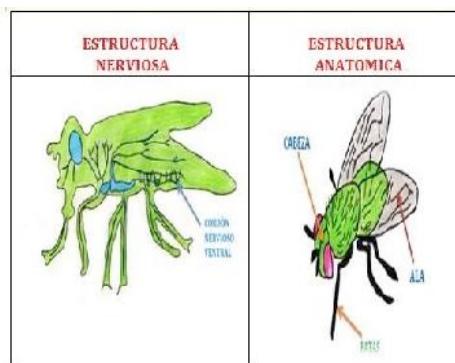


Figura 2. 10. Ilustracion de los Artrópodos.

En el sistema nervioso de los gusanos, moluscos y artrópodos se evidencia una organización de fibras gigantes, formadas por el axón de una neurona o por las prolongaciones de varias células nerviosas.

Este dispositivo neuronal incrementa la velocidad de conducción del impulso nervioso.

- Son de sexos separados.
- Un cordón nervioso que da lugar al cerebro y a la espina neural.
- Los cordados presentan endostilo o su homólogo la glándula tiroideas

LOS CORDADOS

Considerado uno de los grupos más antiguos y de mayor éxito evolutivo habiendo conquistado casi todos los hábitats posibles por su gran poder de adaptación. Son un filo que pertenece al reino animal se conoce casi 65.000 especies actuales. Proviene del latín (<<Chordata>> cuerda, cordón).

Caracterizado por:

- Presentar un cuerpo segmentado con tres capas germinales.
- La notocorda o notocordio es una estructura elástica que sirve de sostén.

En algunos animales está toda la vida, mientras que en los vertebrados es remplazada por la columna vertebral.

• Un Sistema Nervioso hueco que recorre la columna vertebral desde la cabeza hasta la cola. Se encuentra por encima de la notocorda.

• Hendiduras branquiales en la parte anterior del tubo digestivo y que en los animales más primitivos se usa para la respiración y en los más evolucionados no cumplen ninguna función.

- Un sistema digestivo completo.
- Una cola posnatal en algunos ha desaparecido.
- Posición ventral del corazón y vasos sanguíneos.
- Musculatura segmentada.

ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO DE LOS CORDADOS

El ANFIOXO:

Pertenece a un Subfilo de los cordados, es un intermediario entre los vertebrados y los invertebrados. Muy primitivo y de tamaño pequeño, transparente y de forma piciforme. Guarda un enorme parecido a las características propias del ser humano, por poseer médula espinal, músculos transversales que pueden ser observados por su transparencia. Además no posee cráneo y tiene un Sistema Nervioso formado por una cuerda dorsal que no está protegida por vértebras. Los nervios generales somatosensibles se distribuyen en la epidermis y músculos del animal, los nervios motores inervan estructuras musculares conocidas como miotomas. A través del neuroporo anterior el tubo neural mantiene la comunicación con el agua circundante que pudiera funcionar como primitivo receptor olfatorio. De la superficie ventral del encéfalo nacen escasos nervios pares que se distribuyen por las regiones branquiales y poseen función sensitiva y motora.²

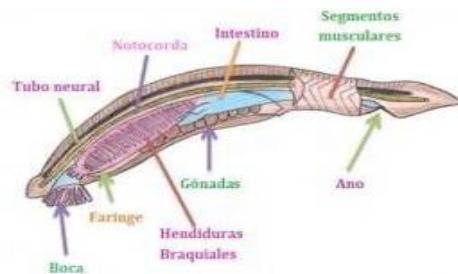


Figura 2. 11. Ilustracion de los Anfioxos.

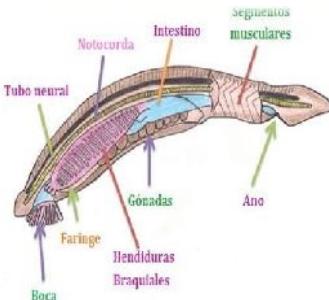


Figura 2. 12. Ilustracion de los Anfioxos

FILOGENIA DEL SISTEMA NERVIOSO

ESPECIE	TIPO SISTEMA NERVIOSO	EJEMPLO	
1. Protozoarios			
	Irritabilidad (Taxia)	Ameba	
2. Metazoarios			
Poríferos - Espongiarios	Neuroide	Esponja de mar	
Celenterados	Distribución difusa (primer indicio de sistema nervioso)	Inferior	Hodra de mar
	Distribución Sistemática Multilateral	Superior	Medusa, Anemona de mar
Equinodermos	Distribución anular		Estrella de mar
Platelminto	Simetría bilateral		Tenia
Nematelminto	Disposición matemática		Triquina
Anélidos	Centralización (Primitivo SNC)		Lombriz de tierra
Molusco	Disposición Ganglionar		Caracol
Insectos	Disposición Segmentaria		Mosca, Escarabajo
Miriápodos			Ciempies, Milpies
Crustáceos			Langostino, Cangrejo de rio
Arácnidos			Alacrán, Tarántula

Tabla 2. 8. Cuadro que describe a los diferentes tipos de sistema nervioso que existen y que han ido evolucionando siendo nuestra especie la mas desarrollada

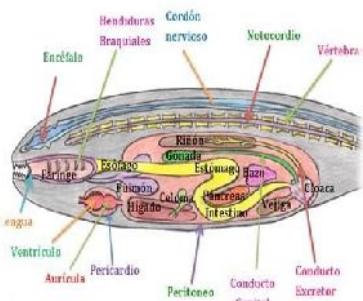


Figura 2.13. Ilustración de los Vertebrados (Pez)

Los vertebrados constituyen los cordados más evolucionados su cuerpo esta dividido en:

- Cabeza
- Cuerpo
- Cola

También presentan generalmente cuatro extremidades de tipo aleta o pata.

Recalcando todos los Sistemas Nerviosos de los vertebrados desde los peces hasta mamíferos tienen la misma estructura básica.

El Sistema Nervioso es de tipo tubular, la parte cefálica del tubo es ancha y da lugar al Encéfalo mientras que la parte posterior alargada consiste en la Médula Espinal. A medida que el encéfalo comienza a diferenciarse surgen tres protuberancias en el extremo anterior:

Prosencéfalo O Encéfalo Anterior	Que controla el sentido del olfato
Mesencéfalo O Encéfalo Medio	Que se encarga del sentido de la vista.
Rombencéfalo O Encéfalo Posterior	Responsable del oído, del equilibrio y del gusto.

Tabla 2.9. Cuadro que describe las funciones de las vesículas primarias

Al igual que los cordados, Los vertebrados superiores presentan:

- Una neurona sensitiva primaria o aferente.
- Una neurona motora.
- Muchas neuronas de asociación o internunciales.

Pero además se desarrollan otras estructuras nerviosas como son:

- Centros nerviosos.
- Centros segmentarios sensitivos.
- Centros segmentarios motores
- Centros supra segmentarios.

EVOLUCIÓN DE LAS VESÍCULAS ENCEFÁLICAS

Después de una nueva división se originaron cinco vesículas:

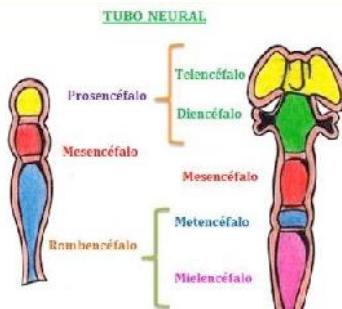


Figura 2.14. Ilustración del Tubo Neural

EL PROSENCÉFALO: significa por delante del encéfalo, da lugar en el adulto al cerebro. Este se divide en:

- Telencéfalo
- Diencéfalo

Telencéfalo: formado principalmente por corteza cerebral, ganglios basales,

sistema límbico y en su superficie presenta numerosos surcos llamados circunvoluciones. Se halla relacionado íntimamente con el olfato vinculado a la localización del alimento, de la compañera sexual y del enemigo. Sin embargo el telencéfalo de los peces consta de una masiva concentración neural de núcleos basales llamada cuerpo estriado y de una capa dorsal de naturaleza epitelial, el pallium. Dicho pallium en los vertebrados superiores está invadido de células nerviosas que conforman un manto gris superficial llamado corteza cerebral. En los anfibios el pallium está poblado por auténticas células nerviosas.

DIENCÉFALO: Se encuentra entre el telencéfalo y el mesencéfalo. Origina al tálamo y al hipotálamo. Tálamo: cumple una de las funciones más importante, interviene en los sistemas sensoriales a excepción del olfativo.

Hipotálamo: La función nejo del sistema interno, más relevante es el del homeostasis o equilibrio interno. Este control lo hace a través de dos vías: La Vía endocrina y La Vía de S.N.A. El Mesencéfalo no se divide. La funciones mas importantes son la de integrar la información visual con otras informaciones, transmitir la información auditiva, y el control involuntario del tono muscular.

El Rombencéfalo: Rodea al cuarto ventrículo. Cumple funciones muy importantes como es coordinar la actividad motriz, la postura, el equilibrio y

los patrones del sueño, y regula funciones inconscientes como la respiración y la circulación de la sangre. Origina el:

Metencéfalo

Mielencéfalo

METENCÉFALO: formado por la protuberancia por delante y el cerebelo por detrás.

Cerebelo: Su estructura es como una versión miniatura del encéfalo. Interviene en el mantenimiento de una postura errecta y la ejecución de movimientos coordinados.

En los peces el cerebelo es relativamente grande, en las aves está desarrollado seguramente debido a la habilidad para el vuelo que requiere movimientos coordinados, en los mamíferos es muy voluminoso su importancia se debe a la gran destreza que tienen estos animales para coordinar movimientos y mantener la postura. Protuberancia o puente: situado entre el mesencéfalo y el bulbo raquídeo.

Sirve de vía para las fibras nerviosas entre la médula espinal, la corteza cerebral y cerebelosa.

MIELENCEFALO: Consta de una estructura muy importante el bulbo raquídeo (médula oblongada). **Bulbo Raquídeo:** situado entre la médula espinal y la protuberancia. Aquí en esta estructura se va a localizar el centro de control de las funciones cardiacas, respiratorias, vasoconstrictoras y el tono de los músculos esqueléticos.



Figura 2. 15. Ilustración de la Evolución de las Vesículas Encefálicas

SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO DE LOS VERTEBRADOS

Los vertebrados tienen pares raquídeos y pares craneales. Poseen nervios sensitivos, motores y mixtos. Los ganglios sensitivos periféricos poseen la siguiente distribución:

- Ganglios raquídeos, dispuestos en cadena longitudinal y segmentaria a cada lado de la médula espinal.
- Ganglios anexos a los pares craneales como el Ganglio de Gasser del nervio trigémino.

Son considerados neuronas sensitivas periféricas, las células bipolares de la retina y aquellas células receptoras del epitelio olfatorio.

ONTOGENIA DEL SISTEMA NERVIOSO

¿QUÉ ES ONTOGENIA?

Es una ciencia rama de la biología que proviene del griego (<<on, ontos, >> el ser y <<genesi>> origen) estudia el desarrollo de los seres vivos desde la concepción es decir desde la fecundación

del óvulo por el espermatozoide hasta la fase adulta.

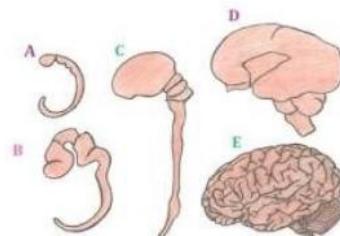


Figura 2. 16. Ilustración del Desarrollo del Sistema Nervioso.

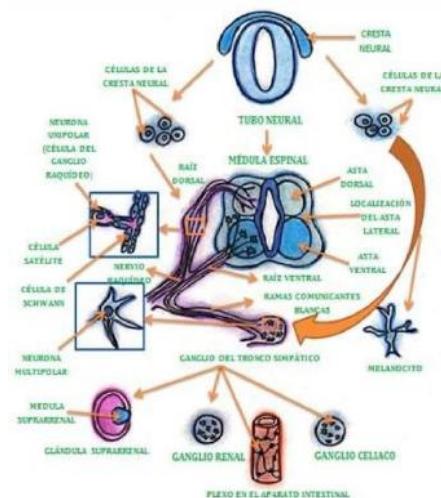
El Sistema Nervioso va a poseer una parte central el Sistema Nervioso Central que está constituido por la Médula Espinal y el Encéfalo, una parte periférica el Sistema Nervioso Periférico que incluye nervios craneales y raquídeos con sus ramas, y el Sistema Nervioso Autónomo o vegetativo que está formado por neuronas que inervan al músculo liso y cardíaco y otra parte que interactúa con el medio ambiente (Sistema Nervioso de la vida de relación o de la vida animal).

Una vez formada las tres capas germinativas que dan origen a todos los órganos y estructuras corporales, el ectodermo se diferencia en dos componentes: el ectodermo superficial que da origen a la piel y órganos anexos y el neuroectodermo que da origen a todo el sistema nervioso, excepto las microglías que tiene origen mesodérmico.

El neuroectodermo origina dos componentes:

A. TUBO NEURAL: Sistema Nervioso Central.

B. CRESTA NEURAL: Sistema Nervioso Periférico.



Al comenzar la tercera semana, la notocorda en desarrollo y el mesodermo adyacente estimulan al ectodermo que está encima de ellos. Este proceso de inducción hace que el neuroectodermo se engruesa y forme así, la Placa Neural. Los bordes laterales de esta Placa se elevan y forman los pliegues neurales esto se produce alrededor del día 18 del desarrollo. Los pliegues neurales se elevan aun más, se acercan a la línea media, luego se fusionan, esta fusión se inicia en la región cervical (quinto somita) y continúa en dirección cefálica y caudal y forman así El Tubo Neural, (esto sucede alrededor de los finales de la tercera semana). La fusión de los pliegues neurales no es simultánea y hasta que se completa este proceso. Los extremos abiertos del tubo neural se comunican con la cavidad amniótica a través de los neuroporos craneal (anterior) y caudal (posterior).

El cierre del neuroporo craneal (anterior) se produce en el período de 18 a 20 somitas en el vigesimoquinto día y el extremo caudal (posterior) en el vigesimoséptimo día en el período de 25 somitas. El cierre de ambos neuroporos coincide con el establecimiento de la circulación sanguínea hacia el tubo neural. En consecuencia el Sistema Nervioso Central es una estructura tubular cerrada, en el mismo se distingue inmediatamente dos partes fundamentales:

PORCIÓN ENCEFÁLICA DEL TUBO NEURAL: Es la parte superior más voluminosa situada en la cabeza del embrión y de la que derivará el Encéfalo. Aparece gracias a procesos de proliferación neuronal, migración, organización, diferenciación celular y mielinización.

PORCIÓN MEDULAR DEL TUBO NEURAL: Es la parte más estrecha y larga, situada en el tronco del embrión y de la que derivará la Médula Espinal. Con el cierre completo del tubo neural la porción encefálica crece de forma desigual dando lugar a tres dilataciones separadas por dos estrangulaciones. A estas dilataciones se les denomina Vesículas Encefálicas Primarias que de arriba a abajo se denominan:

Prosencéfalo (vesícula cerebral anterior)

Mesencéfalo (vesícula cerebral media)

Rombencéfalo (vesícula cerebral Posterior)

Se continúa con el desarrollo y al tener que acomodarse en la región craneal, la porción encefálica se ve obligada a incurvarse a nivel del Mesencéfalo dando

lugar a la primera curvatura luego aparece una segunda curvatura entre el Rombencéfalo. Cuando el embrión tiene cinco semanas de desarrollo, estas tres vesículas se transforman en cinco por división del Prosencéfalo y Rombencéfalo. El Prosencéfalo crece más a nivel de sus paredes laterales que del resto, de tal manera que aparecen lateralmente dos nuevas Vesículas denominadas VESICULAS TELENCEFALICAS, separadas por un surco cóncavo en dirección craneal. El Prosencéfalo toma ahora las denominaciones de Vesículas Telencefálicas, sus partes laterales y Diencéfalo su parte central. Seguidamente tiene lugar otro proceso de incurvación a nivel de la parte media del Rombencéfalo dando lugar a la CURVATURA PONTINA. Esta curvatura permite dividir el Rombencéfalo en dos partes: a la parte más craneal se la denomina METENCEFALO y a la más caudal MIELENCEFALO.

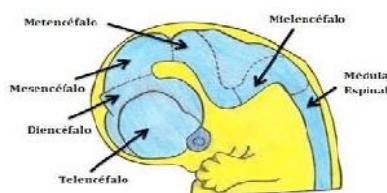


Figura 2. 18. Ilustración de las cinco vesículas encefálicas.

Prosencéfalo Se Subdivide	Telencéfalo Que origina	Corteza cerebral. Cerebro olfatorio. Cuerpo estriado.
	Diencéfalo Que origina	Tálamo óptico Hipotálamo Subtálamo Epítálamo Metatálamo
Mesencéfalo	Sin subdivisiones Que origina	Pedúnculos cerebrales (delante) Lamina cuadrigemina (detrás).
Rombencéfalo Se Subdivide	Metencéfalo Que origina	Protuberancia anular (delante) Cerebelo (detrás)
	Mielenencéfalo Que origina	Bulbo raquídeo

Figura 2. 10. Cuadro que describe a las vesículas encefálicas secundarias.

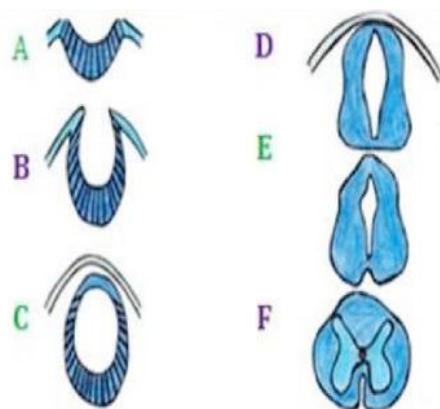


Figura 2. 19. Ilustración del Desarrollo Embriológico de la Médula Espinal.

La médula espinal es un cilindro de sustancia gris y sustancia blanca que se extiende desde el hueso occipital hasta el borde inferior de la segunda vértebra lumbar esto en el adulto, ya que en el embrión humano de 8 semanas y media, la médula termina a nivel de la primera vértebra coxígea, a los 4 meses y medio de la vida intrauterina el extremo inferior de la médula está situado a la altura de la cuarta vértebra lumbar y en el momento del nacimiento a nivel de la tercera vértebra lumbar.

Después del proceso de neurulación, el tubo neural forma una estructura separada totalmente de la cavidad amniótica, cuya pared está constituida por un epitelioseudoestratificado denominado neuroepitelio. Esta capa da origen a todas las neuronas y neuroglías (astrocitos y oligodendrocitos) de la médula espinal.

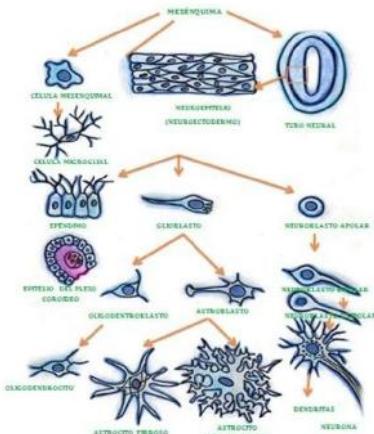


Figura 2. 20. Ilustración del Las diferentes celulas del sistema nervioso

Durante la quinta semana, las células neuroepiteliales proliferan y producen un aumento en longitud y diámetro del tubo neural. SE PUEDEN OBSERVAR TRES CAPAS:

Zona Ventricular:

Origin a neuronas y células macrogliales.

Zona Del Manto :

Formada por neuroblastos. Constituye las sustancia gris de la Médula Espinal.

Zona Marginal :

Formada por los axones de las neuronas . Se constituirá la sustancia blanca de la médula espinal.

ZONA DEL MANTO

La multiplicación de los neuroblastos de la zona del manto constituye dos regiones:

1.- Las placas basales:

Engrosamiento ventral, incluyen los somas de las motoneuronas que posteriormente constituirán las astas anteriores de la médula espinal.

2.- Las placas alares

Engrosamientos dorsales, corresponden a regiones sensitivas que se diferenciarán en las astas posteriores de la médula espinal.

Un surco longitudinal el surco limitante, es la que señala el límite entre ambas placas.

La placa del techo y la placa del piso que corresponde a las porciones dorsal y ventral de la línea media del tubo neural no poseen neuroblastos y constituyen vías para las fibras nerviosas que cruzan la médula espinal de un lado al otro

Entre las astas ventral y dorsal de los segmentos torácicos hasta el segundo o tercero lumbar de la médula espinal se acumulan neuronas que formarán el asta lateral o intermedia, que contiene neuronas del Sistema Nervioso Autónomo..

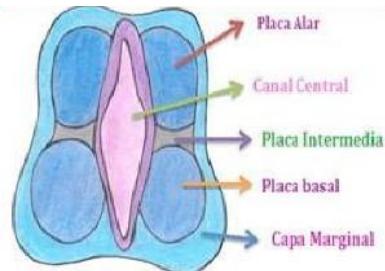


Figura 2. 21. Ilustración del La Medula Espinal.

MENINGES

El esclerotoma (mesénquima) que rodea el tubo neural se condensa para formar la meninge primitiva, de esta se originará la duramadre (Paquimeninges).

A esta meninge primitiva se le añaden las células provenientes de la cresta neural

para formar la capa interna denominada, leptomeninges (aracnoides y piámide).

Al unirse estas capas los espacios llenos de líquidos que existen entre las leptomeninges, dan lugar al espacio subaracnoideo.

El líquido cefalorraquídeo (LCR) embrionario inicia su formación a lo largo de la quinta semana de desarrollo.

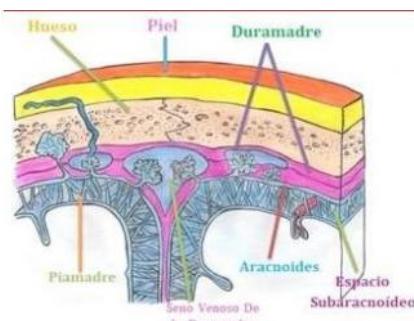


Figura 2.22. Ilustración de Las Meninges

Sistema nervioso periférico

Las células de este sistema se originan de la Cresta Neural.

Los Nervios Craneanos

Se originan alrededor de la cuarta semana de desarrollo. Estos doce nervios se originan en el tronco del encéfalo a excepción de los nervios olfatorio y óptico.

Los Ganglios Sensitivos

Se desarrollan a partir de la cresta neural y en las placodas ectodérmicas.

SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO O VEGETATIVO

Las células de este sistema se originan de la Cresta Neural.

Las funciones principales del SNA son las de mantener constante el medio interno del organismo y regular el funcionamiento de los órganos de acuerdo con las exigencias del medio ambiente.

El SNA se divide en dos porciones en una simpática y en otra parasimpática.

EL Sistema Nervioso Simpático:

Se origina en la quinta semana de desarrollo.

EL Sistema Nervioso Parasimpático:

Las fibras preganglionares se originan de células ubicadas en el tronco encefálico y la región sacra de la médula espinal.

Las fibras posganglionares se originan en neuronas derivadas de las células de la cresta neural.³

Taller

1.- ¿Qué es Filogenia del Sistema Nervioso. Explíquelo :

2.- Mediante un Cuadro , Dibuje y Explique la Filogenia del Sistema Nervioso en Invertebrados.

3.- Mediante tebrados. un Cuadro . Dibuje y Explique la Filogenia del Sistema Nervioso en Vertebrados

4.- ¿Qué es Ontogenia del Sistema Nervioso. Explíquelo :

Referencia Bibliográfica

- 1.- QUITEROS ROUNTREE, Milton. Neuroanatomía Funcional .2 Edición. Guayaquil: Editorial Andina,
- 2.- TÓRTORA, Gerar d J. y DERRICKSON, Bryan. Principios de Anatomía YFisiología. 11 Edición. México: Editorial
- 3.- EMBRIOLOGIAMÉDICA,Sadler Langman,11Edición.México: Editorial Médica Panamericana, 2007.350 Embriología clínica. Moore- Persaud. Quinta edición.

Organización Anatómica del Sistema Nervioso

En este capítulo nos dedicaremos a la organización del Sistema Nervioso con el fin de dar a conocer las estructuras que componen este sistema y su anatomía de forma general.

INTRODUCCIÓN

El Sistema Nervioso Adulto pesa : 1,5 a 2 KiloGramo (equivale 2 - 3 % del peso corporal). Es la parte de los seres vivos que se encarga de controlar todos los procesos:

1.- de comunicación del organismo con el medio externo (**SENSIBILIDAD**),

2.- de las respuestas que el mismo organismo genera de acuerdo a los estímulos externos (**MOTRICIDAD**),

3.- de la manera que el organismo controla sus propios procesos internos (**AUTÓNOMO**), entre otras funciones.

Consiste en una red intrínseca y altamente organizada de miles de millones de neuronas, células gliales y fibras nerviosas. Se encuentra protegido por tejido conectivo meníngeo (Meninges) que

se dispone de afuera hacia adentro de la siguiente manera:

1. Duramadre, duro y fibroso
2. Aracnoides, contenida en el espacio subdural junto a los espacios subaracnoideos (en los cuales fluye el Líquido cefalorraquídeo).
3. Piamadre, que se relaciona íntimamente con el tejido nervioso.

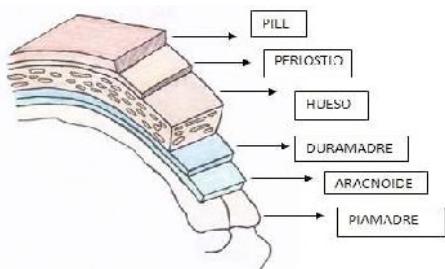


Figura 2.22. Ilustración de las Meninges del Sistema Nervioso

El Sistema Nervioso junto con el Sistema Nervioso Endocrino (SISTEMA NEURO ENDOCRINO) son los encargados de mantener la homeostasis corporal , conservando las condiciones controladas dentro de los límites normales para mantener la vida.

SISTEMA NERVIOSO	SISTEMA ENDOCRINO
RESPONDE CON RAPIDEZ	RESPONDE MAS LENTO
IMPULSOS NERVIOSOS (POTENCIALES de ACCION)	LIBERACION de HORMONAS
A TRAVES DE LOS NERVIOS	A TRAVES DE LA SANGRE

Tabla 3.1. Barrera hematoencefálica.

EMBRIOLOGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO

Embriológicamente , el sistema nervioso se desarrolla a partir del tubo neural .

En la 3 ra semana de desarrollo , hay 3 vesículas encefálicas (Cerebro Primitivo) :

- Cerebro anterior (PROSENCEFALO)
- Cerebro Medio (MESENCEFALO)
- Cerebro Posterior (ROMBENCEFALO)

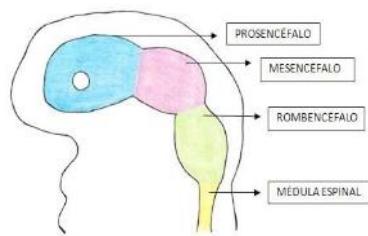


Figura 3.2. Ilustración de la Médula Espinal (liberación de bendorfinas).

En la 5 ta. Semana de desarrollo, tanto cerebro anterior como posterior se divide en :

- Cerebro Anterior : TELENCEFALO Y DIENCÉFALO.
- CEREBRO MEDIO: NO HAY CAMBIOS .
- CEREBRO POSTERIOR: METENCÉFALO Y MIELENCEFALO¹

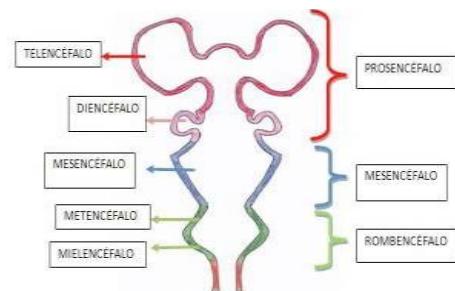


Figura 3.3. Ilustración de las Vesículas Encefálicas del Sistema Nervioso

FUNCIONES DEL SISTEMA NERVIOSO

El funcionamiento del Sistema Nervioso siempre se lo ha comparado con el funcionamiento de una computadora , pues, necesita recibir estímulos de los receptores (esteroceptores, propioceptores e interoceptores) que se envía a través de los nervios sensitivos (aferentes) al Sistema Nervioso Central (ENCEFALO Y MÉDULA ESPINAL) donde se analiza , procesa e integra esta información una respuesta que viaja a través de los motores (eferentes) hacia los efectores (y se elabora nervios músculos,glándulas) para ejecutar una acción .

Función sensitiva: Estos detectan los estímulos tanto interno como externo, existen neuronas denominadas sensitivas o aferentes que transportan la información hacia el encéfalo y la médula espinal a través de los nervios craneales y espinales.

• Función Integradora: este sistema integra “procesa” la información sensitiva analizando (Encéfalo y médula espinal), conservando parte de esta y tomando

Sistema Nervioso Central	Cerebro Anterior o PROSENCEFALO	Telencéfalo	Corteza cerebral Núcleos basales y sistema límbico
		Diencéfalo	Tálamo Hipo tálamo Sub tálamo Epi tálamo Meta tálamo
		Cerebro Medio o MESENCEFALO	Mesencéfalo
		Cerebro Posterior o ROMBENCEFALO	Metencéfalo Protuberancia o Puente de Varolio Cerebelo
			Mielencéfalo Bulbo raquídeo o Medula Oblongada
Sistema Nervioso Periférico	Sistema Nervioso Somático		Neuronas Sensoriales Neuronas Motoras
	Sistema Nervioso Autónomo		Simpático Parasimpático
	Sistema Nervioso Entérico		Plexo de Auerbach Plexo de Meissner

Tabla 3.2. Clasificación del Sistema Nervioso Central Y Sistema Nervioso Periferico

decisiones para efectuar la respuesta apropiadas. Interneuronas (asociación).

- Función Motora: Despues del estímulo sensorial, el sistema nervioso puede generar una respuesta motora adecuada (contraer un músculo, glándula). Las neuronas que cumplen esta función se llaman Neuronas Motoras o Eferentes. Las neuronas transmite información desde el cerebro hacia la médula espinal a los efectores (músculos, glándula) a través de los nervios craneales y espinales.

de impulsos nerviosos eléctricos (potencial de acción) en respuesta a estímulos.

- Conducción: Ya generado el impulso nervioso (potencial de acción), este se propaga de un punto al siguiente por la membrana plasmática , este viaje se debe a la presencia de canales iónicos específicos de la membrana

- Plasticidad: Capacidad para cambiar sobre la base de la experiencia, para modificar sus patrones de conexión sináptica para modificar sus rutas de interconexión.²

Propiedades del Sistema Nervioso

- Excitabilidad eléctrica: Común en las fibras musculares, consiste en la generación

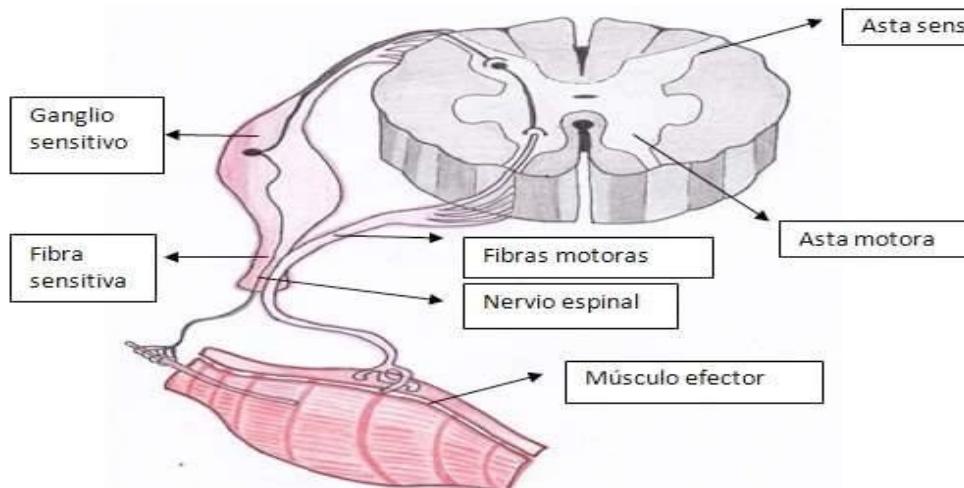


Figura 3.4.- Ilustración del Impulso Nervioso

BREVE DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS DEL SISTEMA NERVIOSO

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL cerebro
Anterior (prosencéfalo)

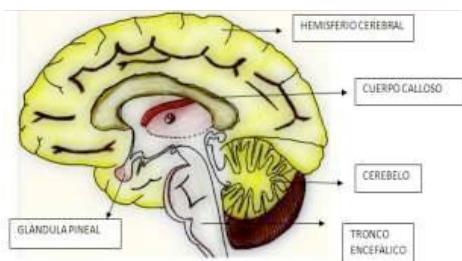


Figura 3.5.- Ilustración de la Cara Medial del Cerebro

Cerebro:

Es la parte más grande del encéfalo, consta de dos hemisferios cerebrales conectados entre sí por el cuerpo calloso (masa de sustancia blanca).

Los hemisferios están formados por una capa externa (Corteza cerebral) de

sustancia gris, y una capa interna de sustancia blanca con núcleos grises en su interior (Núcleos Basales)

La Corteza cerebral mide 2 a 4 mm de espesor y contiene miles de millones de neuronas. La corteza presenta pliegues o circunvoluciones, separados por Cisuras y surcos.

La Cisura Interhemisférica divide al cerebro en mitad derecha y mitad izquierda (hemisferios cerebrales)

- Lóbulos del Cerebro:

Son 4 (frontal, parietal , temporal, occipital) separados por 3 Cisuras :

Cisura Central (Cisura de Rolando) separa el lóbulo Frontal del Lóbulo Parietal.

Cisura Lateral (Cisura de Silvio) separa el lóbulo Frontal del Lóbulo Temporal.

Cisura Parietooccipital Externa separa el lóbulo Parietal del Lóbulo Occipital.

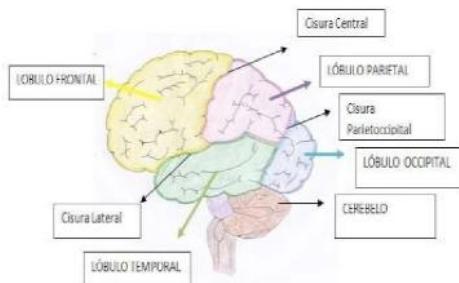


Figura 3.6. Ilustración de la Cara Medial del Cerebro

• Tálamo Óptico:

Mide alrededor de 3 cm de largo. Representa el 80% del Diencéfalo. Se halla en el centro del cerebro, encima del hipotálamo. Constituido por masas ovaladas en forma de núcleos (sustancia gris). Un puente de sustancias gris, la comisura gris intertalámica, une las mitad derecha e izquierda del tálamo.

El tálamo óptico es una estación de relevo sensitivo. Los impulsos nerviosos provenientes del exterior hacen una escala a nivel talámico, estableciendo sinapsis antes de proseguir su recorrido hacia la corteza cerebral.

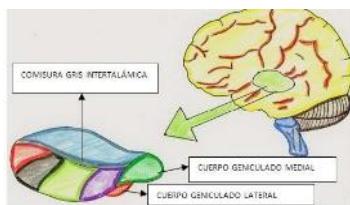


Figura 3.7. Ilustración del Talamo

Hipotálamo:

Es una pequeña parte del Diencéfalo situada por debajo del tálamo. Es el encargado de controlar tanto al sistema nervioso autónomo como al sistema

endocrino. Es el órgano principal encargado del control de la HOMEOSTASIS CORPORAL. Encontramos centro para regular hambre, sed, temperatura, además, regula las emociones, el comportamiento y otras funciones del organismo, así mismo, contiene unas docenas de núcleos nerviosos formados por neuronas.

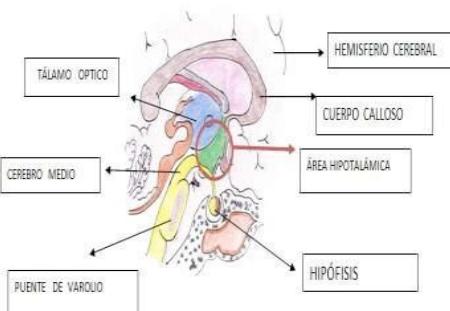


Figura 3.8. Ilustración del Hipotalamo

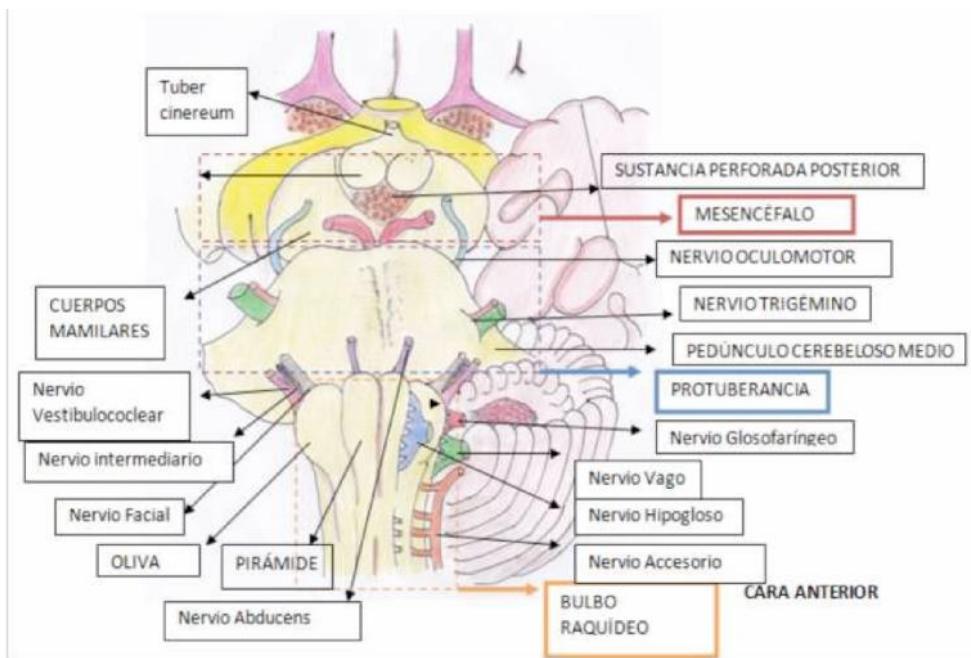


Figura 3.9. Ilustracion del Tronco Encefalico cara anterior

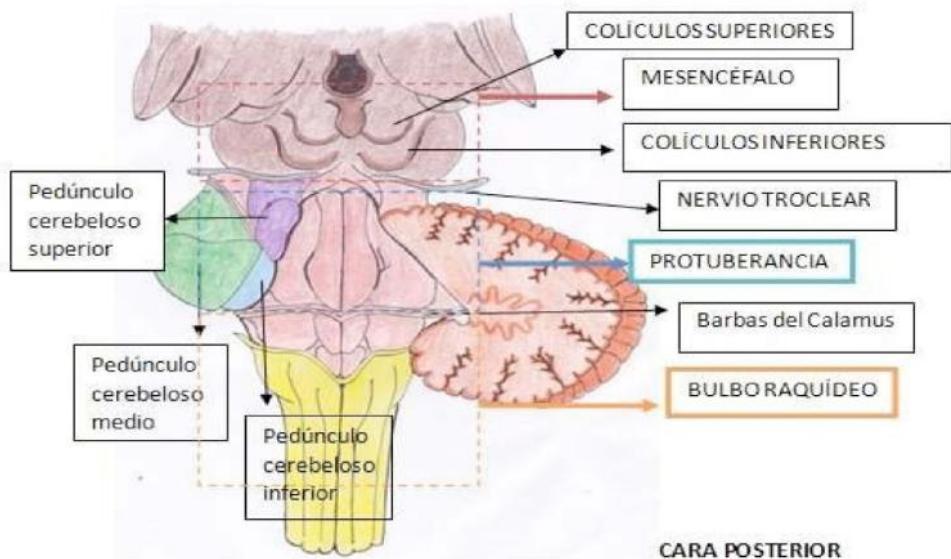


Figura 3.10. Ilustracion del Tronco Encefalico cara posterior

Se extiende desde el Diencéfalo hasta la protuberancia. Mide 2 cm de largo.

Es atravesado por el acueducto de Silvio (acueducto cerebral) que está lleno de líquido cefalorraquídeo . Comunica el tercero con el cuarto Ventrículo.

En su interior encontramos núcleos de origen de los 4 nervios craneales: Nervio trigémino (V), Nervio Abducens (VI), Nervio Facial (VI), Nervio Vestibulo-

En su interior , encontramos núcleos de origen 3 er y 4 to. Par Craneal.

Parte anterior: Contiene un par de tractos llamados Pedúnculos Cerebrales actúan como vías, donde pasan los axones de las neuronas motoras de los haces que conducen los impulsos nerviosos desde el cerebro hacia la médula espinal.

Parte Posterior: presenta 4 elevaciones redondeadas (Tubérculos Cuadrigéminos o colículos):

- 2 Colículos Superiores actúan como centro de reflejos visuales,
- 2 Colículos Inferiores forman parte de la vía auditiva

Cerebro Posterior (ROMBENCEFLO)

Protuberancia Anular:

También llamado "Puente Tronco encefálico" o "Puente de Varolio"

Situado debajo del mesencéfalo , encima del bulbo raquídeo y por delante del cerebelo. Mide alrededor de 2.5 cm de largo.

Tiene como función conectar la médula espinal, el bulbo raquídeo con

estructuras superiores como los hemisferios cerebrales y cerebelosos.

En su interior encontramos núcleos de origen de los 4 nervios craneales: Nervio trigémino (V), Nervio Abducens (VI), Nervio Facial (VI), Nervio Vestibulo coclear (VIII)

Bulbo Raquídeo o Médula Oblongada:

Forma la parte inferior del "Tronco encefálico" y se continúa con la porción superior de la medula espinal. Mide 2,5 a 3 cm de largo.

Se extiende desde el borde inferior de la protuberancia hasta el nivel del agujero occipital. Su forma es cónica (triangular) de base superior, y vértice inferior.

Contiene las pirámides bulbares que están compuestas por haces de fibras nerviosas provenientes de la corteza cerebral.

Sus funciones son la transmisión de impulsos de la médula espinal al cerebro y viceversa. También se localizan las funciones cardíacas, respiratorias y vasoconstrictoras.

En su interior, encontramos núcleos de origen del noveno, décimo, undécimo y duodécimo pares craneales.

CEREBELO

Al cerebro se lo puede estudiar de distintas maneras:

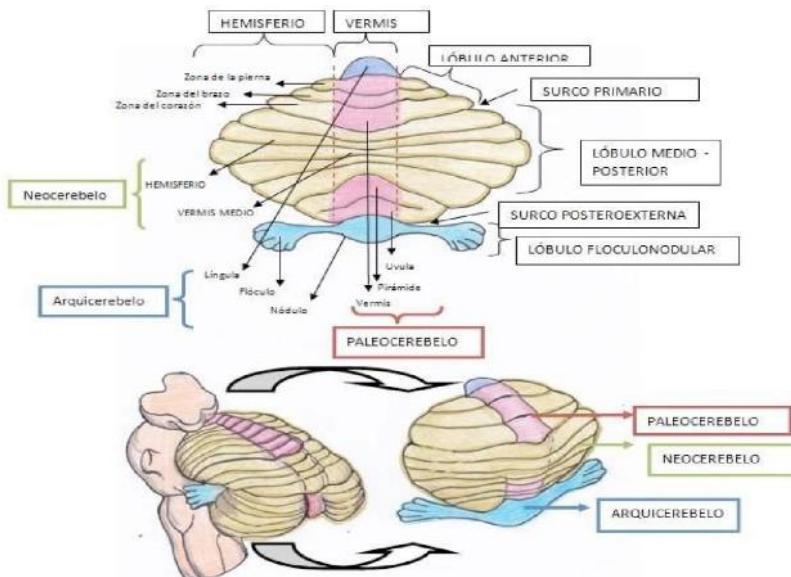


Figura 3.11. Ilustración del Cerebelo.

- Según su anatomía en: Hemisferios cerebelosos

*Vermis

- Según su filogenética en:

*Arquicerebelo (relacionado con el equilibrio)

*Paleocerebelo (relacionado con el tono muscular)

*Neocerebelo (relacionado con la coordinación motora) es el más desarrollado en el ser humano.

- Según su histología en:

*Sustancia blanca

*Sustancia gris

El cerebelo es una masa de tejido nervioso que se halla en la región posterior del encéfalo entre los hemisferios cerebrales y el tronco encefálico; este consiste en dos hemisferios unidos por un vermis central. Esta estructura se une al tronco encefálico

mediante tres haces de fibras nerviosas llamadas pedúnculos, que pueden ser:

1. Superior
2. Medio
3. Inferior

MÉDULA ESPINAL

La médula espinal se presenta como un largo cordón de sustancia nerviosa, alojado en el conducto óseo vertebral, del cual emanan los nervios espinales que se ramifican por los distintos aparatos.

La médula espinal tiene forma cilíndrica ligeramente aplanada en su parte anterior. La médula presenta dos curvaturas:

- a) Cervical de concavidad posterior
- b) Dorsal de concavidad anterior

Longitudinalmente la médula presenta "surcos" que separan los cordones medulares, es decir, que separan la sustancia blanca.

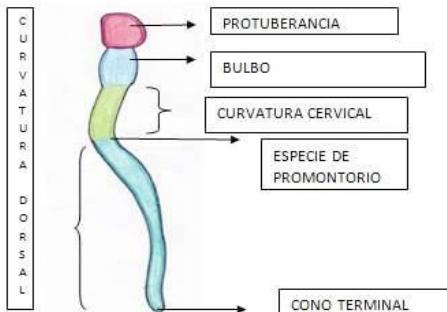


Figura 3.12. Ilustración de la Medula Espinal

Longitudinalmente la médula presenta "surcos" que separan los cordones medulares, es decir, que separan la sustancia blanca.

• Cara Anterior

Se halla el surco medio anterior, que es una hendidura entreabierta que separa los cordones medulares derecho e izquierdo.

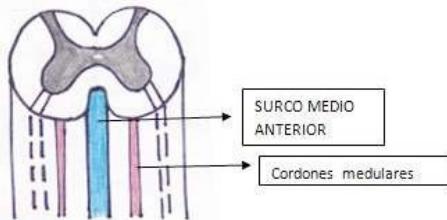


Figura 3.12. Ilustración de la Medula Espinal

Lateralmente

Se hallan las raíces anteriores y posteriores de los nervios raquídeos, que son mixtos (motor y sensitivo)

• Cara Posterior

Se halla el surco medio posterior, que no se encuentra entreabierto pues contiene el tabique medio posterior (tabique neurológico).

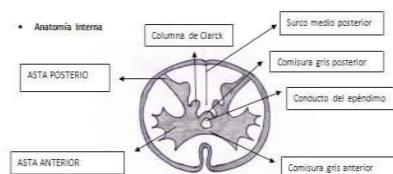


Figura 3.12. Ilustración de la Medula Espinal cara posterior

Internamente la Médula está conformada por:

1. Conducto Central del Epéndimo
2. Sustancia Nerviosa , que puede ser Gris o Blanca.

- Conducto Central del Epéndimo, es un conducto longitudinal que se abre por arriba en el cuarto ventrículo y por debajo en el Filum terminale. Se halla revestido por células ependimarias y contiene Líquido Cefalorraquídeo.

- Sustancia Nerviosa

La sustancia nerviosa se compone de dos porciones:

- A. Central o Gris (en forma de H)
- B. Periférica o Blanca (rodeada por la Piámadre)

A. La Sustancia Gris tiene forma de H, es la que contiene los cuerpos neuronales (soma). Su coloración es debido a los corpúsculos de Nissl. Se lo estudia en tres astas:

1. Anterior, Área Motora (Placa Basal)
2. Media, Área Autónoma
3. Posterior, Área Sensitiva (Placa Alar)

• El Asta anterior derecha e izquierda se unen mediante una faja transversal llamada Comisura Gris anterior.

• El asta posterior derecha e izquierda se unen mediante una faja transversal llamada Comisura Gris posterior.

B. La Sustancia Blanca, es la que se halla rodeando a la gris y está formada por las fibras (axones neuronales o neuritas). Su coloración se debe principalmente a la presencia de la mielina que le da un aspecto blanquecino o amarillento.

Esta se halla dividida en tres regiones o Cordones:

- A. Anterior
- B. Medio
- C. Posterior

Sistema nervioso periférico

Está conformado por todos los elementos nerviosos que no se encuentran dentro de la bóveda craneana ni el conducto óseo vertebral.

Entre estos elementos encontramos:

- Nervios craneales
- Nervios Raquídeos o Espinales
- Sistema Nervioso Somático (Voluntario)
 - i Sistema Nervioso Autónomo (Involuntario - Visceral)

Nervios Craneales

Los nervios craneales nacen del encéfalo, emergen por los agujeros de la base del

cráneo y se distribuyen principalmente en la cabeza, aunque también por el cuello, tórax y abdomen.

Son doce pares:

1. Óptico (Sensitivo)
2. Olfatorio (Sensitivo)
3. Motor ocular común - Oculomotor

(Motor)

4. Patético - Troclear (Motor)

5. Trigémino (Mixto)

6. Motor ocular externo - Abducens

(Motor)

7. Facial (Mixto)

8. Vestibulococlear - Auditivo

(Sensitivo)

9. Glosofaríngeo (Mixto)

10. Neumogástrico - Vago (Mixto)

11. Accesorio de Willis (Motor)

12. Hipogloso Mayor (Motor)

Nervios Espinales o Raquídeos

Los nervios espinales son las vías de comunicación entre la médula espinal y las distintas regiones del organismo.

Dichos nervios nacen de la unión de fibras tanto de la raíz posterior (sensitiva o aferente), como de la raíz anterior (motora o eferente) por lo cual se los denomina mixtos.

Los nervios raquídeos se designan según los segmentos en los que se originan, siendo:

- 8 pares cervicales (C1-C8)
- 12 pares torácicos (T1-T12)
- 5 pares lumbares (L1-L5)
- 5 pares sacros (S1-S5)
- 1 par coxígeo (Cx1)³

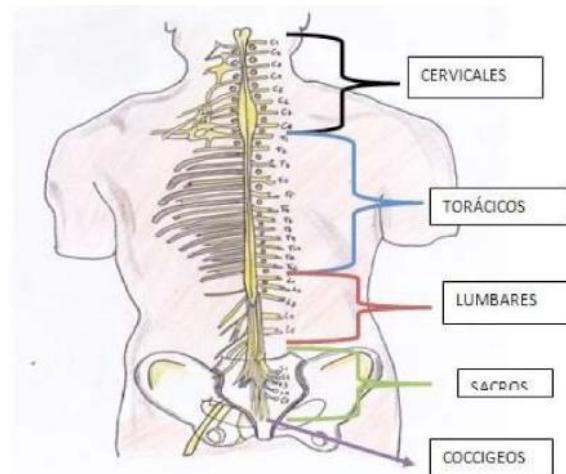


Figura 3.15. Ilustración de los Nervios Raquideos

SISTEMA NERVIOSO	POSEE	PARTES Y FUNCIONES
SOMÁTICO VOLUNTARIO CONCIENTE	Neuronas sensoriales: que captan las sensaciones del exterior y las llevan al Sistema Nervioso Central Neuronas motoras: que transmiten la respuesta desde el SNC al músculo.	Es el encargado de controlar el organismo cuando se produce un estímulo externo y de elaborar la respuesta ante dicho estímulo.
AUTÓNOMO INVOLUNTARIO VISCERAL	Neuronas sensoriales: que captan las sensaciones desde las vísceras y las transmiten al Nervioso Central. Neuronas motoras: que transmiten la información desde el SNC a las vísceras.	Es el encargado de regular las vísceras. Se divide en: Sistema Nervioso Simpático: nos prepara para situación de stress. Sistema Nervioso Parasimpático o Vagal: nos regresa al estado de reposo.
ENTÉRICO	Plexo Submucoso o de Meissner: se localiza en la submucosa y se encarga de la regulación en las secreciones de las glándulas del tubo digestivo. Plexo Mientérico de Auerbach: Se encuentra entre las capas musculares controlando los movimientos intrínsecos gástricos.	Es el encargado de regular el funcionamiento del aparato digestivo.

Tabla 3.3. Sistema Nervioso Periférico

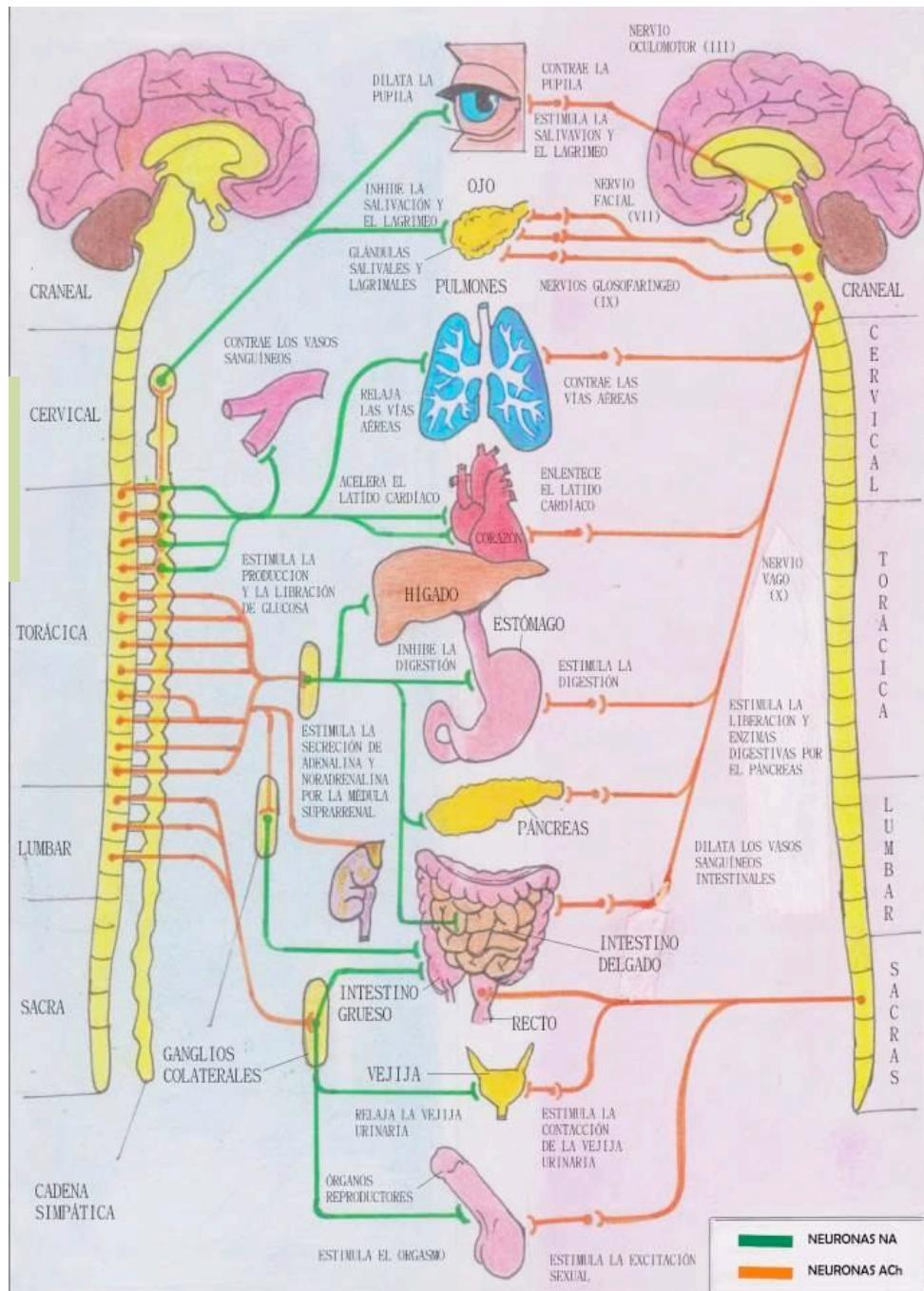


Figura 3.16. Ilustración que muestra las diferentes funcionalidades de los Nervios Craneales

Taller

1.- Describa el concepto y las funciones de las principales partes del SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Encéfalo -----

- Cerebro -----

- Diencéfalo

Tálamo

Hipotálamo

Subtálamo

Epítáalamo

Tronco encefálicoico-----

Mesencéfalo (Cerebro Medio)

Puente de Varolio (Protuberancia Anular)

Bulbo Raquídeo (Medula Oblongada)

Cerebelo-----

Médula espinal-----

2.- Describa el concepto y las funciones de las principales partes del SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO

Nervios craneales (Pares Craneales)

Nervios raquídeos (Pares Raquídeos)

Ganglios sensitivos

Ganglios autónomos

Receptores sensorial

Unidad motora (Placa Motriz Terminal)

3.- Describa el concepto y las funciones de las principales partes del SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

- Simpático (Toraco Lumbar)

- Parasimpático (Cráneo Sacro)

SISTEMA NERVIOSO ENTÉRICO (Cerebro Visceral)

Referencia Bibliográfica

- 1.- Tórtora Derrickson. Principios de anatomía y fisiología. 11^a Edición.
Páginas 408 - 409. Tórtora y Grabowski. Principios de anatomía y fisiología. 9n^a Edición.
- 2.- Guyton & Hall. Fisiología Médica. 11va Edición
- 3.- Snell. Neuroanatomía Clínica. 6ta Edición Paginas 2 -15

Histología del Sistema Nervioso

El estudio de estas estructuras, nos orientará a comprender la transmisión del impulso nervioso mediante las uniones neuronales que permiten que este viaje de neurona a neurona

HISTOLOGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso se encuentra distribuido por todo el cuerpo y con pocas excepciones todos los órganos incluyen componentes nerviosos. En sí, es el sistema de comunicación del cuerpo que recoge los estímulos, los transforma en estímulos eléctricos y los envía a una gran zona altamente organizada de recepción y correlación que los interpreta y luego elabora la respuesta adecuada. Estas funciones son realizadas por células altamente especializadas llamadas neuronas, las mismas que poseen las propiedades de irritabilidad y conductividad muy desarrolladas.

El Sistema nervioso se divide en sistema nervioso central y periférico; el primero está formado por el encéfalo y la médula espinal; y en el sistema nervioso periférico se incluye ganglios nerviosos, nervios - terminaciones nerviosas y órganos sensoriales.

En el SNC las neuronas están sostenidas por un grupo de células que en conjunto se llaman neuroglia, mientras que en el SNP las células de sostén lo conforman las células de Schwann y células satélite.

En el SNC los cuerpos neuronales se encuentran en la sustancia gris, en tanto que la sustancia blanca solo contiene sus prolongaciones. Fuera del SNC los cuerpos neuronales se encuentran en cúmulos llamados ganglios y en regiones sensoriales especializadas como la retina y la mucosa olfatoria.

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL LA NEURONA

Son células que pertenecen al sistema nervioso, se localizan principalmente en el

encéfalo, médula espinal y ganglios, éstas se caracterizan por tener una membrana plasmática excitable, la cual recepta los estímulos y conduce los impulsos nerviosos entre las propias neuronas o con células diferentes tales como las fibras musculares de la placa motora. Su tamaño y forma varían, pueden llegar a medir de 4 a 135 micras, en el individuo maduro las neuronas normales no se dividen ni se reproducen. El cerebro humano presenta unos cien millones de células nerviosas.

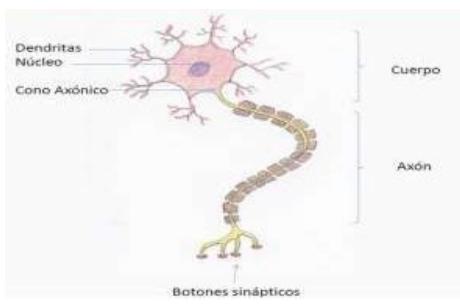


Figura 4.1. Ilustración del Las Neuronas

Pericarion. Está formado por el núcleo y su cito-plasma que lo rodea, junto con las dendritas tiene la función receptora. Es el centro de nutrición de la célula, proporciona organitos y macromoléculas a sus prolongaciones. Mide 135 um, el núcleo es grande, esférico, de posición central, la cromatina es fina y dispersa con un nucléolo grande y prominente, la envoltura nuclear presenta poros y es bien marcada. El gran núcleo vesicular pálido con el nucléolo prominente presentan el aspecto de "ojos de búho".

Cuerpos de Nissl. Constituyen el componente basófilo del citoplasma, aparecen como grumos en todo

el citoplasma y en las dendritas pero faltan en el axón y en el cono axónico. Están formados por pilas de retículo endoplásmico granuloso con polisomas y ribosomas tanto libres como unidos. La presencia de un extenso retículo granuloso, nucléolos prominentes y abundantes mitocondrias se relaciona con la síntesis de nuevas proteínas, las cuales fluyen a lo largo de las dendritas y el axón y reemplazan a las proteínas que se destruyen durante la actividad celular.

Aparato de Golgi. Cuando se observa con microscopio óptico, después de una tinción de osmio y plata, aparece como una red de hebras ondulantes irregulares alrededor del núcleo. Las proteínas producidas por la sustancia de Nissl son transferidas al aparato de Golgi donde se almacenan transitoriamente y se le pueden agregar hidratos de carbono. Las macromoléculas pueden ser empaquetadas para su transporte hasta las terminaciones nerviosas. También se le cree activo en la producción de lisosomas y en la síntesis de membranas celulares.

Mitocondrias: Generalmente pequeñas y redondeadas, poseen habitualmente crestas longitudinales.

Neurofilamentos y neurotúbulos.
Constituyen en el esqueleto de la neurona

Prolongaciones neuronales. Lo constituyen las dendritas (porción receptora) y el axón (porción efectora). Dendritas. En la mayor

parte de las neuronas las dendritas son múltiples y cortas en relación al axón, localizadas cerca del pericarion en el que se originan. Se dividen en ramas primarias, secundarias y de órdenes mayores, suelen ser anchas en su base y se adelgazan hacia las ramas terminales. En ocasiones, las dendritas presentan aspecto de collar de cuentas por poseer muchas prolongaciones pequeñas a manera de espinas, llamadas espinas dendríticas, que están especializadas para el contacto sináptico.

Axón. Es una prolongación cilíndrica única, más delgada, recta y larga que las dendritas de la misma neurona. Se origina del cuerpo neuronal en una región llamada cono axónico que no contiene cuerpos de Nissl. Su tamaño varía desde una fracción de milímetro hasta más de un metro de largo. A lo largo de su trayecto un axón puede presentar o no ramas colaterales. Los axones pueden ser de dos tipos: La Fibra Nerviosa Mielínica es aquella que está rodeada por una vaina de mielina. La vaina de mielina no forma parte de la neurona, sino que está constituida por una célula de sostén. En el sistema nervioso central, la célula de sostén es el oligodendrocito; en el sistema nervioso periférico se denomina célula de Schwann. La vaina de mielina es una capa segmentada discontinua interrumpida a intervalos regulares por los nodos de Ranvier. La Fibra Nerviosa Amielínica se encuentra en: axones pequeños del Sistema Nervioso Central, axones postganglionares

del sistema nerviosos y algunos axones sensitivos finos asociados con la recepción del dolor.

CLASIFICACIÓN DE LAS NEURONAS:

Según el tamaño de las prolongaciones:

- Golgi Tipo I: Tienen el axón largo, generalmente mielínico y un árbol dendrítico bien desarrollado. Ejemplo: Neuronas motoras del asta anterior de la médula espinal; neuronas piramidales de la corteza cerebral y las células de purkinge de la corteza cerebelosa.
- Golgi Tipo II: Tienen el axón corto y no abandonan la zona del pericardio. Ejemplo: Células de la corteza cerebral y cerebelosa.

Según la polaridad: Se clasifican en 3 grupos principales (fig 2):

- Multipolares, con un axón y por lo general dos o más dendritas, en este grupo se encuentran las neuronas motoras y las internunciales (las interneuronas que se encuentran entre las neuronas sensitivas y motoras).

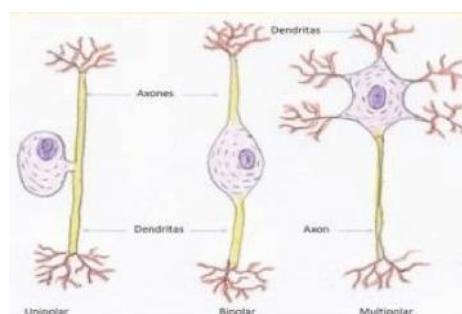


Figura 4.2. Ilustración de la Clasificación de las Neuronas según su polaridad

- Bipolares, que tienen un axón y una dendrita, no son frecuentes, y se hallan en la retina y ganglios vestibulares y coclear del octavo par craneal (auditivo), así como en el epitelio olfatorio.

- Unipolares, con una sola prolongación, son raras, pero están en etapas embrionarias y en los fotoreceptores del ojo. La mayor parte de neuronas en las que en apariencia sale del pericarion una sola prolongación celular son en su origen neuronas bipolares en que las dos prolongaciones se fusionan más tarde en un solo tallo común que, a cierta distancia del soma, se ramifica en forma de Y o de T. Estas son las neuronas pseudounipolares y todas las neuronas sensitivas de los ganglios craneoespinales pertenecen a este grupo.

Según la función: Las neuronas pueden ser:

- Motoras: Son las neuronas multipolares que reciben la información como impulsos que ingresan desde diversas regiones por las dendritas y aún el soma y emiten la información hacia las glándulas, músculos y otros efectores por vía del axón constituyendo así una fibra eferente.

- Sensitivas: Se ubican en el SNP a nivel de los ganglios raquídeos y emiten una proyección larga con todo el aspecto de un axón. Este axón es en realidad una vía aferente, que trae hacia el ganglio información proveniente de la periferia (receptores ubicados en los órganos de los sentidos, fibras desnudas en los epitelios,

los, etc.), la información corresponde a sensaciones de dolor, temperatura, tacto y presión entre otras. Del ganglio, la proyección corta ingresa a la médula espinal o al encéfalo en donde se produce la elaboración de la respuesta a través de una neurona motora. Las neuronas sensitivas son morfológicamente pseudomonopolares. Otras neuronas ubicadas en las redes sensitivas se presentan en el SNC y son resolutivas en cuanto a que reciben la información, la procesan y determinan la vía de salida. Estas neuronas se encuentran en grupos o asociaciones denominadas núcleos grises, ubicados por debajo de la corteza cerebral, en el diencéfalo o en la base del cerebro y cerebelo.

- Interneuronas: O también llamadas neuronas internunciales, son neuronas pequeñas bipolares ubicadas en medio de una red neuronal, tal como si fueran "estaciones de relevo" de una vía. Se las encuentra en todo el SNC comunicando neuronas sensitivas y motoras. Segundo el mediador químico: Las neuronas pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Colinérgicas: Liberan Acetilcolina
- Noradrenérgicas. Liberan norepinefrina
- Dopaminérgicas: Liberan dopamina
- Serotoninérgicas: Liberan serotonina
- Gabaérgicas: Liberan ácido gamma-aminobutírico
SINAPSIS.

Las neuronas se organizan en redes y sistemas. El contacto entre ellas se realiza a

través de contactos funcionales altamente especializados denominados sinapsis. Estos contactos pueden ocurrir entre diversas partes de las neuronas como se describe a continuación (fig 4.3).

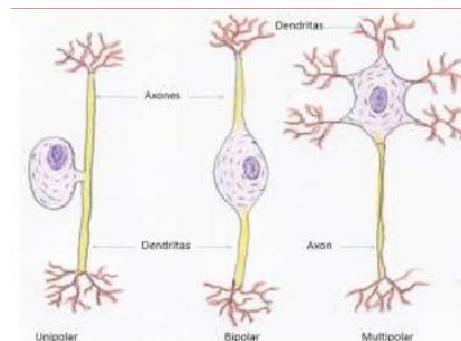


Figura 4.3. Ilustración de los tipos de sinapsis según los sitios de contacto de la neurona

un mediador químico o neurotransmisor. En este tipo de sinapsis no hay despolarización y la dirección de la transmisión está determinada por la fluctuación de los potenciales de membrana de las células interconectadas. Las sinapsis eléctricas son poco frecuentes en el ser humano y muy frecuentes en los mamíferos inferiores (fig 4.4).

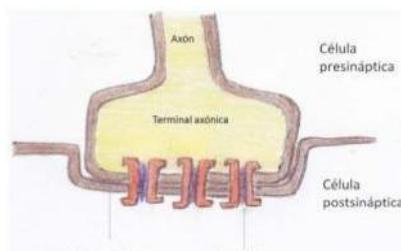


Figura 4.4. Ilustración de la Sinapsis Eléctrica

Axosomática: Es la sinapsis entre un axón y un soma. **Axodendrítica:** Es la sinapsis ocurrida entre un axón y una espina dendrítica. **Axespinodendrítica:** Es la sinapsis entre un axón y una espina dendrítica.

Aoxónica: Sinapsis entre dos axones. **Dendrodendrítica:** Sinapsis entre dos dendritas.

Somatosomática: Sinapsis entre dos somas.

Dendrosomática: Sinapsis entre soma y una dendrita.

Las sinapsis dependiendo de los neurotransmisores pueden ser de dos tipos:

Sinapsis eléctrica: La señal eléctrica pasa en forma directa a la célula adyacente por una unión comunicante de baja resistencia, no es necesario la presencia de

Sinapsis química: En el ser humano, la mayoría de sinapsis son de tipo químico, en ellas el impulso se transmite mediante un mediador químico o neurotransmisor que hace de puente entre las dos neuronas, se difunde a través del estrecho espacio y se adhiere a los receptores, que son moléculas especiales de proteínas que se encuentran en la membrana postsináptica.

Típicamente una sinapsis consta de un elemento presináptico (el botón); la hendidura sináptica, estrecho espacio extracelular de 20nm y un elemento postsináptico (por lo general una dendrita o un soma). En una sinapsis las membranas presinápticas y postsinápticas están paralelas entre sí, separadas por la hendidura sináptica, que se ve cruzada por filamentos finos que conectan las

hojas externas de ambas membranas a veces con material denso que divide la hendidura. En el botón presináptico se encuentran cúmulos de vesículas cargadas de neurotransmisores junto con organelas como las mitocondrias, retículo liso, neurotúbulos, neurofilamentos y material denso en relación a la superficie citoplasmática de la membrana presináptica.

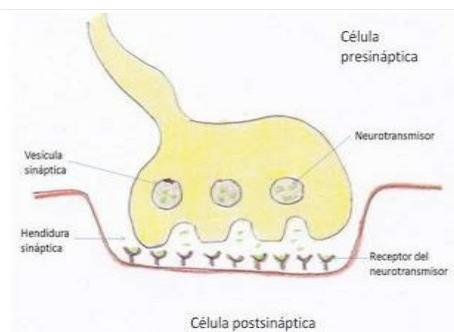


Figura 4.5. Ilustración de la Sinapsis Química

Cuando llega un potencial de acción a la terminal axónica, la membrana sufre despolarización, entra calcio a la terminación y esto ayuda a que las vesículas se aproximen a la membrana, luego se unan y liberan el neurotransmisor hacia la hendidura sináptica. Este neurotransmisor se une luego al receptor de la membrana postsináptica para abrir canales en ella y despolarizarla. La descripción que acabamos de hacer es de una sinapsis de tipo simétrica porque el espacio de la hendidura sináptica es de 20nm, en tanto que cuando la hendidura es más ancha de 30nm, estamos hablando de una sinapsis asimétrica, donde además la membrana

postsináptica es notablemente más gruesa. Hay experimentos que sugieren que la sinapsis simétrica es inhibidora mientras que la asimétrica es excitadora.

Clasificación de los neurotransmisores: Según su composición química los neurotransmisores pueden ser:

- Colinérgicos: acetilcolina
- Adrenérgicos: que se dividen en catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina) e indolaminas (serotonina, melatonina e histamina)
- Aminoacidérgicos: GABA, Taurina, glicina, glutamato y aspartato.

• Peptidérgicos: endorfina, encefalina, vasopresina, oxitocina, neuropéptido y, sustancia P, somatostatina, colecistoquinina, hormona luteinizante, gastrina y enteroglucagón.

• Radicales libres: oxido nítrico, monóxido de carbono, adenosin trifosfato y ácido araquidónico.

Principales neurotransmisores:

1. Acetilcolina: Se localizan en:
 - a. Neuromas motoras en la médula espinal: unión neuromuscular
 - b. Proscencéfalo basal: numerosas áreas de la corteza Interneuronas en el cuerpo estriado
 - c. Sistema nervioso autónomo: neuronas preganglionares del SNA simpático y parasimpático, y postganglionares del parasimpático
2. Dopamina: Se localiza en:
 - a. Sustancia negra: vía nigroestriada del cuerpo estriado, sistema límbico y numerosas áreas de la corteza

- b. Núcleos arcuato del hipotálamo: hipófisis anterior a través de las venas portales.
- 3. Noradrenalina: Se localiza en:
 - a. Lucas Ceruleus de la protuberancia: Sistema límbico, hipotálamo, corteza
 - b. Bulbo raquídeo: Locus ceruleus, médula espinal
 - c. Neuronas posganglionares del sistema nervioso simpático
- 4. Serotonina: Se localiza en:
 - a. Núcleos del rafe protuberancial: múltiples proyecciones
 - b. Bulbo raquídeo/Protuberancia: asta posterior de la médula espinal
- 5. Ácido gamma aminobutírico (GABA): Se localiza en:
 - a. Principal neurotransmisor inhibidor del cerebro: Interneuronas corticales muy extendidas y vías de proyecciones largas.
 - b. Glicina: Se localizan en:
 - a. Principal neurotransmisor inhibidor de la médula espinal
 - c. Glutamato: Se localiza en:
 - a. Principal neurotransmisor excitador, localizado por todo el SNC, incluso en células piramidales corticales.
 - d. Aminoácidos glutamato y aspartato: Son los principales neurotransmisores excitatorios del SNC. Están presentes en la corteza cerebral, el cerebelo y la ME.

NEUROGLIA

En el sistema nervioso central las neuronas están sostenidas por algunas

variedades de células no excitables que en conjunto se denominan neuroglía (Neuro=Nervio; Glia=pegamento). Estas células son más pequeñas que las neuronas y las superan en 5 a 10 veces más en número. Hay 4 tipos principales de células neurogliales: los astrocitos y oligodendroctitos que conforman la macroglía; la microglía y el epéndimo. En el sistema nervioso periférico es probable que las células de neurilema (de Schwann), las células capsulares y las células satélites desempeñen las funciones de la neuroglia.

Astrocitos. Tienen cuerpos celulares pequeños con prolongaciones que se ramifican y extienden en todas direcciones. Existen dos tipos de astrocitos: fibrosos y protoplasmáticos (fig 4.6).

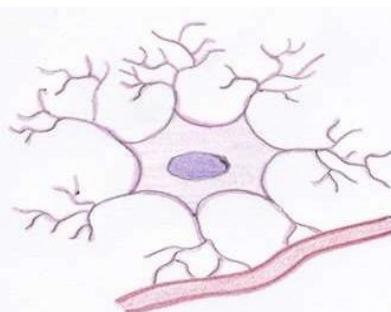


Figura 4.6. Ilustración de los Astrocitos

- **Astrocito fibroso:** Se encuentran principalmente en la sustancia blanca, tienen prolongaciones largas y delgadas, lisas y con pocas o ninguna rama. Sus prolongaciones se unen a los vasos sanguíneos y cumplen con la función de regular las concentraciones extracelulares de potasio.

i) Astrocito protoplasmático: Tiene prolongaciones voluminosas que se ramifican y localizan en la sustancia gris del sistema nervioso central, con sus prolongaciones que se unen a las paredes de los vasos sanguíneos y a la superficie interna de la piamadre por medio de pequeños pies o pedicelos.

Oligodendrocitos. Son más pequeños que los astrocitos, tienen núcleos pequeños con escaso citoplasma que rodea al núcleo y unas cuantas prolongaciones celulares cortas, visto al microscopio tiene la apariencia de huevo frito. Los oligodendrocitos se encuentran en dos localizaciones principales:

1) En la sustancia gris alrededor de las neuronas como células satélite perineurales.

2) En la sustancia blanca, donde forman hileras entre las fibras nerviosas. Otros están en posición perivascular. Son los encargados de la formación de mielina al emitir prolongaciones citoplásmicas semejantes a hojas que se enrollan alrededor de las fibras nerviosas para cumplir la misma función que las células de Schwann en el sistema nervioso periférico (fig 4.7).

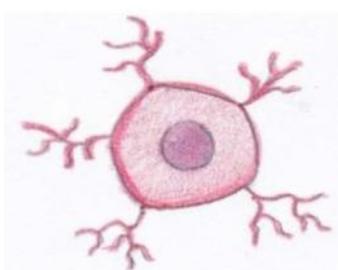


Figura 4.7. Ilustración de los Oligodendrocitos

Microglía: Está formada por células pequeñas con núcleos pequeños de coloración intensa, citoplasma escaso y unas cuantas prolongaciones espinosas cortas. Se encuentran en todo el SNC, a menudo adyacentes a los vasos sanguíneos y realizan las funciones de migración y fagocitosis. Se cree que son de origen mesodérmico. La función de estas células es la de participar en la comunicación y en el metabolismo normal de las neuronas del SNC. Las neuronas están prácticamente envueltas por células gliales y sus prolongaciones, excepto en los lugares para contactos sinápticos (Fig 4.8).

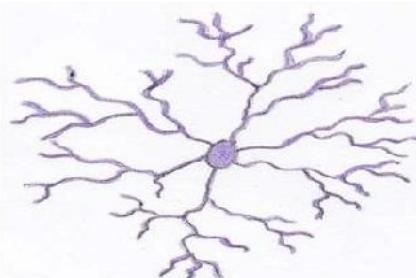


Figura 4.7. Ilustración de la icroglia

Epéndimo: Las células ependimales revisten las cavidades del encéfalo y el conducto central de la médula espinal. Forman una capa única de células cúbicas o cilíndricas que poseen microvellosidades y cílios. Las cílios son móviles y contribuyen al flujo del líquido cefalorraquídeo.²

SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO

El sistema nervioso periférico consta de los tres componentes siguientes:

1.- **Ganglios:** Son pequeños nódulos que contienen cuerpos celulares de neuronas y se encuentran en el trayecto de los nervios (fig 9 y 10)

2.- **Nervios:** Los nervios craneales y espinales que emergen del sistema nervioso central y que recorren todo el cuerpo, conteniendo axones de vías neurales con distintas funciones.

3.- **Terminaciones nerviosas y órganos de los sentidos especiales:** Aquí encontramos los diferentes tipos de terminaciones nerviosas aferentes (sensoriales), en particular de los órganos de los sentidos especiales. Todas las fibras eferentes terminan en células glandulares,



Figura 4.9. Cuerpos Neuronales

Ganglios Raquídeos

Los cuerpos celulares de las neuronas son redondeados. Algunos son muy grandes, hasta 120 um de diámetro, pero otros son pequeños, de unos 15um. Tienen núcleo central, grande que se tiñe de color salta un nucléolo prominente.

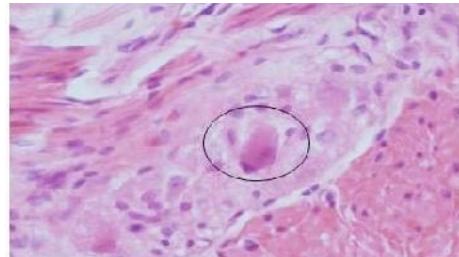


Figura 4.10. Ilustración de los Cuerpos Neuronales periféricos

Su citoplasma contiene cuerpos de Nissl basófilos, que en forma característica están más dispersos que en las células del cuerno anterior de la médula espinal, también poseen pigmento de lipofuccina. Cada uno de los cuerpos ganglionares está separado por el tejido conectivo circundante por una capa de células capsulares o satélites aplanadas, derivadas del ectodermo.

Las prolongaciones proximales de las células ganglionares llegan hasta el haz de fibras de la raíz posterior, donde se dividen en dos ramas, como ya se mencionó. Una de estas pasa a formar parte del nervio raquídeo, por el que llega hasta una terminación aferente, mientras que la otra se dirige hacia el sistema nervioso central por la raíz posterior y llega hasta la raíz posterior de sustancia gris del mismo modo de la médula espinal

NERVIOS

De acuerdo a su origen en el neuroeje, los nervios se clasifican en:

1. Nervios craneanos

2. Nervios espinales

De acuerdo a su función, los nervios se clasifican en:

1. Nervios motores
2. Nervios sensitivos
3. Nervios mixtos

Cada nervio consiste de haces paralelos de fibras nerviosas, que pueden ser axones aferentes o eferentes y están rodeados por vainas de tejido conectivo, lo cual les hace ser relativamente fuertes y resistentes, estas vainas de tejido conectivo se encuentran en orden decreciente de magnitud y envuelven consecutivamente a sus fibras nerviosas.

CONSTITUCIÓN HISTOLÓGICA DEL NERVIO:

El tronco del nervio está rodeado por tres vainas de tejido conectivo:

Epineuro: Es la vaina conjuntiva densa que envuelve periféricamente a todo el tronco nervioso Perineuro: Es la vaina de tejido conectivo que divide al nervio en fascículos nerviosos menores. Endoneuro: Es una lámina de tejido conectivo que separa individualmente a cada fibra nerviosa.

Los 3 tipos de envolturas de tejido conectivo (epineuro, perineuro y endoneuro), están presentes en los ganglios craneales y raquídeos.

Por dentro del endoneuro cada fibra nerviosa está en contacto con una envoltura de vaina celular segmentada, la vaina de

Schwann, la misma que está formada por células de Schwann y es el equivalente a las células de la neuroglía y derivan de la cresta neural. En cada célula de Schwann es posible distinguir dos regiones, una externa en la que se identifica el citoplasma y su núcleo y una capa más interna que es parte de la vaina de mielina y corresponde a la mielina producida por la propia célula de schwann, dichas células mielinizan solo segmentos del axón, ya que para la mielinización completa del nervio, se necesitan varias células de schwann.

Cada vaina de mielina se interrumpe en los nodos de Ranvier que se sitúan entre cada par de células de Schwann y son los puntos en que se ramifican los Axones mielínicos. En cada nodo, el axolema está en contacto con el líquido tisular en vez de estar recubierto por mielina.

La mayor parte de fibras nerviosas son mielínicas y sin embargo también existen fibras nerviosas amielínicas ubicadas en: axones pequeños del SNC, axones pos ganglionares de la porción autónoma del sistema nervioso y algunos axones sensitivos finos asociados con la recepción del dolor.

Corte histológico de los nervios periféricos: Visto al microscopio con coloración de hematoxilina eosina, en un corte transversal se observa el sitio previamente ocupado por la mielina, en forma de pequeños espacios redondos que están vacíos a excepción de la fibra nerviosa que se sitúa hacia un lado de tales espacios. Las fibras nerviosas se

encuentran reunidas enfascículos. En un corte longitudinal u oblicuo, los nervios periféricos de poco calibre presentan un aspecto ondulado característico que se acentúa por la ondulación de los núcleos de sus células de Schwann.

Terminaciones nerviosas

Cada Fibra Nerviosa Periférica termina en una estructura a la que inerva en su función motora y de la que recibe información sensitiva, por lo tanto las terminaciones nerviosas periféricas son tanto aferentes como eferentes.

TERMINACIONES NERVIOSAS AFERENTES

Las fibras aferentes están libres en los tejidos en relación con estructuras especiales denominadas receptores sensoriales. Los receptores sensoriales son terminaciones nerviosas o células especializadas que convierten estímulos del medio ambiente externo o interno en impulsos aferentes, estos impulsos pasan al Sistema Nervioso Central donde se inicien respuestas voluntarias o involuntarias. Se ha tratado de establecer un tipo de clasificación de los receptores sensoriales en base a sus características morfológicas, estos pueden ser: Simples y Compuestos.

1.- Los receptores simples o no encapsulados: Son terminaciones nerviosas

libres ramificadas o no ramificadas, tales como las responsables del dolor cutáneo y la temperatura raramente visibles al microscopio óptico si no se usan técnicas especiales de tinción. Terminaciones nerviosas libres: Se encuentran distribuidas ampliamente por todo el cuerpo. Se localizan entre las células epiteliales de la piel, la córnea y el tubo digestivo y en los tejidos conectivos, que incluyen la dermis, aponeurosis, ligamentos, cápsulas articulares, tendones, periostio, pericondrio, sistema de Havers en el hueso, membrana timpánica, pulpa dental y músculo. Discos de Merckel: Son células capaces de actuar como receptores sensitivos a la presión. Son células especializadas del epitelio estratificado de la epidermis, concentradas en la palma de la mano y la planta de los pies. Las células de Merke germinativa y se asocian a las células epiteliales por medio de desmosomas y su citoplasma se caracteriza por su abundancia en filamentos intermedios de citoqueratina (fig 4.11).

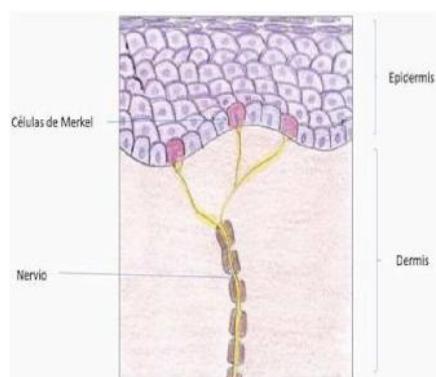


Figura 4.11. Ilustración de los Discos de Meckel.

1.- Receptores de los folículos pilosos:
Las fibras nerviosas se enrollan alrededor del folículo en su vaina de tejido conectivo externa por debajo de la glándula sebácea. Son mecanorreceptores de adaptación rápida. Responden al tacto y detectan movimientos de objetos sobre el cuerpo o su contacto inicial con él.

2.- Receptores compuestos o encapsulados: Los receptores compuestos implican la organización de tejidos no neurales asociados para complementar la función de receptores neurales. El grado de organización puede variar desde una simple encapsula (corpusculos de Vater, Paccini, Rufini, Meissne) agrupaciones altamente sofisticadas fisticadas, tales como el oído y el ojo. El ojo, el oído, los receptores sensoriales del tacto y olfato son descritos como órganos de los sentidos especiales.

Corpúsculo de Vater Paccini: Se encuentran distribuidos por todo el cuerpo (dermis, tejido celular subcutáneo, ligamentos, cápsulas articulares, pleura, peritoneo, pezones y genitales externos). Su forma es ovoide, en su centro está la terminación nerviosa y lo que les rodea es una cápsula con varias laminillas de células aplanadas.

También es un mecanorreceptor que le permite al individuo ser sensible ante las vibraciones (fig 4.12).

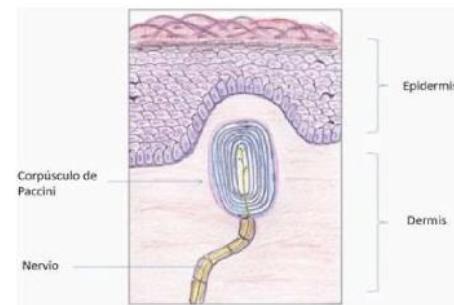


Figura 4.12. Ilustración de los Corpusculos de Paccini.

Corpúsculo de Meissner: Se ubican en las papilas térmicas de la piel (palma de mano y planta del pie). Cada corpúsculo tiene una forma ovoide y consiste en una pila de células de schwann aplanadas de una manera transversal al corpúsculo, éste se encuentra encerrado por una cápsula de tejido conectivo comunicada con el endoneuro de los nervios que entran en él.

Los corpúsculos de Meissner disminuyen con la edad. Son muy sensibles al tacto, su función es permitir al individuo distinguir entre dos estructuras puntiagudas que se encuentren cerca a la piel (fig 4.13).

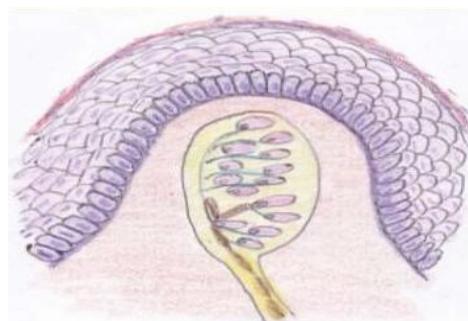


Figura 4.13. Ilustración de los Corpusculos de Meissner

Corpúsculos de Ruffini: Están ubicados en la dermis, son mecanorreceptores de adaptación lenta. Cada corpúsculo es una agrupación de varias fibras nerviosas mielínicas grandes que terminan dentro de un haz de ovillo nervioso.

TERMINACIONES NERVIOSAS EFERENTES

Estas fibras provienen de neuronas motoras del asta anterior de la médula espinal o de los núcleos de los nervios craneales motores del tronco del encéfalo y las fibras terminan en la musculatura estriada esquelética; son fibras mielínicas y se ramifican en las fibras musculares individuales formando las placas motoras terminales.



Figura 4.14. Ilustración de los Corpúsculos de Ruffini

Inervación del músculo esquelético: Está inervado por uno o más nervios. Las extremidades, cabeza y cuello la inervación es única, pero en los grandes músculos la inervación es múltiple.

El hilo neuromuscular es la inervación e irrigación de un músculo que entra en una posición más o menos constante.

El nervio contiene fibras motoras y sensitivas:

Las fibras motoras son de tres tipos:

1) grandes fibras mielínicas alfa: inervan las fibras extrafusales que forman la masa principal del músculo; 2) Pequeñas fibras mielínicas gamma: inervan las fibras intrafusales de los husos neuromusculares y 3) Finas fibras C amielínicas: inervan al músculo liso en las paredes de los vasos sanguíneos.

Las fibras sensitivas son de tres tipos:

1) Fibras mielínicas originadas en las terminales anuloespirales y ramilletes en los husos neuromusculares, 2) Fibras mielínicas originadas en los husos neurotendinosos y 3) fibras mielínicas y amielínicas originadas en distintas terminaciones sensitivas en el tejido conectivo del músculo.³

Taller

1.- Histológicamente explique Cómo está constituido el tejido nervioso y qué función tiene :

2.- ¿Qué es Neurona , Función y Cómo está constituido (Dibújelo):

3.- ¿Qué es Neuroglia , Función , Clasificación y Diferencias entre ellas mediante gráfico:

4.- Explique qué importancia tiene la membrana celular neuronal :

5.- Explique sobre Potencial de Membrana y Potencial de Acción . Grafíquelo:

Referencia Bibliográfica

- 1.- Cormack, D. H.: Histología de Ham, 727:736, Novena Edición, Harper & Row Publishers Inc., México, 1987.
- 2.- Lesson T, Lesson C., Paparo A., Texto Atlas de Histología, Mc Graw Hill Interamericana, México, D.F, 1990.
- 3.- Piuzzi, María L. - Trindade De Veglia, Hilda M, - Civetta, JulioD.
- Mansilla, Iván, "Morfología de las Terminaciones Nerviosas Periféricas", Universidad Nacional del Nordeste, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2005, Resumen: M-0401

Sistema Nervioso Central

Médula Espinal

En este capítulo estudiaremos la médula espinal, su anatomía, fisiología así como la fisiopatología de las principales anomalías que se presentan en esta tan importante y asombrosa estructura del sistema nervioso central

OBJETIVOS

- Comprender la macroscopía y microscopía de la médula espinal.
- Analizar las funciones de los distintos tractos ascendentes y descendentes.
- Comprender la importancia funcional y fisiológica de la médula espinal.

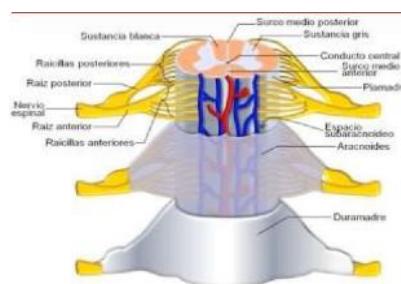


Figura 5.1. Ilustración de la Medula Espinal Raíz Anterior y Raíz Posterior

La médula espinal corresponde a la principal vía para ambos sentidos entre el encéfalo y la piel, las articulaciones y los músculos; además la médula contiene redes neuronales responsables de la locomoción.

Para su estudio, la médula está dividida en cuatro porciones (cervical, torácica, lumbar, sacrococcígea) que corresponde a las vertebras.

La médula espinal de forma cilíndrica, empieza en el agujero occipital en el cráneo, donde se continua con el bulbo raquídeo del encéfalo hacia arriba, y en el adulto termina en el borde inferior de la segunda vértebra lumbar; en el niño termina en

el borde inferior de la tercera vértebra lumbar, ocupa los dos tercios superiores del conducto raquídeo de la columna vertebral y está rodeado por tres meninges: duramadre, aracnoides y piamadre. El líquido cefalo raquídeo que rodea la médula y que se encuentra en el espacio subaracnoides, le proporciona protección.

En la región cervical, donde da origen al plexo braquial y en las regiones torácicas inferior y lumbar, donde da origen al plexo lumbosacro, la médula espinal se agranda, estos dos engrosamientos se denominan: intumescencia o engrosamiento cervical y lumbar. En su parte final, la médula espinal presenta el cono medular, y desde su vértice desciende una prolongación de la piamadre, el filum terminal, que se fija en la superficie posterior del cóccix.

En la línea media, por delante, la médula posee una fisura longitudinal profunda, la fisura media anterior y sobre la superficie posterior un surco poco profundo, el surco medio posterior.

En toda la longitud de la médula hay 31 pares de nervios espinales fijos por las raíces anteriores o motoras y las raíces posteriores o sensitivas. Cada raíz nerviosa posterior posee un ganglio de la raíz posterior, cuyas células dan origen a las fibras nerviosas periféricas y centrales.

Estructura

La médula espinal está compuesta por un centro interior de sustancia gris rodeado por una cobertura exterior de sustancia blanca.

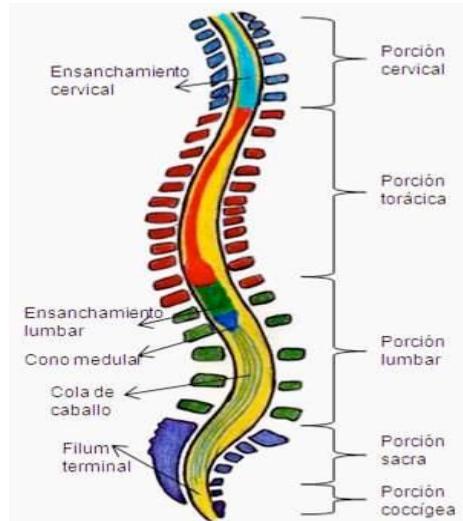


Figura 5.2. Ilustración de la Médula Espinal conformación externa

SUSTANCIA GRIS

En un corte transversal, la sustancia gris se observa en forma de H con las columnas o astas grises anteriores y posteriores unidas por una delgada comisura gris que contiene el conducto central; presenta una columna gris lateral en los segmentos torácicos y lumbares superiores de la medula espinal.

Estructura

Consiste en una mezcla de células nerviosas y sus prolongaciones, neuroglia y vasos sanguíneos. Presenta tres porciones

- Astas anteriores(MOTORAS)
- Astas laterales
- Astas posteriores (SENSITIVO)

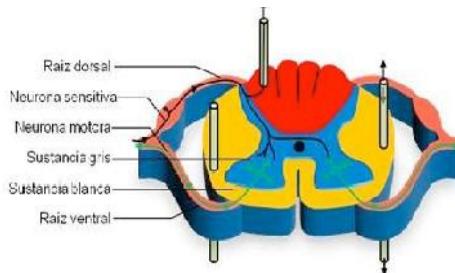


Figura 5.3. Ilustración de la Medula Espinal Raíz Dorsal y Raíz Ventral

COMISURA GRIS Y CONDUCTO CENTRAL

En los cortes transversales de la médula espinal las columnas grises anteriores y posteriores de cada lado están conectadas por una comisura gris transversa, por lo que la sustancia gris se asemeja a una H. En el centro de la comisura gris se encuentra el conducto central (EPÉNDIMO). La porción de la comisura gris que se encuentra por detrás del conducto, se denomina comisura gris posterior; la porción que se ubica por delante del conducto se denomina comisura gris anterior.

El conducto central está presente en toda la médula espinal. Por arriba se continúa con el conducto central de la mitad caudal del bulbo raquídeo y por encima de este se abre en la cavidad del cuarto ventrículo. En la parte inferior, en el cono medular, el conducto central se expande hacia el ventrículo terminal y finaliza abajo, dentro de la raíz del filum terminal. El conducto central está lleno de líquido cefalorraquídeo y está revestido de epéndimo que es epitelio cilíndrico ciliado.¹

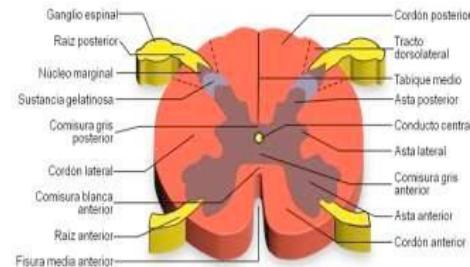


Figura 5.4. Ilustración de la Medula Espinal Raíz Anterior y Raíz Posterior

SUSTANCIA BLANCA

La sustancia blanca se divide en columnas o cordones anteriores, laterales y posteriores.

Estructura

Consiste en una mezcla de fibras nerviosas, neuroglía y vasos sanguíneos; rodea la sustancia gris y su color blanco se debe a la proporción elevada de fibras nerviosas mielinicas.

MICROSCOPIA TRACTOS ASCENDENTES DE LA MÉDULA ESPINAL

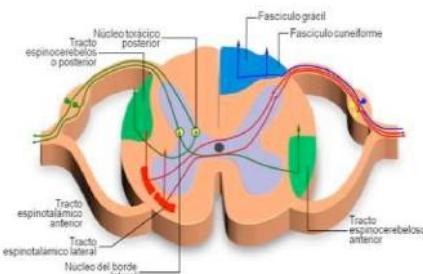


Figura 5.5. Ilustración de la Microscopia de la Médula Espinal

Al ingresar a la médula espinal las fibras nerviosas sensitivas se ordenan y se distribuyen en haces o tractos nerviosos en la sustancia blanca. Algunas de las fibras nerviosas sirven para vincular diferentes segmentos de la médula, mientras que otras ascienden de la médula hasta los centros superiores y así conectan la médula espinal con el encéfalo. Los haces de las fibras ascendentes se denominan tractos ascendentes.

Los tractos ascendentes conducen información aferente que puede llegar o no a la conciencia. La información puede dividirse en dos grupos principales: exteroceptiva, que se origina fuera del cuerpo, como: dolor, temperatura, tacto; y propioceptiva, que se origina dentro del cuerpo como en músculos o articulaciones.

Organización anatómica

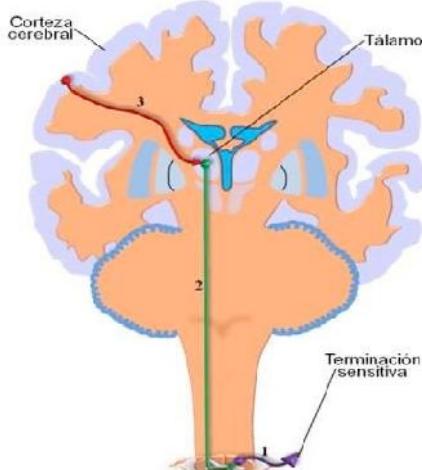


Figura 5.6. Terminaciones nerviosas sensitivas periféricas, conducidas a través del sistema nervioso por una serie neuronas.

La información general proviene de las terminaciones nerviosas sensitivas periféricas, es conducida a través del sistema nervioso por una serie neuronas.

- Neurona de primer orden

Tiene su cuerpo celular en el ganglio de la raíz posterior del nervio espinal. Una prolongación periférica se conecta con una terminación receptora sensitiva, mientras que una prolongación central entra en la médula espinal a través de la raíz posterior para hacer sinapsis con la neurona de segundo orden.

- Neurona de segundo orden

Originaria del talamo que se decusa (cruce hacia el lado opuesto) y asciende hasta un nivel superior del SNC, y hace sinapsis con la neurona de tercer orden.

- Neurona de tercer orden

Se encuentra en el talamo y origina una fibra de proyección que se dirige a una región sensitiva de la corteza cerebral.

Funciones de los tractos ascendentes

Los tractos ascendentes conducen impulsos desde los receptores de dolor, térmico, táctiles, musculares y articulares, hacia el encéfalo. Parte de esta información alcanza un nivel consciente (corteza cerebral), y otra parte es destinada a centros subconscientes (cerebelo).

VÍAS PARA EL DOLOR Y LA TEMPERATURA

Tracto espinotalámico lateral

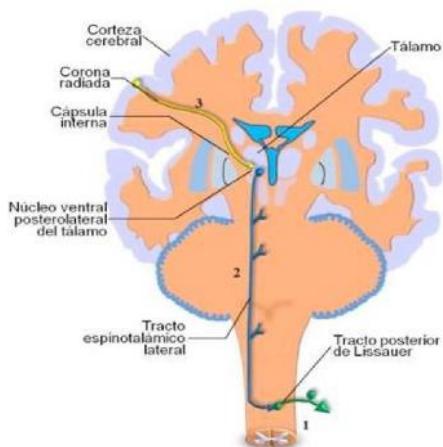


Figura 5.7. Ilustración del Tracto Espinotalámico Lateral

Los receptores del dolor y la temperatura presentes en la piel y otros tejidos son terminaciones nerviosas libres. Los impulsos dolorosos son transmitidos hacia la médula espinal en dos tipos de fibras:

- Fibras de tipo A delta: Las fibras de conducción rápida, alertan al individuo ante un dolor agudo inicial
- Fibras de tipo C: Las fibras de conducción lenta, son responsables del dolor quemante prolongado.

Las sensaciones de calor y frío también viajan a través de fibras A delta y C.

Los axones que entran por el asta posterior se dividen en ramos ascendentes y descendentes.

Estos ramos discurren una distancia de uno o dos segmentos de la médula espinal

y forman el tracto posterior de Lissauer. Estas fibras de primer orden hacen sinapsis con células de la columna gris posterior.

Los axones de las neuronas de segundo orden cruzan en dirección oblicua hacia el lado opuesto en las comisuras gris y blanca anteriores dentro de un segmento medular y ascienden en la columna blanca anterolateral como el tracto espinotalámico lateral. A medida de que este tracto asciende a través de la médula espinal se agregan nuevas fibras a la cara anteromedial del tracto, por lo que en los segmentos cervicales, las fibras sacras son laterales y las fibras cervicales son mediales.

Cuando el tracto espinotalámico lateral asciende a través del bulbo raquídeo, está acompañado por el tracto espinotalámico anterior y el tracto espinotectal, que forman el lemnisco espinal. Muchas de las fibras del tracto espinotalámico lateral terminan haciendo sinapsis con neuronas de tercer orden en el núcleo ventral posterolateral del tálamo. Se cree que aquí es donde se aprecian las sensaciones dolorosas y térmicas protopáticas y se inician las reacciones emocionales.

Los axones de las neuronas de tercer orden en el núcleo ventral posterolateral del tálamo pasan por el brazo posterior de la cápsula interna y la corona radiada para alcanzar el área somestésica en la circunvolución poscentral de la corteza cerebral. Desde aquí la información es transmitida a otras regiones de la corteza cerebral para ser utilizada por las áreas motoras y el área de asociación parietal; la corteza cerebral interpreta la calidad

de información sensitiva a nivel de la conciencia.

Recepción de estímulos dolorosos

Todos los tipos de receptores de estímulos dolorosos ocurren en las terminaciones nerviosas libres. La percepción del dolor es un fenómeno complejo que es influido por el estado emocional y las experiencias pasadas del individuo. El dolor es una sensación que advierte acerca de una lesión potencial y alerta a la persona para que la evite o la trate. El dolor puede dividirse en:

- Dolor rápido

El dolor rápido se experimenta aproximadamente 0,1 seg después de aplicado el estímulo doloroso. Es un dolor punzante, un dolor agudo o pinchazos, y es el tipo de dolor que se percibe después de pincharse un dedo de la mano con una aguja; este dolor está casi limitado a la piel.

El dolor rápido es provocado por estímulos mecánico o térmico. Además viaja en los nervios periféricos en los axones A delta a velocidades de 6 a 30 mis; estos impulsos primero llegan a la conciencia y alertan al individuo sobre el peligro para que pueda tener lugar una respuesta protectora.

- Dolor lento

El dolor lento se percibe 1 seg o más después de la estimulación. Es un dolor quemante sordo o pulsátil y se produce cuando hay destrucción tisular, ejemplo: en el desarrollo de un absceso o en artritis grave; este dolor puede presentarse en cualquier tejido del cuerpo. Además es provocado por estímulo térmico, mecánico o químico. Estos impulsos se aprecian más tarde y duran mucho más. El dolor lento viaja en las fibras C a velocidades de 0.5 a 2 mis.

Existen sustancias químicas que excitan las terminaciones nerviosas libres, entre ellas: serotonina, histamina, bradicidina, ácidos como: ácido láctico e iones de potasio.

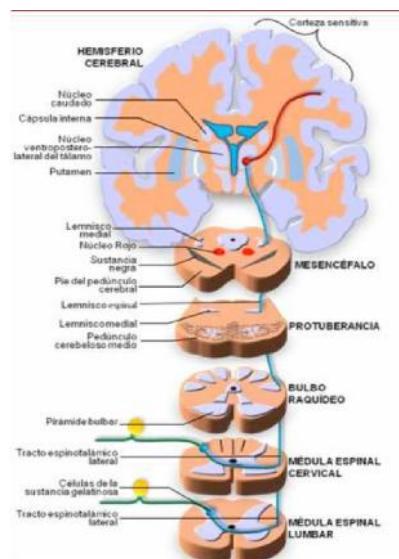


Figura 5.8. Ilustración del Tracto Espinotalámico Lateral

Teoría de la compuerta

Se piensa que en el lugar donde las fibras de dolor penetran al SNC puede ocurrir una inhibición por parte de fibras aferentes mielínicas que llevan impulsos de tacto y presión que han sido sobreestimuladas. Los excesivos impulsos de sensación no dolorosa de tacto "cierran la puerta" al dolor, por otra parte, el cese

de la sobreestimulación “abre la puerta” al dolor. Esta es la denominada teoría de la compuerta (The Gate Theory), que explicaría en parte el cese del dolor con terapias de masaje, aplicación de luz o ultrasonido, acupuntura u otras técnicas. Es posible que mientras el dolor se inhiba de esta manera, el sistema de analgesia se encuentre activamente secretando encefalinas y endorfinas en las astas posteriores y contribuya al control del dolor.

Sistema de analgesia

La estimulación de cierta área del tronco encefálico puede reducir o bloquear las sensaciones del dolor. Se cree que las fibras del tracto reticuloespinal descienden hasta la médula espinal y establecen sinapsis sobre células involucradas con la sensación de dolor en la columna gris posterior. El sistema de analgesia puede suprimir tanto las sensaciones de dolor punzante agudo como las de dolor quemante.

Dos compuestos con acciones similares a la morfina son encefalina y endorfina, se aislaron en el SNC; se ha sugerido que estos compuestos y la serotonina actuarían como sustancias neurotransmisores en el sistema de analgesia del encéfalo y que podrían inhibir la liberación de sustancia P en la columna gris posterior.

VÍA TÁCTILPROTOPÁTICA Tracto Espinotalámico Anterior

Las fibras conductoras de la sensibilidad táctil (neuronas de 1er orden), no discriminativa (protopática), entran desde el ganglio sensitivo por la raíz posterior, atraviesan la zona marginal de Lissauer, y hacen sinapsis con neuronas de 2do orden en la substancia gelatinosa de Rolando de donde nacen fibras, que se dirigen, al igual que las que conducen la sensibilidades al dolor y a la temperatura, hacia adelante arriba y adentro, para cruzarse con las del lado opuesto por delante del conducto central (o del epéndimo) a tres a cuatro segmentos por arriba del sitio de entrada de las raíces posteriores correspondientes.

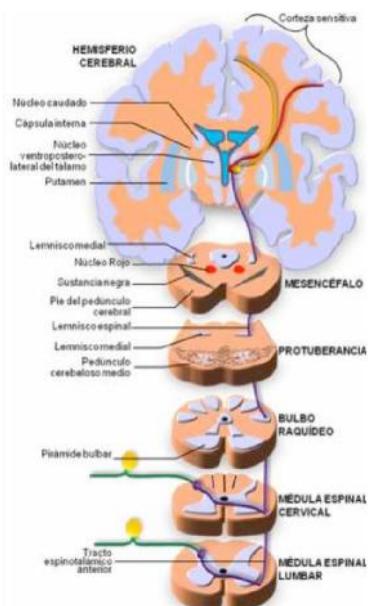


Figura 5.9. Ilustración del Tracto Espinotalámico Anterior.

Estas fibras ascienden en el cordón blanco anterolateral opuesto como tracto espinotalámico anterior, por delante del tracto espinotalámico lateral. En el bulbo raquídeo el tracto espinotalámico anterior se sitúa entre las dos olivas bulbares, junto lemnisco medial (véase fascículo gráccilis y cuneiforme), ya en la protuberancia anular los tractos espinotalámicos anterior y lateral se reúnen para situarse en la porción lateral del lemnisco medial y formar el lemnisco espinal, en el mesencéfalo este se sitúa en el tegmento por detrás y por fuera del lemnisco medio.

El lemnisco espinal continúa ascendiendo, y termina haciendo sinapsis con la neurona de 3er orden en el núcleo ventroposterolateral del tálamo. Las cuales pasan a través del brazo posterior de la cápsula interna y la corona radiada para alcanzar el área somestésica en la circunvolución poscentral de la corteza cerebral.

VÍA TÁCTIL EPICRÍTICA, SENTIDO DE VIBRACIÓN Y PROPIOCEPCIÓN CONSCIENTE.

Vías Propioceptivas Consciente :
Fascículo Gráccilis (fascículo de Goll)
y Fascículo Cuneiforme (fascículo de Burdach).

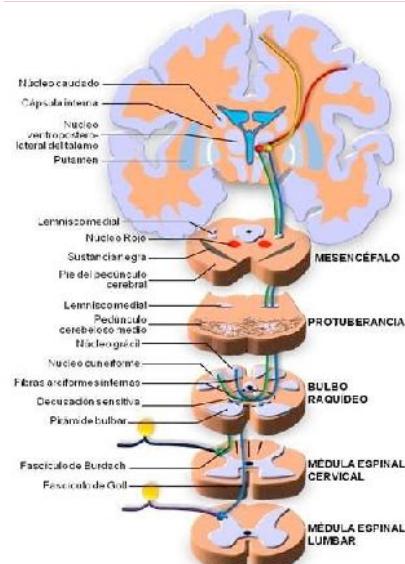


Figura 5.10. Ilustración de la Vía Propioceptiva Consciente

Los axones de las neuronas de 1er orden entran en la médula espinal desde el ganglio de la raíz posterior y pasan directamente al cordón blanco posterior del mismo lado. Aquí las fibras se dividen en los ramos descendentes cortos (para el reflejo intersegmentario) y ascendentes largos, que corren hacia arriba en el cordón blanco posterior como el fascículo gráccil (fibras ascendentes largas de los nervios espinales sacros, lumbares y los seis torácicos inferiores) y el fascículo cuneiforme (contiene las fibras ascendentes largas de los seis nervios torácicos superiores y todos los nervios cervicales). Las fibras del fascículo gráccil y el fascículo cuneiforme ascienden homolateralmente y terminan por sinapsis con las neuronas de 2do orden en el núcleo gráccil y el núcleo cuneiforme del bulbo raquídeo. Los axones de estas

neuronas, denominados fibras arciformes internas, pasan anterior y medialmente a la sustancia gris central y se decusan con las fibras correspondientes del lado opuesto en la “decusación sensitiva”. Luego las fibras ascienden como lemnisco medial, a través del bulbo raquídeo, la protuberancia y el mesencéfalo. Las fibras terminan formando sinapsis con las neuronas de 3er orden en el núcleo ventroposterolateral del tálamo.

Los axones de estas neuronas pasan luego al área somestésica primaria.

Muchas fibras en el fascículo cuneiforme provenientes de los segmentos cervicales y torácicos superiores, después de terminar en las neuronas de segundo orden del núcleo cuneiforme, hacen relevo y siguen como axones de las neuronas de 2do orden para entrar en el cerebelo a través del pedúnculo cerebeloso inferior del mismo lado. Esta vía se denomina TRACTO CUNEO CEREBELOSO y las fibras se conocen como fibras arciformes externas posteriores. La función de estas fibras es la de transmitir información de sensaciones en músculos y articulaciones al cerebelo.

VÍA PROPIOCEPTIVA INCONSCIENTE, SENSACIÓN DE MÚSCULOS Y ARTICULACIONES.

Conduce la información procedente de husos musculares, órganos tendinosos y receptores táctiles hacia el cerebelo para el

control de la postura y la coordinación del movimiento.

Tracto Espinocerebeloso Anterior, Fascículo de Gowers (Cruzado).

Los axones de las neuronas de 1er orden entran en la médula espinal desde el ganglio de la raíz posterior, y hacen sinapsis con neuronas de 2do orden en el núcleo dorsal en la base del asta gris posterior. La mayoría de los axones de estas neuronas se decusan por la comisura blanca posterior, para ubicarse en la parte anteroexterna del cordón blanco lateral opuesto y ascienden como tracto espinocerebeloso anterior; la minoría de los axones ascienden como tracto espinocerebeloso anterior en el cordón blanco lateral del mismo lado.

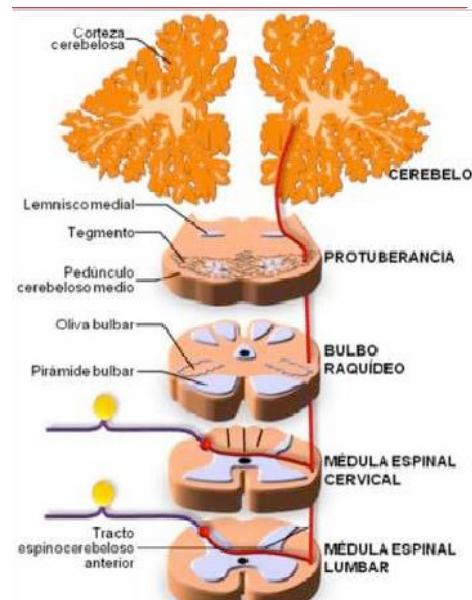


Figura 5.11. Ilustración de la Vía Propioceptiva Inconsciente

En el bulbo raquídeo, este fascículo se sitúa por detrás de la oliva bulbar, en la protuberancia anular se sitúa en el casquete, sus fibras ascienden y rodean al pedúnculo cerebeloso superior, ingresa al cerebro y termina en la corteza de éste órgano, en el lóbulo anterior y en el declive.⁴

Los axones de estas neuronas ingresan la porción posterolateral del cordón blanco lateral del mismo lado y ascienden como tracto espinocerebeloso posterior hasta el bulbo raquídeo. Aquí el tracto se une al cuerpo restiforme (pedúnculo cerebeloso inferior) y termina en la corteza del vermis, en la cara inferior, en la pirámide y la úvula.

Tracto Espinocerebeloso Posterior o de Flechsig (Directo).

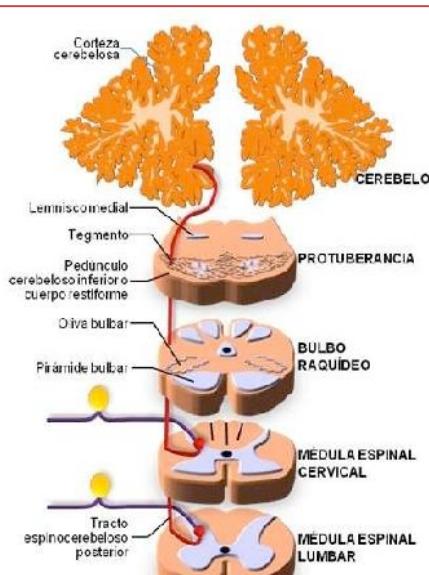


Figura 5.12. Ilustración del tracto espinocerebeloso posterior.

Los axones de las neuronas de 1er orden entran en la médula espinal desde el ganglio de la raíz posterior, y hacen sinapsis con neuronas de 2do orden en el núcleo dorsal (columna de Clarke) en la parte interna de la base del asta gris posterior.

Tracto Cuneocerebeloso.

Descrito con los Fascículo Grácillis y Fascículo Cuneiforme.

OTRAS VÍAS ASCENDENTES.

Tracto Espinotectal.

Los axones de las neuronas de 1er orden entran en la médula espinal desde el ganglio de la raíz posterior (en los niveles cervicales) y van hasta la sustancia gris donde hacen sinapsis en neuronas de 2er orden desconocidas, cuyos axones ascienden en el cordón lateral del lado opuesto como tracto espinotectal, próximo al fascículo espino cerebeloso anterior, atraviesa el bulbo raquídeo y la protuberancia y terminan haciendo sinapsis con neuronas del Téctum del mesencéfalo (en el colículo superior).

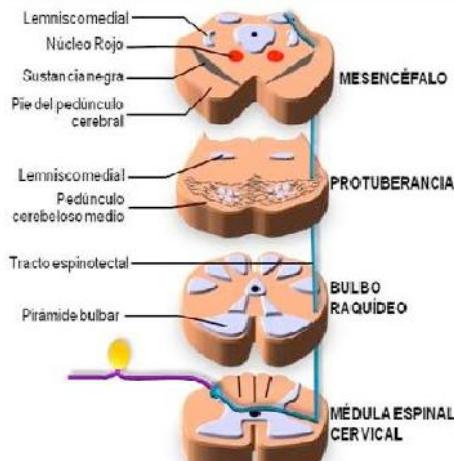


Figura 5.13. Ilustración del Tracto Espinotectal

Esta vía proporciona información aferente para los reflejos espinovisuales y provoca movimientos de los ojos y la cabeza hacia el origen del estímulo.

Tracto Espinorreticular.

Los axones de primer orden entran en la médula espinal desde el ganglio sensitivo de la raíz posterior y terminan en neuronas de 2do orden desconocidas, en la sustancia gris. Los axones de estas neuronas de segundo orden ascienden como tracto espinorreticular mezclados con el tracto espinotalámico lateral, en el cordón blanco lateral del mismo lado. Terminan haciendo sinapsis con neuronas de la formación reticular del tronco encefálico. El tracto espinorreticular desempeña un papel en los niveles de conciencia.

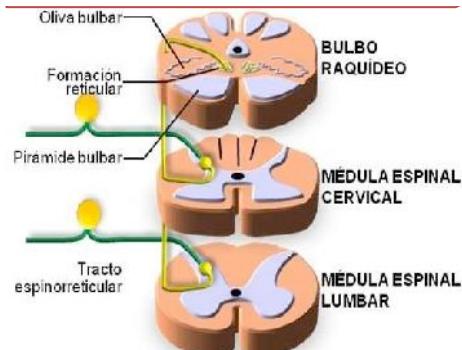


Figura 5.14. Ilustración del Tracto Espinorreticular

Tracto Espinooolivar.

Los axones de primer orden entran en la médula espinal desde el ganglio de la raíz posterior de la región cervical y sinaptan con neuronas de 2do orden desconocidas en el asta gris posterior, cuyos axones se decusan y ascienden como tracto espinooolivar en la sustancia blanca en la unión de los cordones anterior y lateral del lado opuesto.

Los axones terminan por sinapsis en neuronas de 3er orden en los núcleos olivares inferiores en el bulbo raquídeo, y sus axones cruzan la línea media y entran al cerebro a través del pedúnculo cerebeloso inferior.

El tracto espinooolivar transmite información hacia el cerebro desde los órganos cutáneos y propioceptivos.

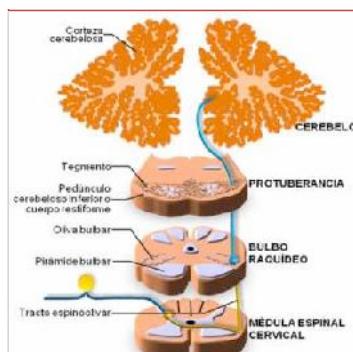


Figura 5.15. Ilustración del Tracto Espinolíval

Tractos Sensitivos Viscerales.

Los axones de 1er orden entran en la médula espinal desde el ganglio sensitivo de la raíz posterior, sinaptan con neuronas de 2do orden de las astas posteriores y asciende acompañando a los tractos espinotalámicos. Terminan sinaptando con neuronas de 3er orden del núcleo ventroposterolateral del tálamo, de allí van a la circunvolución poscentral.

Conduce la Información del dolor y estiramiento desde los receptores ubicados en las vísceras.

TRACTOS DESCENDENTES DE LA MÉDULA ESPINAL

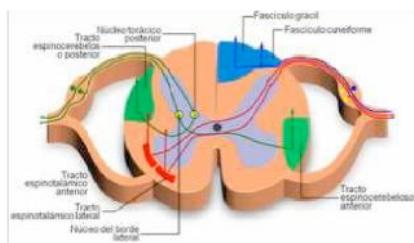


Figura 5.15. Ilustración de los Tractos Descendentes de la Médula Espinal

Los tractos descendentes de la médula espinal están formados por neuronas motoras que descienden desde la corteza cerebral y el tronco encefálico, cuyos axones harán sinapsis con neuronas motoras de axón corto de las astas grises anteriores de la médula espinal, que harán sinapsis con otra neuronas del asta anterior.

Estos tractos descendentes, también llamados eferentes o motores, están comprometidos con el control del movimiento, tono muscular, reflejos espinales, funciones autónomas espinales y modulación de la transmisión sensitiva a centros superiores.

Tracto Corticoespinal, Vía Piramidal.

Las fibras del tracto corticoespinal confiere velocidad y agilidad a los movimientos voluntarios. Estas fibras nacen como axones de las grandes células piramidales o de Betz de la corteza motora primaria (área 4 de Brodmann) y área premotora (área 6). Los axones corticoespinales abandonan los hemisferios cerebrales pasando a través de los voluminosos sistemas de fibras subcorticales de la corona radiada y la capsula interna, para entrar en el pie del pedúnculo cerebral del mesencéfalo.

Aquí las fibras vinculadas con las porciones cervicales del cuero están situadas medialmente, mientras que las relacionadas con la pierna se ubican lateralmente.

Después de pasar a través de la porción ventral del puente, las fibras corticoespinales alcanzan el bulbo raquídeo, donde forman dos columnas prominentes en la superficie ventral (pirámides bulbares). En la porción caudal del bulbo raquídeo, la mayoría de las fibras piramidales cruzan la línea media en la decusación de las pirámides, y entran en el cordón blanco lateral de la médula espinal para formar el tracto corticoespinal lateral. Las fibras restantes no se decusan, sino que descienden en el cordón blanco anterior de la médula espinal como tracto corticoespinal anterior.

Tracto Corticoespinal Anterior o Fascículo Piramidal directo o piramidal de Türck.

Recorre la médula espinal lateralmente a la fisura media anterior. Este tracto también se decusa cerca de su terminación, por eso el tracto piramidal inerva efectivamente el lado contralateral de la médula. Las fibras de este tracto terminan a nivel cervical, torácico superior y de extremidades superiores; y entran en la substancia gris de la médula, para hacer sinapsis con neuronas del asta anterior.

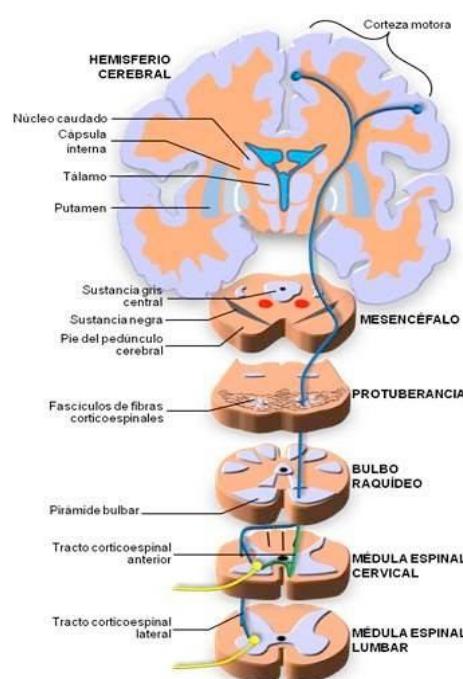


Figura 5.16. Ilustración de los Tractos Corticoespinal, Vía Piramidal.

Tracto Corticoespinal Lateral (cruzado) o Piramidal.

Es más grueso que el directo y recorre toda la médula espinal, en el cordón blanco lateral del lado opuesto. Sus fibras terminan en el asta gris anterior de todos los segmentos medulares. La mayoría de estos axones hacen sinapsis con neuronas internucleares o de asociación; mientras que las demás hacen sinapsis directamente con las neuronas motoras del asta anterior.

Tracto Corticonuclear.

También llamado tracto corticobulbar o geniculado, forma parte de la vía piramidal; en la cápsula interna se ubica a nivel de la rodilla, no alcanza la médula espinal; a medida que

atraviesa caudalmente el tronco cerebral, proporciona continuamente fibras (inervación voluntaria) a los diversos núcleos motores de los pares craneales (contralaterales principalmente).

Algunas de sus fibras se proyecta directamente sobre el núcleo del V, VII, XII pares craneales (inervación bilateral). La mayoría de sus fibras terminan en núcleos reticulares, antes de alcanzar los núcleos de los nervios craneales.⁵

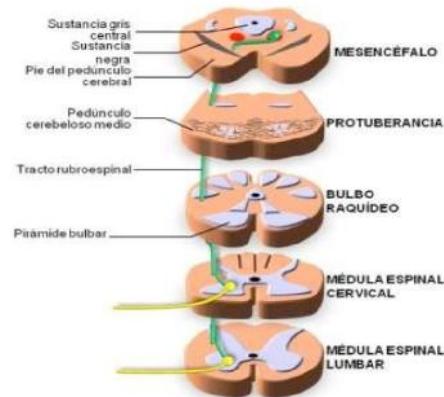


Figura 5.17. Ilustración de los Tractos Rubroespinal

Tracto Rubroespinal.

Se origina en el núcleo rojo del tegmento mesencefálico, los axones de las neuronas en este núcleo cruzan la línea media en la decusación tegmental anterior y descienden como el tracto rubroespinal a través de la protuberancia y el bulbo raquídeo. Llegan a la médula espinal y descienden por el cordón blanco lateral y terminan haciendo sinapsis con neuronas internunciales o de asociación del asta gris anterior.

Las neuronas del núcleo rojo reciben impulsos aferentes de la corteza motora y desde el cerebro. Se cree que ésta es una vía indirecta importante por la cual la corteza cerebral y el cerebro pueden influir la actividad de las neuronas motoras alfa y gamma de la médula espinal. El tracto facilita la actividad de los músculos flexores e inhibe la actividad de los músculos extensores y antigravitacionales.

Tracto Tectoespinal.

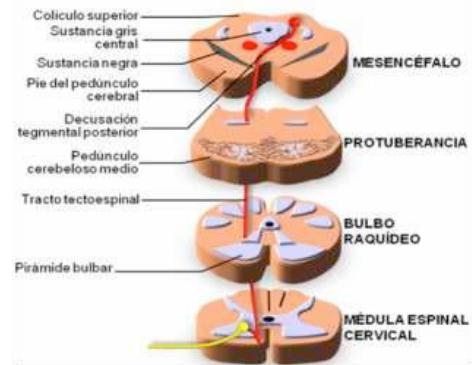


Figura 5.18. Ilustración de los Tractos Tectoespinal

La vía tectoespinal tiene su origen en las neuronas del tubérculo cuadrigémino superior. Las fibras corren hacia delante y adentro en el tegmento del mesencéfalo y después se cruzan con las del lado opuesto, por delante del acueducto de Silvio, descienden por delante del fascículo longitudinal medio hasta ocupar el cordón anterior de la médula espinal y terminar al fin, en las neuronas del asta anterior.

Los tubérculos cuadrigéminos originan de esta vía descendente, reciben impulsos retinianos en el caso del cuadrigémino superior y acústicos en el caso del tubérculo cuadrigémino inferior, cutáneos y cerebelosos los dos tubérculos. El propósito de estos impulsos que no llegan a la corteza cerebral, es dar origen a respuestas reflejas no conscientes.

Tracto Vestibuloespinal

Este fascículo tiene su origen en los núcleos vestibulares situados en el puente y el bulbo raquídeo, cerca del suelo del cuarto ventrículo, desciende en el bulbo raquídeo, dorsal a la oliva y en la médula espinal ocupa la periferia de los cordones anterior y lateral, para terminar en las astas anteriores de la médula.

La función de éste fascículo consiste en hiperextender las extremidades, tronco y cuello; y también es responsable de los cambios en la contracción muscular de las extremidades y cuerpo que se presentan en los cambios de postura.⁶

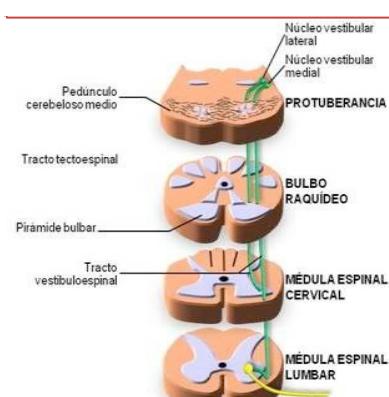


Figura 5.19. Ilustración de los Tractos Vestibuloespinal

Tracto Reticuloespinal.

Este fascículo se origina en la formación reticular del mesencéfalo, protuberancia y bulbo raquídeo. Los axones que se originan en la formación reticular del puente descienden directo hacia la médula espinal y recorren el cordón anterior como tracto reticuloespinal pontino o medial (tracto pontorreticuloespinal). Los axones procedentes del bulbo raquídeo se decusan y descienden a la médula como tracto reticuloespinal bulbar o lateral o medular, recorren a través del cordón lateral. Ambos tractos finalizan sinaptando con neuronas motoras del asta anterior, tanto en la gran motoneurona como en las pequeñas.

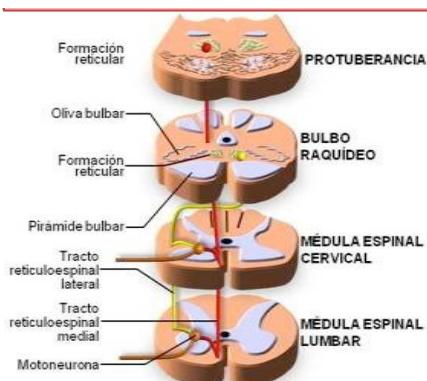


Figura 5.20. Ilustración de los Tractos Reticuloespinal

El tracto reticuloespinal influye en el movimiento voluntario, la actividad refleja y el tono muscular, controlando la actividad de las neuronas motoras alfa y gamma.

El tracto reticuloespinal medial:
Estimula neuronas motoras extensoras e inhibe las flexoras.

El tracto reticuloespinal lateral: estimula a las motoneuronas flexoras e inhibir las extensoras. e influyen también en el control de la respiración.⁷

También realizan efectos presores y depresores sobre el sistema circulatorio

Taller

1.- Gráfiqe y Explique sobre vías ascendentes de la Médula Espinal:

2.- Gráfiqe y Explique sobre vías descendentes de la Médula Espinal:

Referencia Bibliográfica

- 1.- Neuroanatomía Clínica-Richard S. Snell-Sexta edición-Ed. Médica Panamericana, 2007-592pág.
- 2.- Fisiología humana / Human Physiology-Dee Unglaub Silverthorn, Ph.D., Silverthorn-Cuarta edición-Ed. Médica Panamericana, 2008 - 860 páginas.
- 3.-Anatomía Humana Volumen 1-Michel Latarjet, Alfredo Ruiz Liard-Cuarta edición-Ed. Médica Panamericana, 2004 - 869 páginas.
- 4.- Anatomía: con orientación clínica-Keith L. Moore, Anne M. R. Agur, Marion E. Moore-Quinta edición- Ed. Médica Panamericana, 2007 - 1205 páginas.
- 5.-NEUROANATOMÍA CLINICA-Dr. José Nava Segura.
- 6.- NEUROANATOMÍA-A.R. Crossman y D. Neary-tercera Edición.
- 7.- NEUROANATOMÍA CLÍNICA FUNCIONAL-Paul A. Young y Paul H. Young.

Tronco Encefálico

El tronco encefálico es la estructura nerviosa que contiene importantes núcleos de los nervios craneales y numerosos centros, los cuales son centros vitales. Siendo estos esenciales para la vida, ya que controlan la actividad respiratoria, cardiaca y vasomotora. Además de ellos, en el tallo cerebral se localizan otros centros que controlan la tos, el estornudo, el hipo, el vómito, la succión y la deglución, dentro de él también encontramos la formación reticular que está encargada de controlar el nivel de conciencia de los individuos, cabe mencionar que el tallo cerebral sirve como vía de paso para los tractos ascendentes y descendentes que conectan la médula espinal con los diversos centros cerebrales.

OBJETIVOS

Conocer la macroscópica como microscopia del tronco encefálico.

Identificar las diversas estructuras y las posiciones de los núcleos de los nervios craneanos

Con este conocimiento, el estudiante reconocerá las distintas funciones del tronco encefálico relacionándolas con sus estructuras y núcleos. De esta manera, estará apto en un futuro, como un profesional de la salud que sea capaz de evaluar los signos y síntomas del paciente e identificar la localización exacta de una lesión.

TRONCO ENCEFÁLICO

Es una estructura nerviosa conformado por:

- Bulbo raquídeo (Médula oblongada)
- Protuberancia anular (Puente de Varolio)

- Mesencéfalo (Cerebro medio)

Ocupa la fosa craneana posterior. Tiene forma de tallo y se sitúa sobre la porción basal del hueso occipital, está conectado al cerebelo y ampliamente cubierto por éste. Caudalmente, el bulbo raquídeo se continúa con la médula espinal a nivel del agujero magno. Rostralmente, el

mesencéfalo se continúa con el diencéfalo del prosencéfalo.

El tronco encefálico tiene varias funciones importantes:

1. Sirve como vías de pasos para los tractos ascendentes y descendentes que conectan la médula espinal con las diferentes partes de los centros superiores en el prosencéfalo.

2. Contiene centros reflejos asociados con el control de la respiración, sistema cardiovascular y digestivo .

3. Contiene la formación reticular S.A.R.A. Asociado con el control de la conciencia - sistema on - off (vigilia - sueño) - ritmo circadiano - reloj biológico.

4. Contiene los núcleos de origen de los nervios craneanos III a XII.

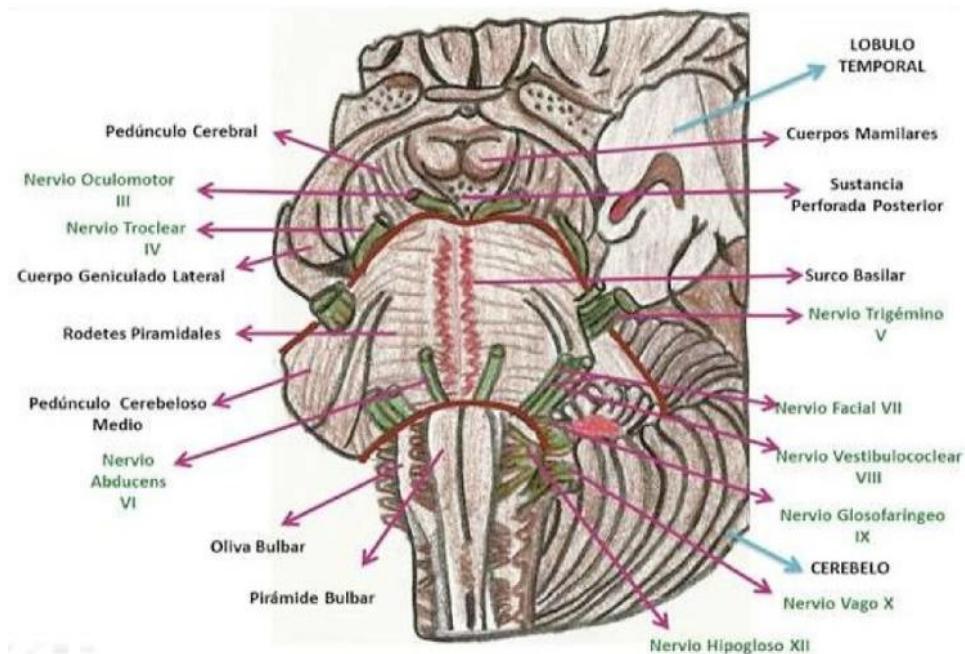


Figura 6.1. Vista Anterior del Tronco Encefálico

Macroscopía

Bulbo Raquídeo

Médula Oblongada

El bulbo raquídeo conecta la protuberancia por arriba con la médula espinal por abajo. La unión del bulbo raquídeo y la médula espinal tiene lugar en el origen de las raíces anteriores y posteriores del primer nervio espinal cervical, que corresponde al nivel del agujero occipital. El bulbo raquídeo tiene forma cónica con su extremidad ancha dirigida hacia arriba. El conducto central de la médula espinal se continúa hacia el bulbo y en la mitad superior de éste se expande como la cavidad del cuarto ventrículo.

CARA ANTERIOR

En la superficie anterior del bulbo está la cisura mediana anterior, que se continúa por debajo con la cisura mediana anterior de la médula espinal. Por encima , con la protuberancia encontramos el AGUJERO CIEGO (Foramen Caecum). A ambos

lados de ésta cisura mediana hay un engrosamiento denominado pirámides bulbares. Las pirámides están compuestas por haces de fibras corticoespinales, que se originan en la circunvolución precentral de la corteza cerebral. Las pirámides se descusan en el extremo inferior del bulbo y aquí es donde la mayoría de las fibras descendentes (75 - 90 %) cruzan al lado opuesto para formar la decusación de las pirámides, y constituir el tracto corticoespinal lateral (cruzado) en el cordón lateral de la médula espinal. Una proporción menor de fibras piramidales (10 -25 %) descienden ipsilateralmente para formar el tracto corticoespinal anterior (directo) en el cordón anterior de la médula espinal.

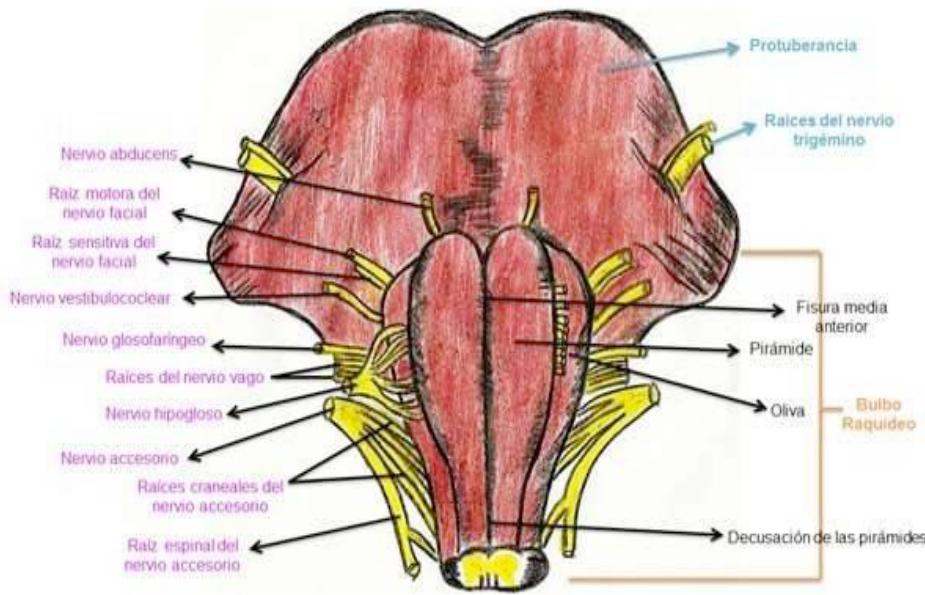


Figura 6.2. Vista Anterior del Bulbo Raquídeo

CARA LATERAL

En posición lateral y posterior respecto de las pirámides están las olivas bulbares, que son elevaciones ovales producidas por los núcleos olivares inferiores. En el surco entre la pirámide y la oliva (surco preolivar) surgen las raíces del nervio hipogloso (XII). Por detrás de las olivas se encuentran los pedúnculos cerebelosos inferiores (cuerpos restiformes), que conectan el bulbo con el cerebelo, y forman el piso del receso lateral del cuarto ventrículo. Del surco ubicado entre la oliva y el pedúnculo cerebeloso inferior (surco retroolivar) surgen las raíces de los nervios glosofaríngeo (IX), vago (X) y las raíces craneanas del nervio accesorio (XI).

CARA POSTERIOR

La superficie posterior de la mitad superior del bulbo raquídeo forma el triángulo inferior del piso del cuarto ventrículo (revisar cuarto ventrículo). En la superficie posterior de la mitad inferior del bulbo el surco mediano posterior se continúa con la estructura homónima de la superficie posterior de la médula espinal. Hacia arriba , encontramos el OBEX, que corresponde con el ángulo inferior del cuarto ventrículo. A cada lado del surco mediano posterior hay un engrosamiento alargado, el tubérculo grátil, producido por el núcleo grátil subyacente. Por fuera del tubérculo grátil hay un engrosamiento similar, el tubérculo cuneiforme, producido por el núcleo cuneiforme subyacente.

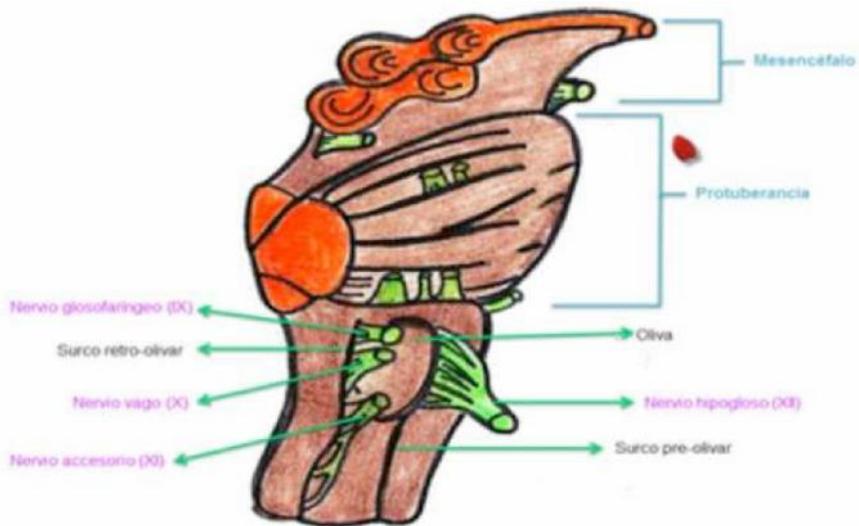


Figura 6.3. Vista Lateral del Bulbo Raquídeo

Protuberancia Anular

Puente de Varolio

La protuberancia o puente de varolio se ubica entre el bulbo raquídeo y el mesencéfalo. Mide aproximadamente 2,5 cm de largo, se relaciona por atrás con el cerebelo, limita por arriba con el mesencéfalo (por el surco punto mesencefálico) y por abajo con el bulbo raquídeo (por el surco bulbo protuberancial).

Este segmento contiene en su interior una porción de la formación reticular, incluyendo algunos núcleos, que al parecer son importantes para el sueño y el estado de vigilia.

CARA ANTERIOR

La cara anterior es convexa de lado a lado y muestra muchas fibras transversas que convergen a cada lado para formar el pedúnculo cerebeloso medio (brachium pontis). Existe un surco poco profundo en la línea media el surco basilar, que aloja a la arteria basilar. Sobre la superficie

antero lateral de la protuberancia, el nervio trigémino sale a cada lado. Del surco ubicado entre la protuberancia y el bulbo raquídeo (surco bulbo protuberancial) salen de adentro hacia afuera, los nervios: abducen VI (motor ocular externo), y más hacia afuera : facial VII , nervio intermediario de Wrisberg y vestibuloclear VIII.

CARA LATERAL:

Los lados de la protuberancia anular se confunden con los pedúnculos cerebelosos medios.

CARA POSTERIOR:

La superficie posterior de la protuberancia está oculta de la vista por el cerebelo. Forma el triángulo superior del piso del cuarto ventrículo (revisar cuarto ventrículo).

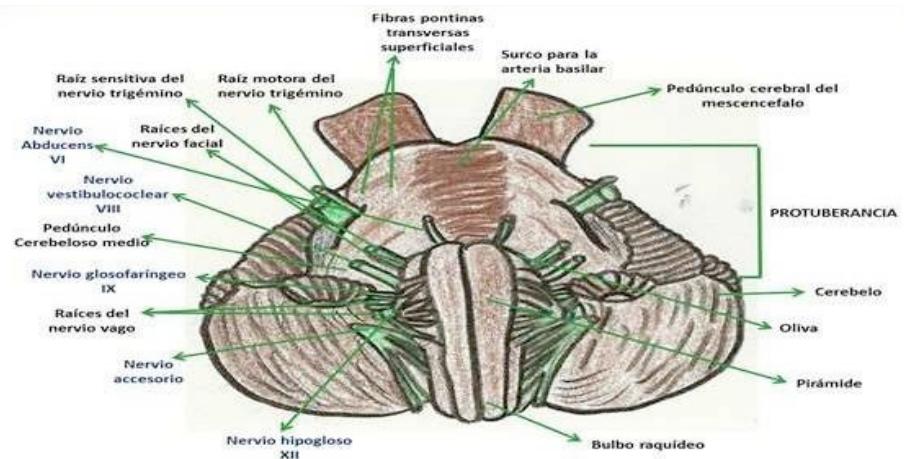


Figura 6.4. Superficie anterior del tronco encefálico que muestra la protuberancia.

Mesencéfalo

Cerebro Medio

El mesencéfalo o cerebro medio constituye la porción más cefálica del tronco, mide aproximadamente 2 cm de longitud y conecta la protuberancia y el cerebelo con el prosencéfalo. El mesencéfalo está atravesado por un canal estrecho, el acueducto cerebral. Está constituido principalmente por los pedúnculos cerebrales. El mesencéfalo está separado del puente por el surco pontopeduncular (punto mesencefálico). (protuberancial superior).

cerebral y se dirige hacia delante en la pared lateral del seno cavernoso.

CARA LATERAL:

Los brazos de los colículos superiores e inferiores ascienden en dirección antero lateral.

EL BRAZO DEL COLÍCULO SUPERIOR:
Se dirige del colículo superior al cuerpo geniculado lateral y cintilla óptica.

EL BRAZO DEL COLÍCULO INFERIOR:
conecta el colículo inferior con el cuerpo geniculado medial

CARA ANTERIOR:

En esta cara encontramos a la fosa interpeduncular que está limitada a ambos lados por el pie del pedúnculo cerebral, está perforada por muchos vasos sanguíneos y esta región se denomina sustancia perforada posterior. El nervio oculomotor (III), sale de un surco ubicado en la cara medial del pie del pedúnculo

CARA POSTERIOR:

Sobre la cara posterior hay cuatro colículos (tubérculos cuadrigéminos), éstas son eminencias redondeadas que se dividen en pares superiores e inferiores por un surco vertical y un surco transverso: surco cruciforme. Los colículos superiores son

centros para los reflejos visuales y los inferiores son centros para los reflejos auditivos. En la línea media, por debajo de los colículos inferiores, encontramos el Frenillo de la Válvula de Viuessens , a cada lado, emergen los nervios trocleares (IV) estos nervios rodean la cara lateral del mesencéfalo para entrar en la pared lateral del seno cavernoso.

IV VENTRÍCULO (FOSA ROMBOIDAL)

En una parte entre el cerebelo y la cara posterior de la protuberancia y el bulbo raquídeo , hay una cavidad que se denomina IV Ventrículo, el cual tiene un piso y un techo.

El piso está formado por la cara posterior de la protuberancia y del bulbo raquídeo.

El techo esta formado por el velo medular superior (Valvula de Viuessens) y el velo medular inferior Valvula de Tarin)

En su parte superior: Se continua con el acueducto de Silvio y con los ventrículos laterales.

En su parte inferior: Se continua con el conducto central de la médula, con el cual se comunica.

Límites Laterales

La parte caudal de cada límite lateral, está formada por el pedúnculo cerebeloso inferior. La parte craneana de cada límite lateral, está formada por el pedúnculo cerebeloso superior.

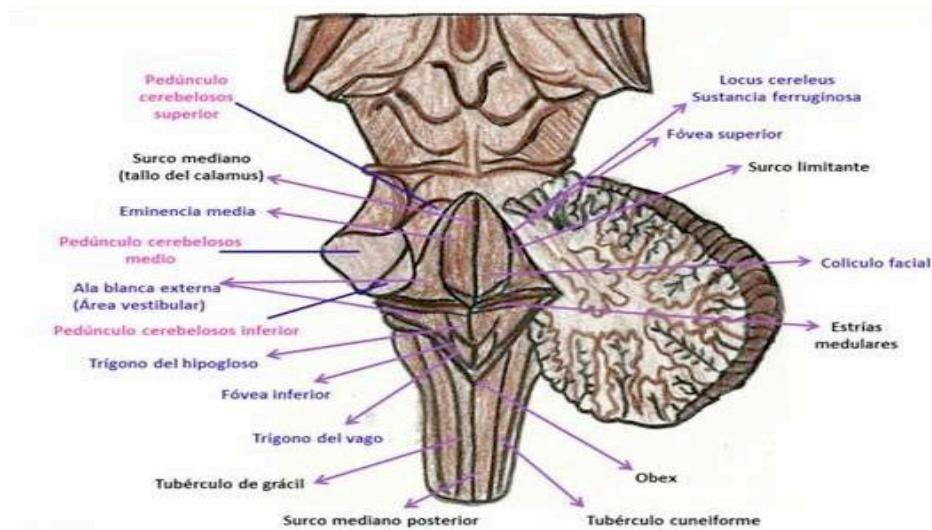


Figura 6.7. Superficie Posterior Del Tronco Encefálico .

El piso del IV ventrículo tiene forma romboidal y está formada por la parte dorsal del puente y la porción dorsal del bulbo, presenta una mitad superior o pontina y una mitad inferior o bulbar.

- Mitad superior o pontina

Es recorrida en toda su extensión por el Surco mediano o Tallo del calamus scriptorius, que se pierde cranealmente en el acueducto cerebral y caudalmente en el canal central del bulbo. De cada lado del surco mediano hay una eminencia, la Eminencia media, limitada lateralmente por el Surco limitante. Lateralmente a la eminencia media, se encuentra Fovea superior, una zona más oscura que corresponde al Locus ceruleus, el cual es un núcleo azulado oscuro en los cortes (debido a su contenido de melanina), y tiene relación con el sueño.

Mitad inferior o bulbar

En la línea media del tallo del calamus, a la derecha e izquierda de este surco,

se desprenden las Barbas del calamus o Estrías acústicas.

A cada lado de la línea media o tallo de calamus y de adentro hacia afuera, se encuentra el Ala Blanca Interna, donde encontramos el núcleo de origen del nervio hipogloso mayor y de ahí el nombre de Trígono del Hipogloso.

Lateralmente al trígono del nervio hipogloso, existe otra área triangular de coloración levemente grisácea que es la Fovea Inferior Ala Gris o Trígono del nervio Vago, que corresponde al núcleo dorsal del vago o cardioneumoentérico.

Lateralmente al surco limitante y extendiéndose de cada lado en dirección a los recessos laterales, se encuentra el Ala Blanca Externa, que es una gran área vestibular, correspondiendo a los cuatro núcleos del nervio vestibular.

El tallo del calamus en la extremidad más inferior de la cavidad, forma el pico que se continúa con el conducto del epéndimo, y por detrás del pico se encuentra el Cerrojo u Obex.

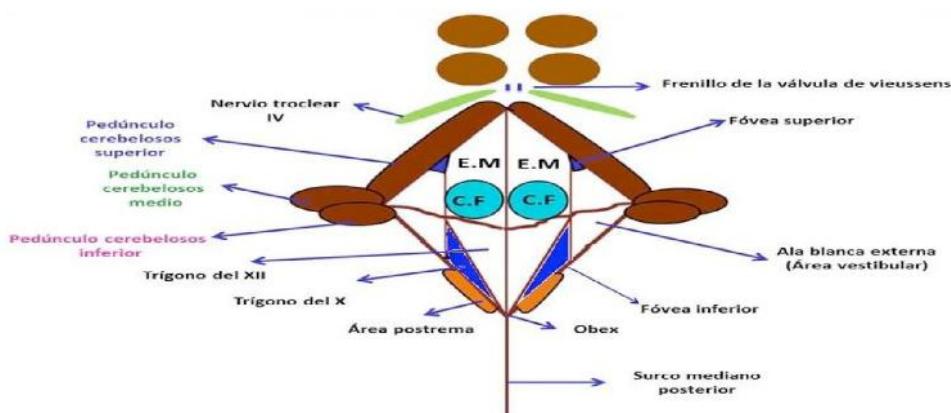


Figura 6.8. Piso del IV Ventriculo

TECHO DEL IV VENTRÍCULO

La mitad craneal del techo del cuarto ventrículo está constituida por una fina lámina de sustancia blanca, el velo medular superior (válvula de vieussens), que se extiende entre los dos pedúnculos cerebelosos superiores.

La mitad inferior del techo del cuarto ventrículo está constituida por la tela coroidea la cual se va a fijar en el velo medular inferior (válvula de tarín), la tela coroidea tiene 3 forámenes, en la parte media presenta el foramen central o (Magendie) y lateralmente uno a cada lado los forámenes laterales o (Luschka).

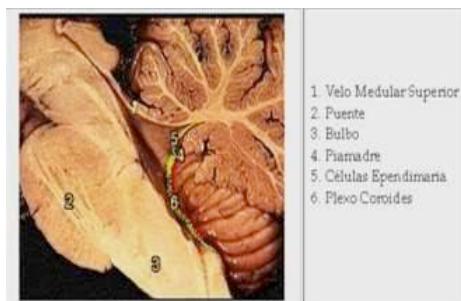


Figura 6.9. Vista lateral del tronco encefálico

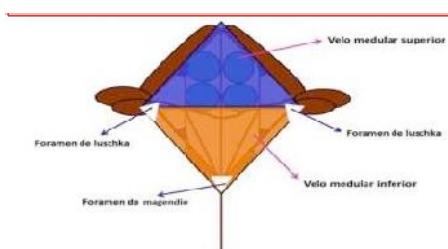


Figura 6.10. Techo del IV ventriculado

Microscopía

Bulbo Raquídeo

El bulbo raquídeo no tiene una estructura interna tan uniforme como la médula espinal, por ello, es que las secciones transversales del bulbo a diferentes niveles muestran importantes modificaciones en la disposición espacial de la sustancia gris y blanca. La aparición y expansión del cuarto ventrículo durante el desarrollo embriológico del romboencéfalo altera la posición de las placas alares y basales. A diferencia de la médula espinal, a nivel bulbar las placas alares se ubican lateralmente y las basales medialmente respecto al surco limitante.

La estructura interna del bulbo raquídeo se considera en cuatro niveles o cortes estratégicos:

- 1) Corte transversal a nivel de decusación de las pirámides (Decusación Motora).
- 2) Corte transversal a nivel de decusación de los lemniscos (Decusación Sensitiva).
- 3) Corte transversal a nivel de las olivas bulbares.
- 4) Corte transversal inmediatamente inferior a la protuberancia.

1. CORTE TRANSVERSAL A NIVEL DE DECUSACIÓN DE LAS PIRÁMIDES

El corte transversal a través de la mitad inferior del bulbo raquídeo pasa a través de la decusación de las pirámides, la gran decusación motora. Aproximadamente tres cuartas partes de las fibras corticoespinales cruzan el plano medio y continúan hacia la médula espinal en el cordón blanco lateral como el tracto corticoespinal lateral. A medida que estas fibras atraviesan la línea media, rompen la continuidad entre el asta anterior de la sustancia gris de la médula espinal y la sustancia gris que rodea el conducto central, fenómeno llamado Decapitación del Asta gris anterior

El fascículo grácil o de Goll (medial) y el fascículo cuneiforme o de Burdach (lateral) siguen ascendiendo hacia arriba por detrás de la sustancia gris central. El núcleo grácil o de Goll y el núcleo cuneiforme o de Burdach aparecen como extensiones posteriores de la sustancia gris central.

El núcleo espinal del nervio trigémino (sensitivo) se identifica fácilmente como

parte del asta gris posterior y se continúa hacia abajo con la sustancia gelatinosa de las astas posteriores de la médula espinal. Las fibras que conforman el tracto espinal del nervio trigémino se ubican entre este núcleo y la superficie bulbar.

La región anterolateral del bulbo guarda una disposición muy similar a la que tienen los cordones anterior y lateral de la médula espinal.

con las fibras correspondientes del lado opuesto, para luego ascender por el tronco encefálico constituyendo un tracto bien definido, el lemnisco medial.

En la región lateral a las fibras arciformes internas se encuentra el núcleo espinal del nervio trigémino cubierto superficialmente por las fibras que conforman el tracto espinal del mismo nervio.

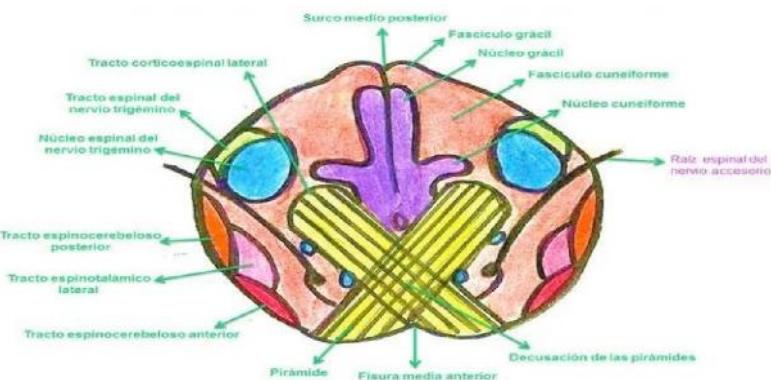


Figura 6.9. Corte Transversal A Nivel de decusaciones de la Pirámides

2. CORTE TRANSVERSAL A NIVEL DE DECUSACION DE LOS LEMNISCOS

El corte transversal por encima de la decusación de las pirámides, pasa a través de la decusación de los lemniscos, la gran decusación sensitiva; ésta ocurre por delante de la sustancia gris central y por detrás de las pirámides.

Los lemniscos se forman a partir de las fibras arciformes internas, que han surgido de las caras anteriores de los núcleos grácil y cuneiforme. Estas fibras viajan primero anterior y lateralmente alrededor de la sustancia gris central, luego se curvan hacia la línea media, donde se decusan

La región anterior contiene los tractos corticoespinales. En la porción anterolateral del bulbo es posible apreciar los tractos espinocerebelosos, rubroespinal y vestibuloespinal. Lateral a la decusación sensitiva se observa la estrecha relación que existe entre los tractos espinotalámicos y espinotectal, que en conjunto se denominan lemnisco espinal.

3. CORTE TRANSVERSAL A NIVEL DE LAS OLIVAS BULBARES

Este corte pasa a través de la parte inferior del cuarto ventrículo. La cantidad de sustancia gris en este nivel ha aumentado debido a la presencia del complejo de los

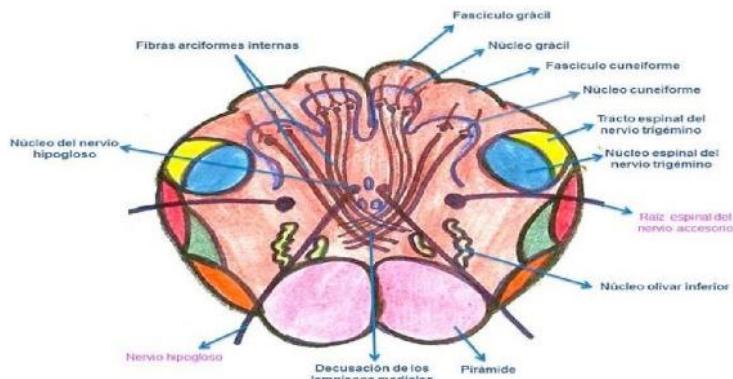


Figura 6.9. Corte Transversal A Nivel de decusaciones de la Pirámides

núcleos olivares, núcleos vestibulococleares, núcleos de los pares craneales IX, X, XI, XII y de los núcleos arciformes.

través del tracto espinoolivar y desde el núcleo rojo, sustancia gris periacueductal mesencefálica, núcleos cerebelosos profundos y corteza cerebral de todos los lóbulos.

Complejo de los Núcleos Olivares

Este complejo está formado por el núcleo olivar inferior y los núcleos olivares accesorios dorsal y medial. El núcleo olivar inferior es el más prominente, es una lámina de sustancia gris con forma de U muy plegada, cuyo hilio se orienta medialmente. De éste, emerge un paquete de fibras que se decusan en la línea media y luego prosiguen por la vecindad del complejo olivar inferior opuesto hasta penetrar al hemisferio cerebeloso contralateral a través del pedúnculo cerebeloso inferior del espacio formado por la lámina de sustancia gris del núcleo olivar principal y envían sus axones principalmente al vermis cerebeloso.

El complejo olivar inferior recibe aferencias desde la médula espinal a

Nucleos Vestibulococleares

El complejo de los núcleos vestibulares está formado por los siguientes núcleos: 1) núcleo vestibular medial, 2) núcleo vestibular inferior, 3) núcleo vestibular lateral y 4) núcleo vestibular superior. Los núcleos vestibulares medial e inferior pueden observarse en el corte a este nivel.

Los núcleos cocleares son dos. El núcleo coclear anterior, ubicado sobre la cara anterolateral del pedúnculo cerebeloso inferior y el núcleo coclear posterior, situado sobre la cara posterior del pedúnculo lateral al piso del cuarto ventrículo.

Sustancia Gris Central

A este nivel, la sustancia gris central se ubica por debajo del piso del cuarto ventrículo. De adentro hacia afuera pueden reconocerse las siguientes estructuras:

-El núcleo del nervio hipogloso, que consiste en una larga columna de sustancia gris situada ventral al piso del cuarto ventrículo, a cada lado de la línea media.

-El núcleo dorsal del vago, también llamado cardiopneumoentérico, es un núcleo visceromotor que se sitúa lateralmente al núcleo del hipogloso.

-El núcleo del tracto solitario, núcleo largo y delgado, que atraviesa longitudinalmente al bulbo raquídeo. Se orienta en posición lateral con respecto al núcleo dorsal del vago.

Los núcleos vestibulares medial e inferior.

- El núcleo ambiguo, consiste en grandes neuronas motoras y está situado en la profundidad de la formación reticular. Las fibras nerviosas emergentes se unen a los nervios glosofaríngeo; vago y a la porción craneana del nervio accesorio y se distribuyen en el músculo esquelético voluntario.

- Los núcleos arciformes, se cree que son los núcleos pontinos desplazados hacia abajo y están ubicados sobre la superficie anterior de las pirámides. Reciben fibras nerviosas de la corteza cerebral y envían fibras eferentes al cerebelo a través de las FIBRAS ARCI

FORMES EXTERNAS ANTERIORES.

- Las pirámides contienen las fibras corticoespinales, y algunas fibras corticonucleares se sitúan en la parte anterior del bulbo separada por la cisura mediana anterior; las fibras corticoespinales descienden a la médula espinal y las corticonucleares se distribuyen a los núcleos motores de los nervios craneanos situados dentro del bulbo.

- El lemnisco medial forma un tracto aplanado a cada lado de la línea media por detrás de la pirámide. Estas fibras emergen de la decusación de los lemniscos y transmiten información sensitiva al tálamo.

- El fascículo longitudinal medial forma un pequeño tracto de fibras nerviosas situadas a cada lado de la línea media por detrás del lemnisco medial y por delante del núcleo del hipogloso.

- El pedúnculo cerebeloso inferior está situado en el ángulo posterolateral del corte en el lado externo del cuarto ventrículo. El tracto espinal del nervio trigémino y su núcleo está situado sobre la cara anteromedial del pedúnculo cerebeloso inferior.

- El tracto espinocerebeloso anterior está situado cerca de la superficie en el intervalo entre el núcleo olivar inferior y el núcleo del tracto espinal del nervio trigémino.

- El lemnisco espinal, que consiste en los tractos espinotalámico anterior, espinotalámico lateral y espinotectal está situado profundamente.

- La formación reticular, que consiste en una mezcla difusa de fibras nerviosas y pequeños grupos de células nerviosas, dispuestas a manera de red; está situada profundamente por detrás del núcleo olivar. A este nivel, la formación reticular sólo representa una pequeña parte de este sistema.

- Los nervios glosofaríngeo, vago y la parte craneana del nervio accesorio se dirigen hacia adelante y afuera a través de la formación reticular. Las fibras de estos nervios emergen entre las olivas y los pedúnculos cerebelosos inferiores. Los nervios hipoglosos también discurren por adelante y afuera a través de la formación

reticular y emergen entre las pirámides y las olivas.

4. CORTE TRANSVERSAL INMEDIATAMENTE INFERIOR A LA PROTUBERANCIA

No existen grandes cambios en comparación con el nivel previo en la distribución de las sustancias gris y blanca. El núcleo vestibular lateral ha reemplazado al núcleo vestibular anterior, y los núcleos cocleares ahora son visibles sobre las superficies anterior y posterior del pedúnculo cerebeloso inferior.

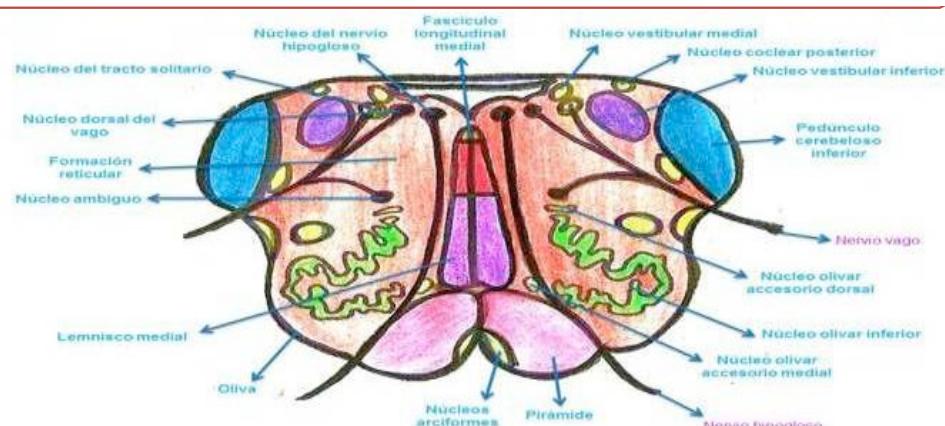


Figura 6.11. Corte Transversal A Nivel de decusaciones de la Pirámides

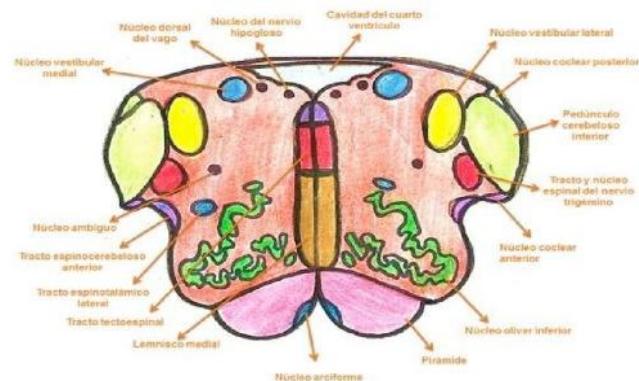


Figura 6.12. Corte Transversal A Nivel de decusaciones de la Pirámides

Protuberancia anular

Con fines descriptivos, la protuberancia al ser dividido por las fibras del cuerpo trapezoide que discurren transversalmente en :

- Una parte anterior, porción basilar,y
- Una parte posterior, el tegmento

La estructura de la protuberancia puede estudiarse en dos niveles:

- 1) Corte transversal a través de la porción caudal, que pasa a través de los colículos faciales.
- 2) Corte transversal a través de la porción craneana, que pasa a través de los núcleos trigeminales.

CORTE TRANSVERSAL A TRAVÉS DE LOS COLÍCULOS FACIALES

PARTE ANTERIOR (PORCIÓN BASILAR):

Núcleos pontinos: Son un grupo de núcleos propios diseminados por la base del puente, que reciben muchas señales de la corteza cerebral y envían sus axones (fibras arciformes externas) al cerebelo contralateral.

Fibras corticopontinas: Del pie del pedúnculo del mesencéfalo terminan en los núcleos pontinos.

Fibras transversales: Estas fibras cruzan la línea media e intersectan los tractos corticoespinales y corticonucleares, separándolos en pequeños haces.

PARTE POSTERIOR (TEGMENTO):

El lemnisco medial: Está ubicado en la parte más anterior del tegmento y su eje mayor corre transversalmente.

El núcleo facial: se ubica posterior a la porción lateral del lemnisco medial. Las fibras del nervio facial se enrollan alrededor del núcleo del nervio abducen y producen el colículo facial.

Fascículo longitudinal medial: Está ubicado por debajo del piso del cuarto ventrículo a cada lado de la línea medio.

El núcleo vestibular medial: está ubicado por fuera del núcleo abducen y está en estrecha relación con el pedúnculo cerebeloso inferior.

El núcleo espinal del nervio trigémino y su tracto: se ubican sobre la cara antero medial del pedúnculo cerebeloso inferior.

El cuerpo trapezoide: Esta constituido por axones de las neuronas de los núcleos cocleares y de las neuronas de los núcleos del cuerpo trapezoide, .Corren transversalmente en la parte anterior del tegmento cial.

El n úcleo sensitivo principal del nervio trigémino: est á ubicado sobre la cara lateral del n úcleo motor; continúa por abajo con el n úcleo del tracto espinal.

El pedúnculo cerebeloso superior: se sitúa postero lateralmente al n úcleo motor

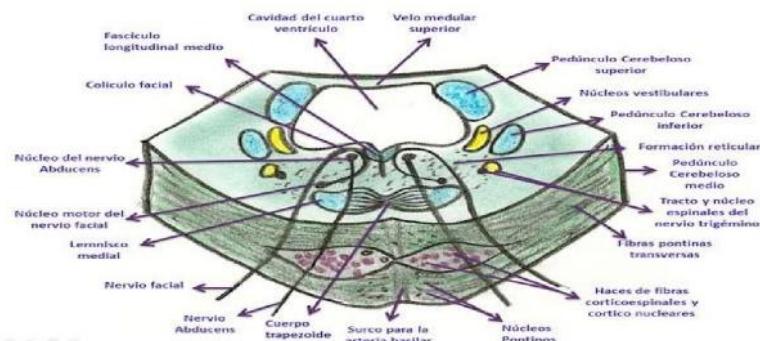


Figura 6.13. Corte Transversal A Traves de los Coliculos Faciales

6. CORTE TRANSVERSAL A TRAVÉS DE LOS NÚCLEOS TRIGEMINALES

En este corte observaremos los n úcleos motores y sensitivos principales del nervio trigémino.

El n úcleo motor del nervio trigémino (Nucleo Masticador) : est á ubicado por debajo de la parte lateral del cuarto ventrículo dentro de la formación reticular.

del nervio trigémino y est á unido por el tracto espinocerebeloso anterior.

El cuerpo trapezoide y el lemnisco lateral : est án ubicados en la misma posici ón que en el corte ya descrito.

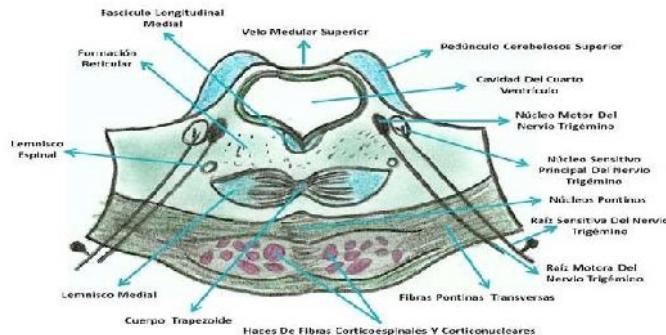


Figura 6.14. Corte Transversal A Traves de los Coliculos Faciales

Mesencéfalo

El mesencéfalo comprende dos mitades laterales, denominadas pedúnculos cerebrales; cada uno de ellos se divide en una parte anterior, el pie del pedúnculo cerebral y una parte posterior, el tegmento. Están separados por una banda pigmentada de sustancia gris, la sustancia negra (Locus Niger) productor de Dopamina. La estrecha cavidad del mesencéfalo es el acueducto cerebral (acueducto de Silvio). En parte posterior presentan la Lamina Cuadrigémina con cuatro pequeños engrosamientos:

- Dos colículos superiores reflejos visuales,
- Dos colículos inferiores: reflejos auditivos.

7. CORTE TRANSVERSAL DEL MESENCEFALO A NIVEL DE LOS COLICULOS INFERIORES

El colículo inferior: se ubica por debajo de la elevación superficial correspondiente y forma parte de la vía auditiva.

El núcleo del nervio troclear: está ubicado en la sustancia gris central,

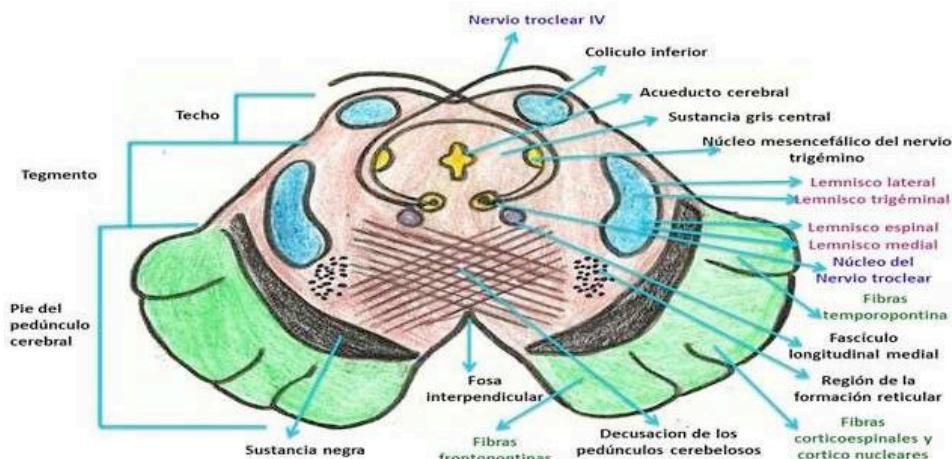


Figura 6.15. Corte Transversal del Mesencéfalo a Nivel de los colículos Inferiores

próxima al plano mediano inmediatamente posterior al fascículo longitudinal medial.

Los núcleos mesencefálicos del nervio trigémino: son laterales al acueducto cerebral.

Las decusaciones de los pedúnculos cerebelosos superiores: ocupan la parte central del tegmento por delante del acueducto cerebral.

La formación reticular: está ubicada lateral a la decusación peduncular.

El lemnisco medial: Este asciende por detrás de la sustancia negra.

Lemnisco espinal : Se ubican lateralmente al lemnisco trigeminal.

La sustancia negra: Es un gran núcleo motor situado entre el tegmento y el pie del pedúnculo cerebral.

El pie del pedúnculo cerebral: Contiene tractos descendentes importantes y está separado del tegmento por la sustancia negra. Las fibras corticoespinales y corticonucleares ocupan los dos tercios medios del pie del pedúnculo cerebral. Las fibras frontopontinas ocupan la parte medial y las temporopontinas la parte lateral del pie.

8. CORTE TRANSVERSAL DEL MESENCEFÁLO A NIVEL DE LOS COLICULOS SUPERIORES

El colículo superior: Un gran núcleo de sustancia gris que se ubica por debajo de la elevación superficial correspondiente, forma parte de los reflejos visuales.

El núcleo del nervio oculomotor: Esta ubicado inmediatamente por detrás del fascículo longitudinal medial. Los lemniscos medial, espinal y trigeminal

forman una banda curva posterior a la sustancia negra pero el lemnisco lateral no se extiende hacia arriba hasta ese nivel. El núcleo rojo: ubicada entre el acueducto cerebral y la sustancia negra.

Las fibras aferentes alcanzan el núcleo rojo desde:

- 1) La corteza cerebral a través de las fibras corticoespinales
- 2) El cerebelo a través del pedúnculo cerebeloso superior
- 3) El núcleo lenticular, los núcleos subtalámicos e hipotalámicos, la sustancia negra y la médula espinal.

Las fibras eferentes abandonan el núcleo rojo y se dirigen a:

- 1) La médula espinal a través del tracto rubroespinal
- 2) La formación reticular a través del tracto rubroespinal
- 3) El tálamo
- 4) La sustancia negra

La formación reticular: Esta ubicada en el tegmento lateral y posterior del núcleo rojo.

El pie del pedúnculo cerebral: Contiene los tractos descendentes importantes idénticos, a los que están presentes a nivel del colículo inferior.¹

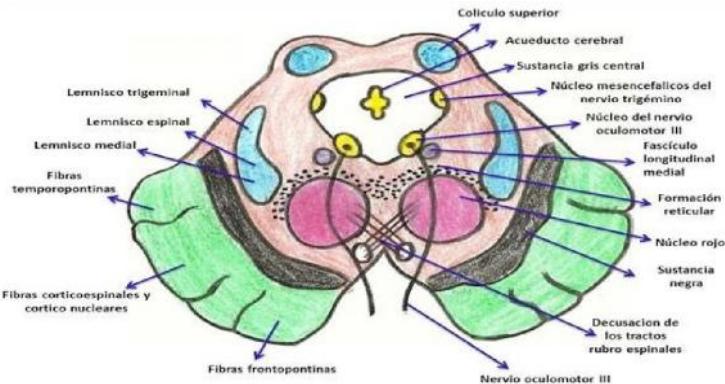


Figura 6.15. Corte Transversal del Mesencéfalo a Nivel de los colículos superiores

Formación Reticular

La formación reticular se asemeja a una red de pescar compuesta por células y fibras nerviosas dispuestas en todos los sentidos (verticales, horizontales, anteroposterior), la red se extiende a través del eje del sistema nervioso central desde la médula espinal hasta el cerebro.

LOCALIZACIÓN

Es un grupo de áreas de sustancia gris entremezcladas con cordones de sustancia blanca, formando una red cuyos axones se proyectan tanto haciacefálico como hacia caudal, que discurren a lo largo del bulbo raquídeo, protuberancia y el mesencéfalo, alcanza también la médula espinal y el diencéfalo (subtálamo, hipotálamo y tálamo).

En su parte inferior, se continúa con las interneuronas de la sustancia gris de la médula espinal.

En su parte superior, los impulsos hacen relevo en la corteza cerebral, una proyección sustancial de fibras nerviosas también abandonan la formación reticular para entrar al cerebelo.

CONSTITUCIÓN

Desde el punto de vista morfológico la formación reticular está constituida por una red neuronal que se encuentra presente en gran parte del sistema nervioso central: médula espinal, tronco encefálico, diencéfalo. La formación reticular se distribuye en tres zonas longitudinales:

Zona mediana, ocupa el plano mediano, compuesta por neuronas de tamaño intermedio. Especializada en el control reflejo cardiovascular y respiratorio.

Zona medial, se la conoce como campo tegmentario medial, compuesto por muchas células grandes. Especializada en los reflejos suprasegmentarios asociados a patrones posturales y locomotores básicos, los reflejos oculomotores y reflejos de regulación.

Zona lateral, se la conoce como campo tegmentario lateral, compuesta por neuronas pequeñas.

Especializada en asociar los circuitos reflejos de los núcleos sensitivos

con los núcleos motores y núcleos prepanglionares parasimpáticos.

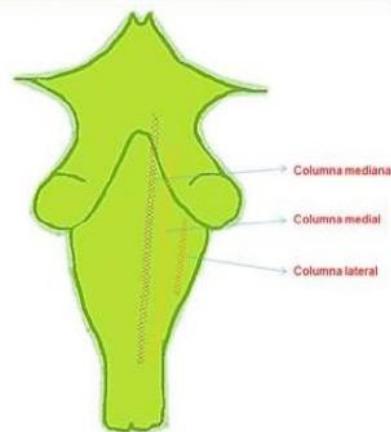


Figura 6.15. Ubicación de las Columnas en la Formación Reticular

- Desde la médula espinal, se proyectan haces espinoreticulares, espinotalámicos y el lemnisco medial.
- Desde los núcleos de los nervios craneales, se proyectan los tractos aferentes ascendentes, que incluyen las vías vestibular, auditiva y visual.
- Desde el cerebelo, se proyecta la vía cerebro reticular
- Desde los núcleos subtalámicos, hipotalámicos, talámicos, cuerpo estriado y el sistema límbico, se proyectan otros tractos aferentes.
- Desde la corteza motora primaria del lóbulo frontal y la corteza somatoestésica del lóbulo parietal, también, se proyectan fibras aferentes

VÍAS EFERENTES

● Vías eferentes que se extienden hacia el tronco del encéfalo y la médula espinal a través de los haces reticulobulbares y reticuloespinales hasta las neuronas en los núcleos motores de los nervios craneales y las células del asta anterior de la médula espinal.

● Vías que se extienden hasta la eferencia simpática y la eferencia parasimpática cráneo sacra del sistema nervioso autónomo.

● Vías adicionales se extienden al cuerpo estriado, el cerebelo, el núcleo rojo, la sustancia negra, el techo y los núcleos del tálamo, subtálamo y el hipotálamo.

● Regiones de la corteza cerebral reciben fibras eferentes.

FUNCIONES

1. Control de la actividad de la musculatura estriada (vía reticuloespinal y reticulobulbar), manteniendo el tono de la musculatura antigravitatoria o regulando la musculatura respiratoria por medio del centro respiratorio del bulbo raquídeo.

2. Control de la sensibilidad somática y visceral, por ejemplo a través de mecanismos de compuerta de control de la entrada del dolor.

3. Control del sistema nervioso autonómico, por ejemplo en la regulación de la presión sanguínea por activación del centro cardiovascular.

4. Control del sistema endocrino, ya sea directa o indirectamente vía hipotálamo, influyendo en la regulación de la liberación de los factores tróficos hormonales.

5. Influencia sobre los relojes biológicos, regulando los ritmos circadianos.

6. Control del ciclo sueño-vigilia, por medio del sistema activador reticular ascendente (S.A.R.A). 2

Taller

Concepto , Constitución , Localización y Funciones de las siguientes estructuras nerviosas :

1.- Núcleo Ambiguo.

2. - Fascículo Solitario.

3.- Fascículo Longitudinal Medial .

4.- Núcleo Salivatorio Superior e Inferior.

5.- Cuerpo Trapezoide .

6.- Establezca diferencias entre Lemnisco Medial , Lemnisco Lateral y Lemnisco Es- pinal.

Referencia Bibliográfica

- 1.- S. Snell, Richard. Neuroanatomía Clínica. 6^a Edición. Buenos Aires: Médica Panamericana,2008.
- 2.- Crossman A.R. Neuroanatomía Texto y Atlas en Color. 3^a Edición. Barcelona, España: Elsevier Masson, 2007.

Cerebelo

El cerebelo es una estructura de gran importancia del sistema nervioso central que coordina los movimientos y la postura del cuerpo de manera voluntaria y su control lo ejerce a través de la corteza cerebral y del tronco encefálico

EL CEREBELO

INTRODUCCION

El cerebelo desde hace tiempo se llama el área silenciosa del encéfalo, principalmente porque la excitación eléctrica de esta estructura no provoca ninguna sensación, y raramente movimientos motores. Sin embargo, como veremos, la extirpación del cerebelo hace que los movimientos motores se tornen extremadamente anormales. El cerebelo resulta especialmente vital para el control de actividades musculares rápidas, como correr, escribir a máquina, tocar el

piano, incluso hablar. La pérdida de esta zona del encéfalo puede destruir cada una de estas actividades, aunque sin provocar parálisis de los músculos.

Pero ¿cómo es que el cerebelo puede tener tanta importancia si no tiene el control directo sobre la contracción muscular? La contestación es que vigila y establece ajustes correctores de las actividades motoras desencadenadas por otras partes del encéfalo. Recibe continuamente información actual de las partes periféricas del cuerpo, para determinar el estado instantáneo de cada uno de sus áreas, su posición, su ritmo de movimiento, las fuerzas que actúan sobre él, etc. El cerebelo compara el estado físico actual de cada parte del cuerpo según indica la información sensorial, con el estado que intenta producir el sistema motor. Si los dos no se comparan favorablemente, de manera instantánea se transmiten señales correctoras adecuadas hacia el sistema motor, para aumentar o disminuir la actividad de músculos específicos.

GENERALIDADES

El cerebelo es una estructura nerviosa impar colocada en la parte posterior del cuarto ventrículo, localizado en la fosa craneal posterior dorsal al tronco encefálico. Es una masa voluminosa que pesa 140 aproximadamente. Se halla por debajo de la parte posterior del cerebro del que lo separa un repliegue de la duramadre llamado tienda del cerebelo, el cual se introduce en la cisura transversa. Tiene forma ovoide, ligeramente aplanado y con una escotadura central. En la línea media presenta una eminencia longitudinal llamada vermis, y a cada lado del vermis se encuentran dos eminencias voluminosas llamadas hemisferios cerebelosos, que están cubiertos por una fina capa de sustancia gris, plegada en numerosas circunvoluciones finas.

Estructura del cerebelo

Consiste en un manto cortical gris, la corteza cerebelosa, un centro medular de sustancia blanca y cuatro pares de núcleos intrínsecos desde afuera hacia adentro estos núcleos son el dentado, el emboliforme, el globoso y el del fastigio. Tres pares

de pedúnculos cerebelosos conectan el cerebelo con los tres segmentos inferiores del tronco, denominados pedúnculos cerebelosos superior, medio, inferior.

Conformación exterior y relaciones

El cerebelo consta de una porción situada en la línea media, el vermis, y dos lóbulos laterales o hemisferios. Esta estructura tiene esencialmente forma de cuña, cara superior (gráfico 7-1) algo aplanada, hacia arriba presenta una incisura cerebelosa anterior, de escasa profundidad hacia abajo presenta la incisura cerebelosa posterior, más profunda y angosta contiene un pliegue de la duramadre, la hoz del cerebelo (falx cerebelli).

Una cara posterior en la región suboccipital y una cara inferior (gráfico 7-2) por encima del cuarto ventrículo en esta cara existe una fosa media profunda, la cisura media (vallecula cerebelli), que tiene continuidad con la incisura posterior.

Este órgano deriva de la capa ectodérmica del disco germinativo trilaminar, más concretamente del metencéfalo (que es la porción más céfálica vesicular).

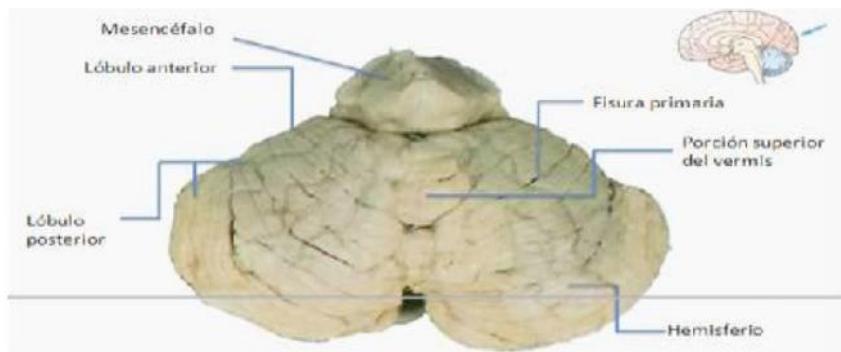


Figura 7.1. Vista superior del cerebelo (cortesía del anfiteatro de la escuela de medicina de Machala)

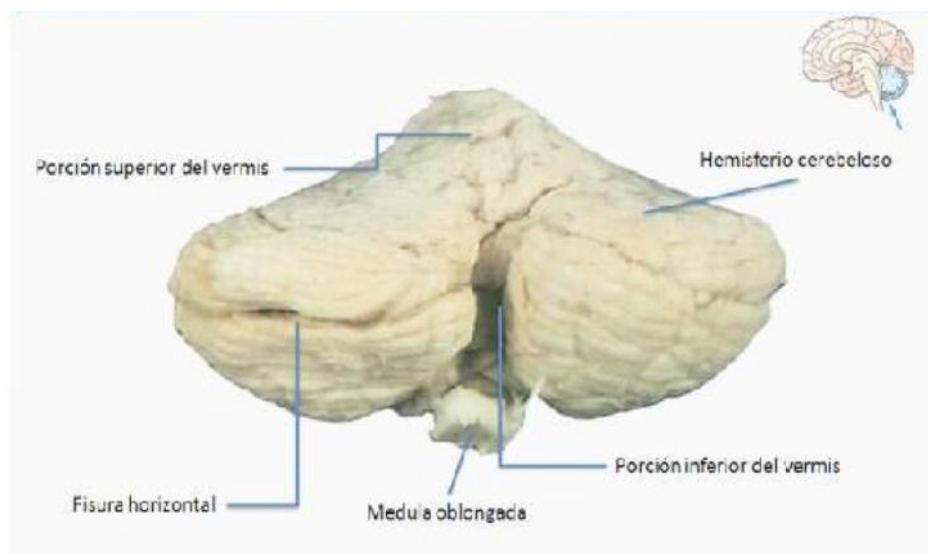


Figura 7.2. Vista posterior del cerebelo (cortesía del anfiteatro de la escuela de medicina de Machala)

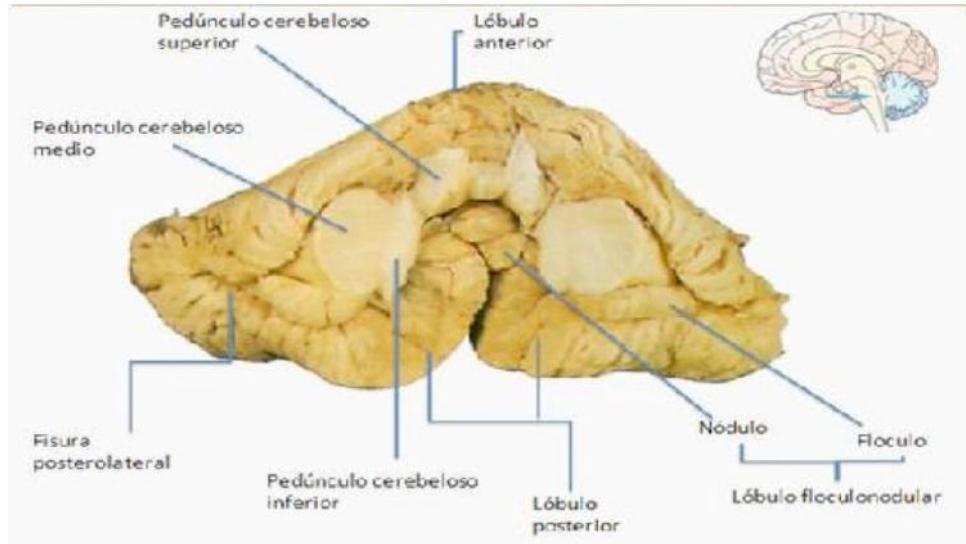


Figura 7.3. Vista anteroinferior del cerebelo (cortesía del anfiteatro de la escuela de medicina de Machala)

Macroscopía

El vermis es la clave de la organización macroscópica Lóbulo posterior del cerebelo y se identifican por su denominación y por números romanos. Desde un punto de vista funcional y embriológico, el cerebelo se divide en tres partes: lóbulo anterior (paleocerebelo) (Neocerebelo) y Arquicerebelo (Lobulillo Flocolonodular).

VERMIS	HEMISFERIOS CEREBELOSO
I. Lingula	No tiene correspondencia
II.III. Alar	Lobulillo central
IV.V. Culmen	Lobulillo cuadrilátero anterior
VI. Declive	Lobulillo cuadrilátero posterior
VII. Lamina Tuber	Lobulillo Ansiforme Lobulillo semilunar superior (Crus I) Lobulillo semilunar inferior (crus II)
VIII. Pirámide	Lobulillo Paramediano Lobulillo delgado Lobulillo digástrico
IX. Úvula	Amigdala (Torsa)
X. Nódulo	Flocculo

Tabla 7.1. División anatómica del cerebelo

Lóbulo anterior

También conocido como paleocerebelo Se encuentra en situación rostral al surco primario. En el vermis, los lobulillos están representados por la lingula, el lobulillo central y el culmen; en el hemisferio la lingula no tiene correspondencia alguna, pero el lobulillo central alar y el lobulillo cuadrilátero anterior corresponden al lobulillo central y al culmen. Esta división del cerebelo recibe impulsos de los receptores de estiramiento a través de los haces espinocerebelosos y es la parte más relacionada con la regulación del tono muscular.

Lóbulo posterior

También conocido como Neocerebelo es la parte más grande y filogénicamente más reciente. Se encuentra entre los surcos primario y posterolateral, este lóbulo representa la mayor subdivisión de el cerebelo. Sus partes veredianas son, en sucesión, el declive, el foliun, el tuber, las pirámides y la úvula. El lobulillo simple, situado entre los surcos primario y posterior, corresponde al declive del vermis. El lobulillo ansiforme es la parte del hemisferio cerebeloso situada entre el surco posterosuperior y el lobulillo

delgado. El surco horizontal divide el lobulillo ansiforme en el lobulillo semilunar superior (crus I) y el lobulillo semilunar inferior (crus II). Las correspondencias vermianas del lóbulo ansiforme son el folium y el tuber.

Entre los surcos prepiramidal y posterolateral se encuentran la pirámide y la úvula en el vermis y el lobulillo Paramediano (el cual divide en lobulillo delgado y lobulillo digástrico) y la amígdala cerebelosa o tonsila en el hemisferio. Este lóbulo recibe impulsos de la corteza cerebral contralateral a través de relevos en los núcleos protuberanciales, y es la parte del cerebro más vinculada con la coordinación de la función motora somática. Su división

anatómica lo podemos apreciar en el cuadro 7.1

Lobulillo floculonodular

También conocido como Arquicerebelo, es la parte más antigua desde un punto de vista filogenético, es representado por el nódulo, los dos floculos y sus conexiones pedunculares, es la parte más antigua desde un punto de vista filogenético. Esta división del cerebelo es la de relación más íntima con el sistema vestibular y está separada del lóbulo superior del cerebelo, por el surco posterolateral.

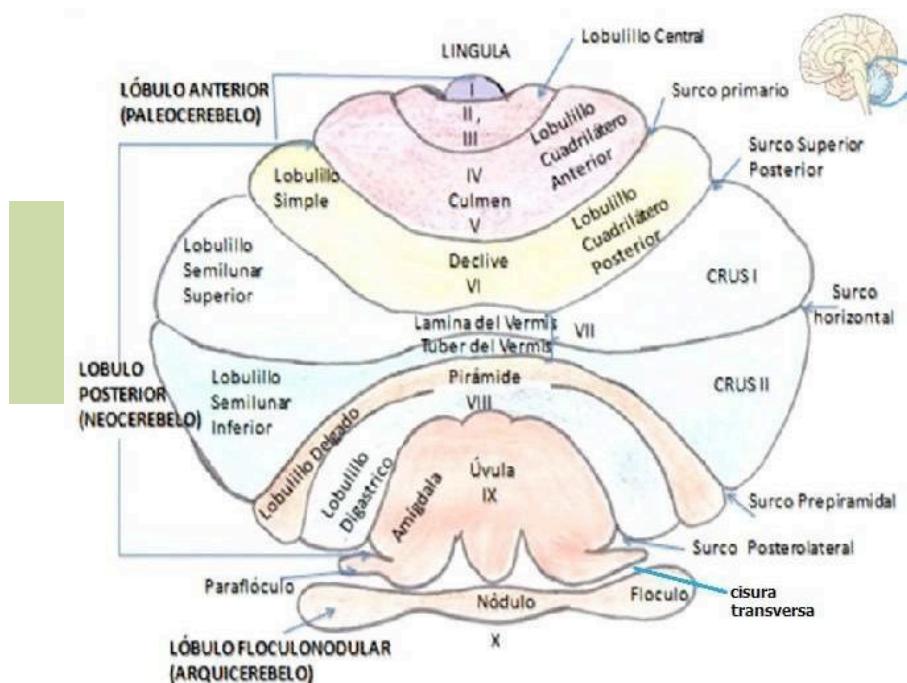


Figura 7.4. Esquema del cerebelo extendido horizontalmente la superficie

Microscopía. Sustancia Blanca.

CONEXIONES DEL CEREBELO

En el Vermis hay poca sustancia blanca que se asemeja al tronco y a las ramas de un árbol: El árbol de la vida.

En cada hemisferio cerebeloso hay gran cantidad de sustancia blanca.

La sustancia blanca está formada por 3 grupos de fibras: intrínsecas, aferentes y eferentes (extrínsecas).

Conexiones Intrínsecas

No abandonan al cerebelo, sino que conectan diferentes regiones. Algunas interconectan folia de la corteza cerebelosa y el vermis del mismo lado; otras conectan entre si los dos hemisferios cerebelosos.
Grafico 7.2

Fibras musgosas

Son gruesas fibras mielínicas que penetran en el cerebelo por cualquiera de

los pedúnculos y que después de dividirse profusamente en la sustancia blanca, dan ramas que terminan en los núcleos grises, formando con las neuronas del núcleo sinapsis que se producen en la terminación de la fibra, que se integra en el citoplasma neuronal formando una estructura redondeada parecida a una castaña. Otras ramas abordan la corteza penetrando en la capa granular, donde siguen un curso tortuoso, dando multitud de colaterales. Durante su trayecto por la granulosa, las fibras musgosas presentan «unos abultamientos nudosos que se diría están constituidos por un acúmulo irregular de plata precipitada. Estas varicosidades son verdaderas arborizaciones cortas y varicosas que aparecen en ciertos parajes de la fibra a la manera de un musgo o maleza de revestimiento. Gráfico 7.2

Fibras trepadoras

Son fibras de menor diámetro que las musgosas, descritas por Cajal en 1888,

que penetran a través de los pedúnculos cerebelosos y tras dar colaterales para todos los núcleos grises, donde contactan con la neuronas, alcanzan la corteza y se ramifican sobre todo en la capa molecular. Atraviesan la capa granulosa de forma casi rectilínea, con escasas varicosidades y dando únicamente una a dos colaterales.

Gráfico 7.5

Conexiones extrínsecas

Pedúnculos Cerebelosos

Conjuntos de fibras aferentes y eferentes que agrupan en tres grandes haces o pedúnculos cerebelosos superior, medio e inferior.

Pedúnculo cerebeloso superior (BRACHIUM CONJUNTIVUM) ,.- Conectan el cerebro con el mesencéfalo.

Pedúnculo cerebeloso medio (BRACHIUM PONTIS).- Conectan el cerebro con la protuberancia.

Pedúnculo cerebeloso inferior : (CUERPO RESTIFORME) .- Conectan el cerebro con el bulbo raquídeo.

Fibras cerebelosas aferentes

Procedentes de la corteza cerebral (Conexiones neocerebelosas, Cerebrocerebelo, Pontocerebelo)

Vía corticopontocerebelosa

Fibras corticopontinas nacen en las

células nerviosas de los lóbulos frontal, parietal, temporal y occipital de la corteza cerebral y descienden hacia los núcleos pontinos, luego de estos nacen las fibras transversas de la protuberancia, que ingresan al hemisferio cerebeloso del lado opuesto, mediante el pedúnculo cerebeloso medio. Grafico 7.2

Vía cerebroolivocerebelosa

Son fibras corticoolivares surgen de las células nerviosas en los lóbulos frontal, parietal, temporal y occipital del corteza, para descender hacia los núcleos olivares inferiores, mediante los pedúnculos cerebelosos inferior. Grafico 7.5

Vía cerebrorreticulocerebelosa

Estas fibras nacen de las células nerviosas de la mayoría de las área de la corteza cerebral (área sensitivomotora), estas fibras llegan hasta la formación reticular como corticoreticulares, para luego conectarse mediante el pedúnculo cerebeloso inferior y medio al cerebro con las fibras reticulocerebelosas. Grafico 7.5

Procedentes de la medula espinal (Conexiones del Paleocerebelo)

La medula espinal envía información al cerebro por tres vías: 1) el tracto espinocerebeloso inferior, 2) el tracto espinocerebeloso posterior y 3) el tracto cuneocerebeloso.

Tracto espinocerebeloso anterior

Los axones que entran a través de la medula espinal desde el ganglio de la raíz posterior terminan haciendo sinapsis con las neuronas del núcleo dorsal las cuales se localizan en el hasta gris posterior. Algunos axones de estas neuronas se decusan dirigiéndose hacia el lado opuesto y estas fibras ascienden tomando el nombre de tracto espinocerebeloso anterior a través del cordón contralateral mientras que otras

fibras suben a través del cordón blanco del mismo lado. Estas fibras al llegar al cerebro ingresan a él por medio del pedúnculo espinocerebeloso superior y terminan en la corteza cerebelosa tomando el nombre de fibras musgosas. Posiblemente las fibras que se decusan hacia el lado opuesto de la medula espinal se puedan decusar dentro del cerebro.

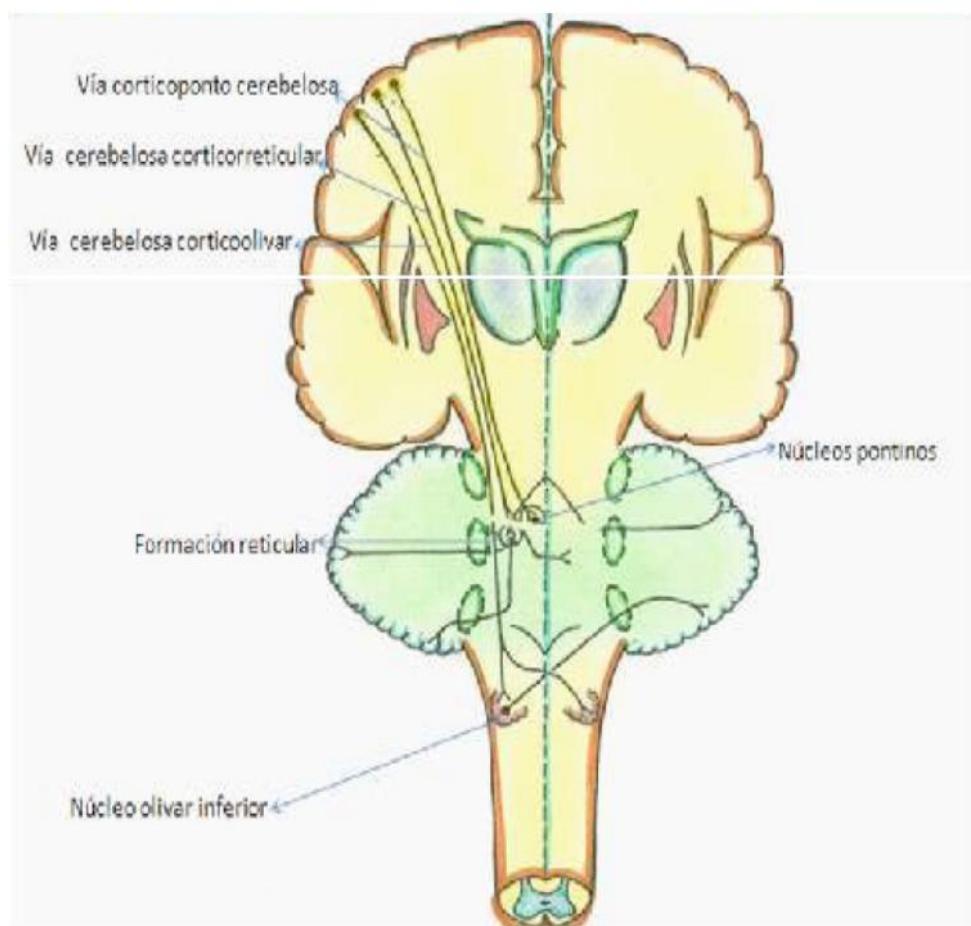


Figura 7.5. Fibras aferentes cerebelosas desde la corteza cerebral.

El tracto espinocerebeloso anterior se encuentra localizado en todos los segmentos de la médula espinal y sus fibras se caracterizan por transmitir información musculoarticular desde los huesos musculares, los órganos tendinosos y los receptores articulares de las extremidades superiores e inferiores, se cree que también recibe información de las aponeurosis superficiales y la piel. Gráfico 7.6

Tracto espinocerebeloso posterior

Los axones ingresan a la medula espinal por medio del ganglio de la raíz posterior, entran en el hasta gris posterior y luego

hace sinapsis con las neuronas del asta gris posterior. Estas neuronas son llamadas en conjunto como núcleo dorsal.

Los axones de estas neuronas entran por la parte posterobasal del cordón blanco lateral del mismo lado y ascienden estas fibras tomando el nombre de tracto espinotalámico posterior hasta el bulbo raquídeo. El tracto ingresa al cerebelo por medio del pedúnculo cerebeloso inferior y llegan a la corteza cerebral tomando el nombre de fibras musgosas. Este tracto recibe información musculoarticular de los huesos musculares, los órganos tendinosos y los receptores articulares de las extremidades superiores y la parte superior del tórax. Gráfico 7.6

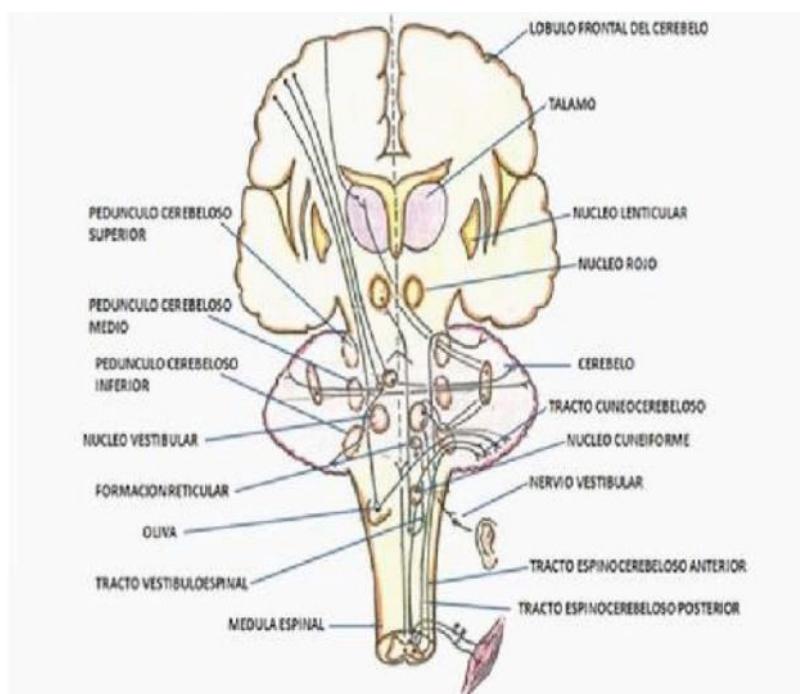


Figura 7.6. Fibras aferentes cerebelosas desde la Medula Espinal

Tracto cuneo cerebeloso

Las fibras de este tracto se originan en el núcleo cuneiforme del bulbo raquídeo e ingresan a través del pedúnculo cerebeloso inferior al hemisferio cerebeloso del mismo lado.

Estas fibras llegan como fibras musgosas a la corteza cerebelosa. El tracto cuneocerebeloso tiene la función de recibir información musculoarticular de los huesos musculares, los órganos tendinosos y los receptores articulares de la extremidad superior y la parte superior del tórax.

**Procedente del nervio vestibular
(conexiones arquicerebelo)**

El nervio vestibular recibe información del oído interno que está en relación con los movimientos desde los conductos semicirculares y la posición con relación a la gravedad desde el utrículo y el sáculo.

El nervio vestibular envía fibras aferentes al cerebro por medio del pedúnculo cerebeloso inferior del mismo lado. Las fibras aferentes del oído interno terminan como fibras musgosas en el lóbulo floculonodular del cerebro.

Otras fibras aferentes

El cerebro también recibe fibras aferentes del núcleo rojo y del techo.

EFERENTES DEL CEREBELO

La corteza cerebelosa envía todas sus eferencias por medio de las neuronas de

Purkinje hacia los núcleos intracerebelosos.

Vía Dentotalámica

Los núcleos dentados envían axones que transcurriendo por el pedúnculo cerebeloso superior, lugar en que decusa al lado opuesto, terminan haciendo sinapsis en el tálamo (núcleo ventrolateral). Luego los axones del tálamo ascienden por cápsula interna y corona radiada para terminar en el área motora primaria de la corteza cerebral. Por medio de esta vía, el núcleo dentado puede influir en la actividad motora del lado opuesto y por medio de la vía corticoespinal que se dirige a la médula espinal le permite al núcleo participar en la coordinación de la actividad muscular del mismo lado.

**Vía Globoso- Emboliforme -
Rúbrica**

Tanto el núcleo dentado, globoso y emboliforme discurren por el pedúnculo cerebeloso superior, cruzan la línea media y terminan haciendo sinapsis con el núcleo rojo del lado opuesto. Este núcleo se proyecta hacia la médula espinal por el tracto rubro-espinal de esta forma influyen en la actividad motora del mismo lado del cuerpo.

Vía Fastigiovestibular

Los axones de la neurona del núcleo fastigio, cruzan el pedúnculo cerebeloso inferior

para terminar haciendo sinapsis con las neuronas del núcleo vestibular lateral de ambos lados. El núcleo fastigio cumple una función importante sobre el tono de los músculos extensores homolaterales.

Vía Fastigiorreticular

Los axones del núcleo fastigio discurren por el pedúnculo cerebeloso inferior y terminan haciendo sinapsis con las neuronas de la formación reticular.¹

Sustancia Gris

Corteza Cerebelosa

CORTEZA CEREBELOSA

La corteza cerebelosa tiene un espesor de 1 mm de diámetro, esta estructura presenta un eje de sustancia blanca central rodeado por la sustancia gris periférica que se denomina corteza y que concluye en la superficie del órgano.

En la corteza podemos diferenciar dos capas de morfología muy diferente, y de gran importancia funcional, que desde la sustancia blanca hasta las meninges son la capa molecular o plexiforme, la capa de células de purkinje y la capa granulosa.
Gráfico 7.7

Capa molecular o plexiforme

Banda parvicelular que representa casi la mitad de la corteza cerebelosa, se extiende entre la hilera de los somas de las células de purkinje y la piamadres, se encuentra constituida por células estrelladas tipo GOLGI II que se encuentra mas externamente.

Y las células en canasto ubicadas mas profundamente, estas neuronas son poco numerosas y se encuentran distribuidas transversalmente al eje de la laminilla ramificándose alrededor de las células de purkinje formando el modo de una canasta.

En la capa molecular se encuentran ramificaciones dendríticas de las células de purkinje y axones de las células granulares.
Gráfico 7.7

Capa de células de purkinje

Esta capa consta de numerosas células grandes en forma de botella de disposición uniforme a lo largo del borde superior de la capa granular. Las células depurkinje poseen un núcleo vesicular, cada célula da origen a un complicado árbol dendrítico, orientado en ángulo recto, con respecto al eje longitudinal de la laminilla. Las ramas dendríticas primarias y secundarias son lisas y la tercera poseen espinas cortas, gruesas y rugosas. Estas espinas dendríticas gruesas se denominan ramitas espinosas o gémulas.

Los axones de las células de purkinje son mielínicas y pasan a través de la capa granular. Estos axones se proyectan hacia los núcleos cerebelosos profundos por la vía cerebelosa más corta.

Sus arborizaciones dendríticas como las proyecciones axónicas de las células de purkinje se encuentran en un solo plano perpendicular al eje de la laminilla.

Los axones de la células de purkinje representan la vía de descarga de la corteza cerebelosa, y las colaterales de esta célula se encuentran en contacto sináptico con las células Golgi tipo II en la capa granulosa.²

Capa granular

Esta capa se extiende hasta aproximadamente la mitad de la corteza, teniendo unos 500 µm. de espesor en la convexidad y unos 100 µm. en el surco. Las

dendritas son 4 o 6 que nacen del soma y tras un trayecto muy corto, algo flexuoso y sin ramificarse, terminan en una pequeña arborización. El axón nace habitualmente del soma o, en raras ocasiones de la dendrita más alta, y asciende más o menos curvadamente hasta la capa molecular. Este trayecto ascendente es al principio liso, pero luego se torna varicoso. Al llegar a la capa molecular, el axón se divide en «T», dando dos ramas contrapuestas que avanzan en sentido longitudinal y que constituyen las fibras paralelas (F.P.) de Cajal. Estas fibras están orientadas en el eje longitudinal de la laminilla. En el curso de su trayecto, las FP hacen abundantísimas sinapsis con todos los tipos celulares de la capa molecular, pero especialmente con las células de Purkinje y más concretamente con las espinas dendríticas que son diferenciaciones específicas para las F.P.

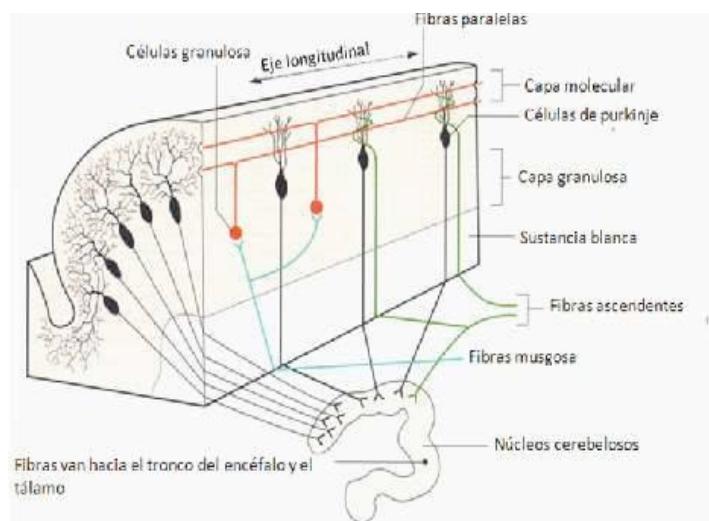


Figura 7.7. Corteza cerebelosa, principales fibras y nucleos

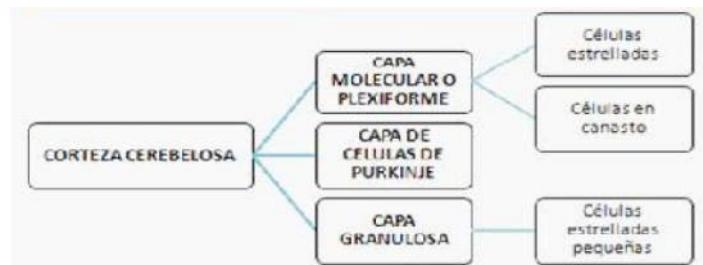


Tabla 7.2. Esquema de corteza cerebelosa

Núcleos intracerebelosos

Profundamente en el interior de la sustancia blanca cerebelosa, por encima del techo del cuarto ventrículo se situa cuatro pares de núcleos: Dentado, Emboliforme, Globoso y Fastigio.

El núcleo dentado: Es el de mayor tamaño y se ha calculado que tiene unas 250.000 neuronas. Es de color gris amarillento y tiene forma de bolsa con una abertura hacia el lado interno. El núcleo dentado, como el resto de los núcleos cerebelosos, además de recibir colaterales de fibras que desde otros centros nerviosos llegan al cerebelo, reciben los axones de las células de Purkinje.

El núcleo emboliforme: Es ovoide y está ubicado medial al núcleo dentado y cubre parcialmente su hilio.

El núcleo globoso: Consiste en uno o más grupos de células redondeadas que se ubican por dentro del núcleo emboliforme.

El núcleo del fastigio: Es una masa gruesa con forma de cometa, ubicada casi en la línea media, entre el vermis y el techo del IV ventrículo del cual está separado por una delgada capa de sustancia blanca.

Los núcleos intracerebelosos están compuestos por grandes neuronas multipolares con dendritas con ramificaciones simples. Los axones forman la aferencia cerebelosa en los pedúnculos cerebelosos superiores e inferiores.³

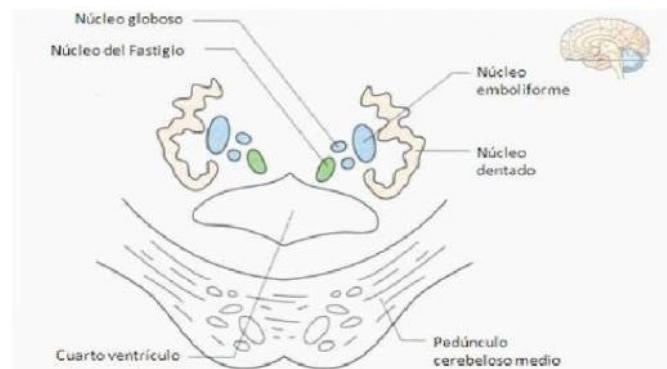


Figura 7.8. Núcleos cerebelosos, sección transversal del cerebelo

FUNCIONES DEL CEREBELO

- Control de la metría, cálculo de distancia de un determinado movimiento. Su alteración produce dismetría
- Controla la taxia y sinergia, lo que hace en conjunto con la médula.
 - Diadicocinesia: control de movimientos alternos (atornillar una ampolleta, se gira la mano en un sentido y otro), su lesión produce adiadicocinesia.⁴

Resumen funciones del Cerebelo

- Coordinacion de los movimientos mediante sinergia con las diferentes estructuras cerebrales.
- Regular y manejar una situación con la capacidad de taxia y cronometria de los movimientos.
- Inhibir en funcionamiento de una vía que se activa innecesariamente ante un estado de alerta.
- Modular la informacion que atraviesan los nucleos mas profundos.

Taller

.- Embriológicamente y Anatómicamente Cómo se lo estudia al Cerebelo . Dibuje y explique:

2.- Qué son los Pedúnculos Cerebelosos , Cuántos son , Qué función tiene cada una de ella. Dibújelas todas sus fibras aferentes y eferentes :

Referencia Bibliográfica

- 1.- S. Snell, Richard. Neuroanatomía Clínica. 6^a Edición. Buenos Aires: Medica Panamericana, 2008. 612p. ; 28x20cm
- 2.- Crossman, A. R. Neuroanatomía Texto y Atlas en Color. 3^a Edición. Barcelona, España: Elsevier Masson, 2007. 183p. ISBN edición Original: 0-443-10036-5
- 3.- C. B. Correia, Luiz Gustavo. Atlas de Neuroanatomía Macroscópica y Estructura.
- 4.- Román Arana, Iñiguez; A. Rebollo, María. Neuroanatomía. 7^a Edición. Buenos Aires: Inter-medica, 1979. 175p.

Cerebro

EL CEREBRO

Es el órgano más misterioso, fascinante, poderoso y complejo de la naturaleza humana, y por consecuencia no tan fácil de entender su funcionamiento. Es además una de las zonas más frágiles del organismo, tanto así que una infección, o

un fuerte golpe puede afectar la memoria y el normal desempeño de una persona por el resto de su vida.

Para su estudio se lo ha dividido en dos partes: el telencéfalo, formado por los hemisferios cerebrales y el Diencéfalo que es la parte central.

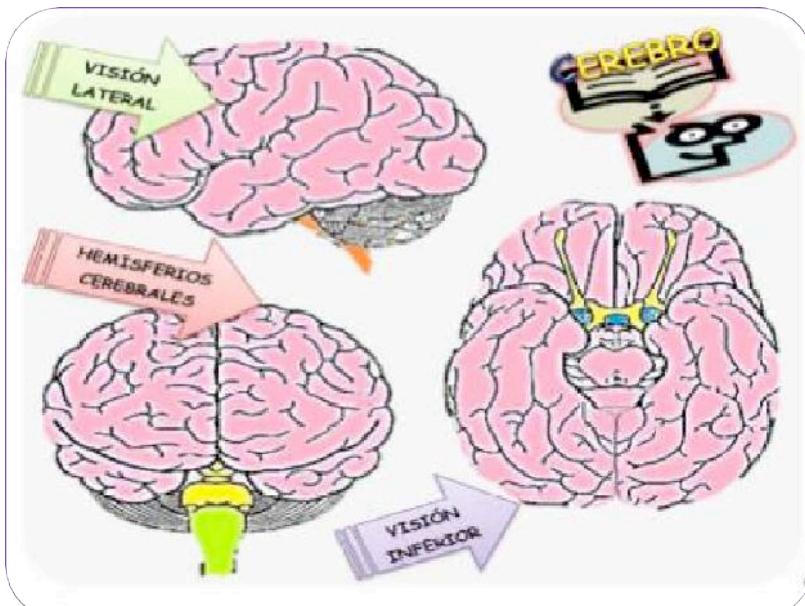


Figura 8.1. Cerebro (vista lateral, vista inferior)

Macroscopía

El cerebro o telencéfalo su ubicación es dentro del cráneo, se encuentra formando parte del Sistema Nervioso Central, su corteza (o sustancia gris que lo recubre) es la estructura donde se realizan las funciones cerebrales superiores.

Considerado una de las partes más grandes del encéfalo, su peso oscila entre 1.150 gramos en el varón y 1.000 gramos en la mujer. Aunque el cerebro sólo supone un 2% del peso del cuerpo, su actividad metabólica es tan elevada que consume el 20% del oxígeno.

Posee un aspecto característico, con gran cantidad de surcos y fisuras. Siempre va a tener un polo anterior que es el Polo Frontal, y un polo posterior que es el Polo Occipital y un polo externo que es temporal. Tiene una cara general convexa que está relacionada con los huesos del cráneo.

Proviene de una de las principales divisiones del cerebro anterior o prosencéfalo, es una estructura supratentorial constituida por:

- A.- Hemisferios cerebrales
- B.- Corteza cerebral
- C.- Sistema límbico
- D.- Ganglios basales
- E.- Ventrículos laterales

PRINCIPALES DIVISIONES ENCEFÁLICAS	TELENCÉFALO O CEREBRO	HEMISFERIOS CEREBRALES CORTEZA CEREBRAL SISTEMA LÍMBICO GANGLIOS BASALES VENTRÍCULOS LATERALES
PROSENCEFALO O CEREBRO ANTERIOR		TÁLAMO HIPOTÁLAMO EPITÁLAMO SUBTÁLAMO TERCER VENTRÍCULO
DIENCEFALO		

Figura 8.1. Principales divisiones encefálicas

Anatómicamente al encontrarse dividida por el tentorio (que es una doble capa de duramadre que se ubica entre cerebelo y los hemisferios cerebrales) podemos observar que el cerebro es supratentorial y el tronco encefálico es infratentorial.

Al cerebro lo podemos delimitar en cuatro lóbulos que se denominan:

- A.- Lóbulo. Frontal
- B.- Lóbulo. Parietal
- C.- Lóbulo. Temporal
- D.- Lóbulo. Occipital

Existe un quinto lóbulo, la ínsula, que no es visible desde fuera del cerebro y está localizado en el fondo de la Fisura Lateral.

Al interior del Cerebro podemos observar una estructura de gran importancia con la memoria de corto plazo y aprendizaje, denominada Hipocampo.

Desde el aspecto clínico podemos observar que el hipocampo presenta varias capas de neuronas, algunas más sensibles a la hipoxia que otras, (Hipoxia significa falta de oxígeno) que se puede producir por una aterosclerosis, por lo tanto ésta podría ser una causa de la Demencia

Senil, es decir, ahí el porque de cuando vamos aumentando en la edad somos más propensos a ir perdiendo la memoria, una de las causas puede ser la disminución de la irrigación de las neuronas que están comprometidas en el control de la memoria a corto plazo.

externamente formando la corteza cerebral, esta se encuentra plegada por medio de surcos y elevaciones denominadas circunvoluciones.

Internamente encontramos la sustancia blanca con núcleos grises.

Para su estudio en cada hemisferio se describen:

HEMISFERIOS CEREBRALES

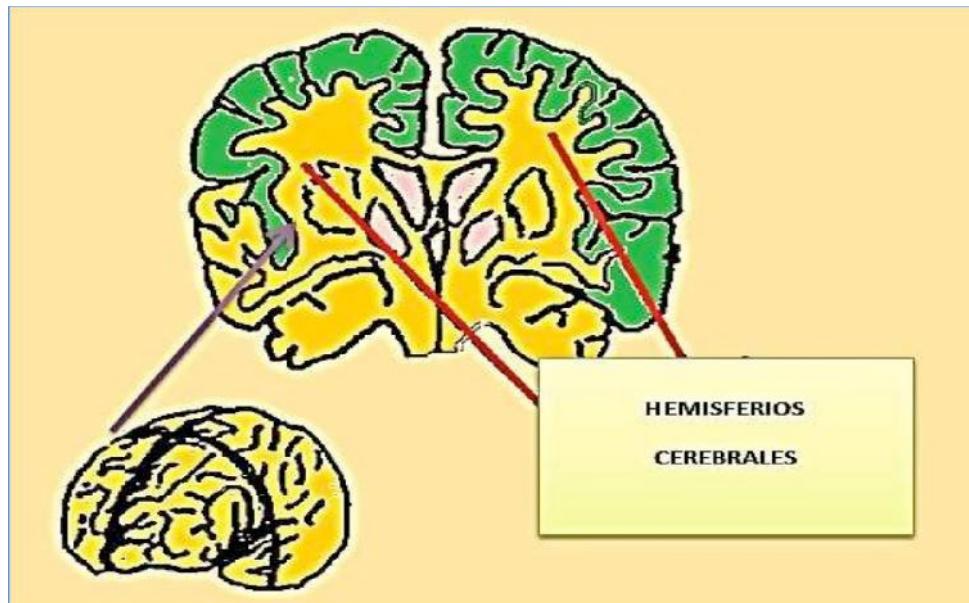


Figura 8.2. Hemisferios Cerebrales

Los hemisferios cerebrales derecho e izquierdo derivan del telencéfalo embrionario, se encuentran separados por una cisura longitudinal o interhemisférica que acomoda la hoz del cerebro meníngeo, en lo mas hondo de la cisura los hemisferios se unen mediante el cuerpo calloso.

Superficialmente presenta, una capa de sustancia gris que se distribuye

Tres caras:

- A.- Supero lateral (externa)
- B.- Medial (interna)
- C.- Inferior (basal)

Tres bordes:

- A.- Superior
- B.- Inferomedial
- C.- Inferolateral

CISURAS PRINCIPALES DE LOS
HEMISFERIOS CEREBRALES.

FUNCIONES DE LOS HEMISFERIOS CEREBRALES	
HEMISFERIO IZQUIERDO	HEMISFERIO DERECHO
Controla el lado derecho del cuerpo	Controla el lado izquierdo del cuerpo
Verbal - habla - verbal	Táctil-Espacial-Musical-Acústico
Lógico - matemático	Holistico
Lineal - detallado	Artístico - Simbólico
Secuencial	Simultáneo
Controlado	Emocional
Intelectual	Intuitivo-creativo
Dominante	Secundario tranquilo
Mundano	Espiritual
Cuantitativo	Cualitativo
Activo	Receptivo
Analítico	Sintético - Gestáltico
Lectura - Escritura - Clasificación	Reconocimiento facial
Ordenamiento Secuencial	Comprensión simultanea
Percepción del orden significativo	Percepción de normas abstractas
Secuencias motrices complejas	Reconocimiento de Figuras Complejas

Figura 8.2. Hemisferios Cerebrales

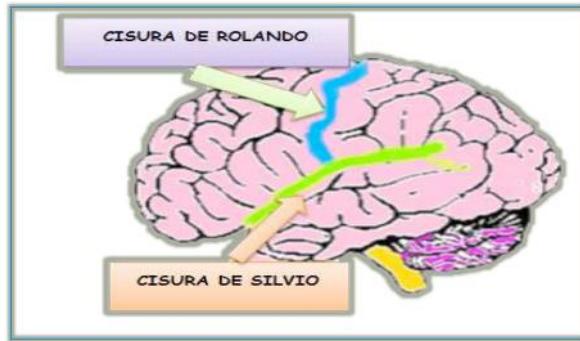


Figura 8.4. Cisura de Rolando y Cisura De Silvio

A.-CISURA CENTRAL O ROLANDO:

Comienza en el borde superior, se dirige hacia abajo y hacia adelante en la cara supero lateral. Es de importancia ya que se encuentra en dos giros y circunvoluciones una ventral (GIRO PRECENTRAL) con neuronas motoras y un giro posterior (GIRO POSTCENTRAL) con neuronas sensitivas.

B.- CISURA LATERAL O SILVIO: Es una hendidura profunda que se encuentra principalmente en la cara supero lateral e inferior. El surco se origina en la superficie inferior, al llegar a la superficie lateral se divide en ramas horizontal anterior y la rama ascendente anterior y se continúa con la rama posterior.

La INSULA, el quinto lóbulo de la cara supero lateral del hemisferio cerebral, se encuentra en el fondo de este surco.

C.- CISURA PARIETOOCIPITAL:

Comienza en el borde ínfero medial del hemisferio. Pasa hacia abajo y hacia delante en la superficie medial y se encuentra con la CISURA CALCARINA.

D.- CISURA CALCARINA: En la superficie medial. Comienza por debajo del cuerno del cuerpo callosoy se arquea hacia arriba y hacia atrás para llegar al polo occipital.

LÓBULOS DE LOS HEMISFERIOS



Tabla 8.3. De las cisuras de los hemisferios cerebrales.

CEREBRALES

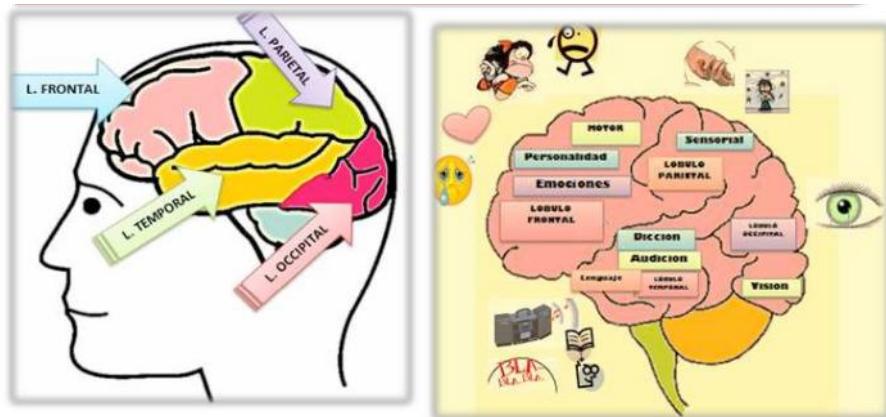


Figura 8.4. Lóbulos de los hemisferios cerebrales y sus funciones.

SUPERFICIE SUPERO LATERAL O DORSO LATERAL

A.- Lóbulo Frontal: ocupa la zona que se encuentra delante del surco central y sobre el surco lateral.

1.- Surcos: PRECENTRAL, FRONTAL SUPERIOR Y FRONTAL INFERIOR.

2.- Giros: FRONTAL PRECENTRAL, FRONTAL SUPERIOR, FRONTAL MEDIO Y FRONTAL INFERIOR.

El Giro frontal inferior posee 2 prolongaciones hacia el surco lateral que separan al giro en 3 partes:

- Porción Anterior u Orbitaria
- Porción Media o Triangular
- Porción Posterior u Opercular (Área del lenguaje articulado o de Broca).

En el Giro frontal Precentral se encuentra el Homúnculo Motor, que representa el área somática de nuestro

cuerpo (homúnculo = hombrecillo pequeño e invertido).

B.- Lóbulo Parietal:

Se localiza por detrás del Surco central y sobre el Surco lateral. Hacia la parte posterior su límite es la proyección del surco parieto-occipital.

1.- Surcos: Surco Postcentral, Surco Intraparietal.

Estos surcos (Postcentral e Intraparietal) dividen a este lóbulo en 3 zonas.

2.- Giros: Giro Postcentral: Se ubica entre el surco central y postcentral. En él se encuentra la parte sensitiva de nuestro cuerpo, el Homúnculo Sensitivo. Lobulillo Parietal Superior. Lobulillo Parietal Inferior.

En este último Lobulillo se describen los giros:

Giro Supramarginal, Giro Angular.

C.- Lóbulo Temporal:

Ocupa la zona inferior en la relación con la cisura central.

1.- Surcos: TEMPORAL SUPERIOR Y TEMPORAL MEDIO

2.- GIROS: TEMPORAL SUPERIOR, TEMPORAL MEDIA Y TEMPORAL

INFERIOR. En el borde superior que forma el labio inferior del surco lateral, existen varios pequeños GIROS TRANSVEROS o GIRO DE HESCHL.

La importancia funcional que tienen estos giros escondidos es que representan al Área primaria de la Audición.

D.- Lóbulo Occipital:

Se encuentra posterior al Surco Parieto-occipital.

1.- Surcos: Surco superior, Surco inferior.

2.- Giros: Giro Occipital superior, Giro Occipital medio, Giro Occipital inferior.

En la cara medial este lóbulo presenta la Cisura Calcarina, alrededor del que se encuentra el área visual primaria.

Al abrir el surco lateral, e introducirnos

en el interior, se encuentra que en el fondo del surco lateral va a existir un quinto lóbulo, que no se ve al observar a simple vista. Hay que separar los dos labios del surco lateral para encontrar una gran área al interior del surco, que en parte tiene los giros transversos, pero al fondo tiene un gran lóbulo: el Lóbulo de la Ínsula.

E.- Lóbulo Ínsula:

1.- Surcos: Surco Circular de la Ínsula Surco Central de la Ínsula.

2.- Giros: 3 giros insulares cortos: anterior, medio y posterior. 2 giros insulares largos: anterior y posterior.

Este lóbulo termina en una zona que se llama el Limen de la Ínsula, pero se conecta directamente con el lóbulo frontal por un lado y por otro con el lóbulo temporal.

Estas conexiones directas entre un lóbulo y otro son muy interesantes y se llaman Opérculos.

Superficie medial

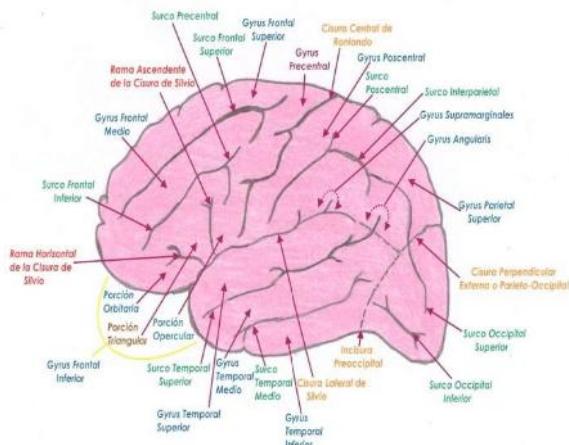


Figura 8.5. Vista Lateral del Cerebro.

Para ver la cara medial hay que separar los hemisferios a través de la fisura longitudinal, por lo tanto es una cara vertical.

A- Cuerpo Calloso: Corresponde a una comisura interhemisférica. Es un elemento de unión de fibras que hay entre un hemisferio y otro.

Se divide en 4 zonas: Rodilla, Rostro, Tronco y Esplenio.

Sobre él se encuentra el Surco del Cuerpo Calloso

Frente a lo que es el Rostro del cuerpo calloso comienza el Surco del Cíngulo, sobre el Giro del Cíngulo.

B.- Giro del Cíngulo:

Alrededor del cuerpo calloso tenemos el giro del cíngulo cuando llega al esplenio del cuerpo calloso, se vuelve más pequeño formando el istmo del giro del cíngulo, que se proyecta a la cara anterior.

C.- Surco del Cíngulo (calloso marginal):

Sigue aproximadamente la misma línea del cuerpo calloso, va dando la vuelta, sigue hacia atrás, desciende y luego va hacia arriba donde termina. Entre este surco y el margen superior, se encuentra el Giro Frontal Medial, este giro, termina por posterior en el Lobulillo Paracentral, el cual presenta en su margen superior al Surco Central, quedando dividido en dos partes: lo anterior al surco central es la parte frontal y, lo posterior, es la parte parietal, por lo tanto aparece el Opérculo Frontoparietal Superior.

D.- Surco Parietoccipital Interno:

Este surco no es interno ni medial ya que hay un solo Surco Parietoccipital, el otro es imaginario, es convencional. Por la parte posterior encontramos una región rectangular, llamada Precuña, delimitado por el giro del cíngulo, por el surco Subparietal y por el Surco Parietoccipital. Aún más posterior, se encuentra la Cuña, entre los surcos parietoccipital y Surco Calcarino. Toda la región que queda por adelante se llama Área Septal, donde hay dos Surcos Paraolfatorios: Anterior y Posterior; además hay dos Giros Paraolfatorios (Anterior y Posterior). Estas son áreas septales, las que tienen relación con el Sistema Límbico.

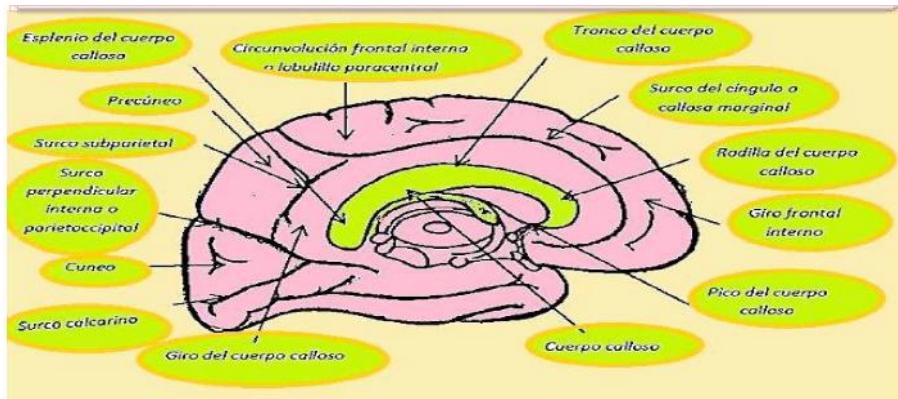


Figura 8.6. Cara medial del Cerebro

Superficie inferior

Para estudiar la cara inferior, ésta debe ser dividida en dos partes:

A.- Parte Orbitaria: corresponde al 1/3 anterior, es un nivel mucho más alto y aplano porque se encuentra sobre las órbitas, es decir está sobre la fosa anterior del cráneo. Relacionada con el techo de las órbitas, presenta surcos y giros.

Surcos Orbitarios: forman un surco en forma de H, que separan los siguientes giros:

1.- Giro Orbitario Anterior 2.- Giro Orbitario Posterior 3.- Giro Orbitario Medial 4.- Giro Orbitario Lateral

Existe otro surco que está bajo la cintilla olfatoria y el bulbo olfatorio, el Surco Olfatorio, medial al surco olfatorio, entre el margen y el surco existe un giro muy largo y angosto que recibe el nombre de Giro Recto.

B.- Parte Temporoccipital: o porción posterior, corresponde a los 2/3 posteriores.

Se localiza en la fosa craneal media, la fosa craneal posterior está ocupada por el cerebelo, del cual se separa por la Tienda del Cerebelo, que es la base donde se posa el tercio posterior del cerebro, el que es un poco cóncavo.

Presenta surcos importantes:

1.- Surco Colateral: En su porción anterior es cortado por un pequeño Surco, denominado Surco Rinal.

2.- Surco Temporo-occipital.

3.- Surco del Hipocampo: el cual termina en una cabeza que se llama el Uncus del Hipocampo

Los giros que presenta son:

1.- Giro Hipocampal: Se continúa con el giro del cíngulo a través del istmo del giro del cíngulo formando el Sistema Límbico o Giro Límbico.

2.- Giro Temporoccipital Medial y Lateral (este último se confunde a través del margen con el girotemporal inferior).

3.- Giro Lingual: Está ubicado por detrás del giro hipocampal, está entre el surco calcáneo y el surco colateral.

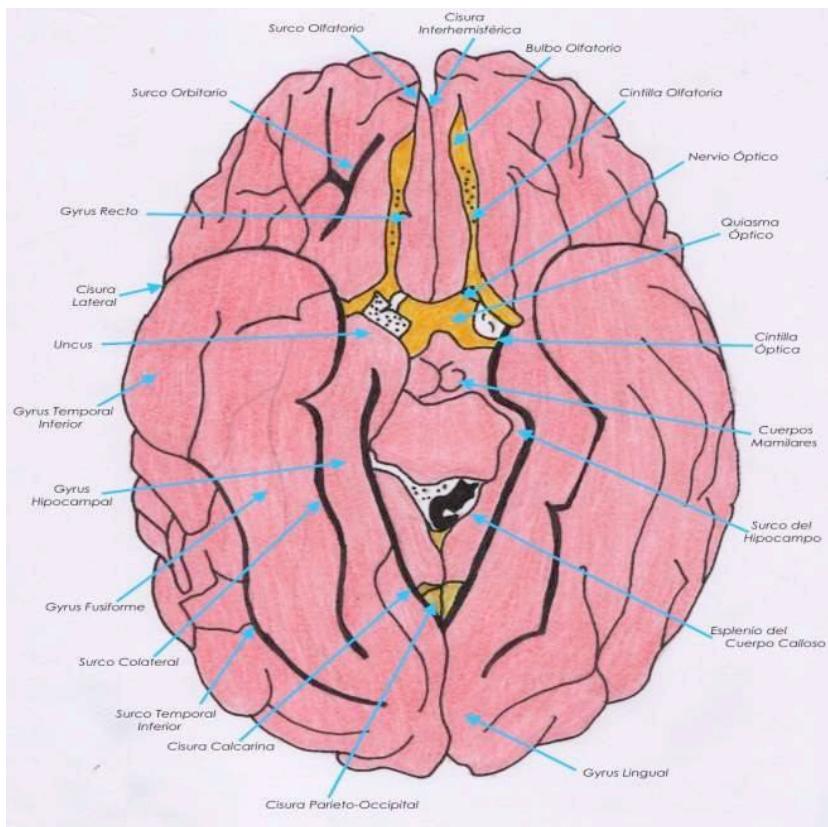


Figura 8.7. Superficie Inferior

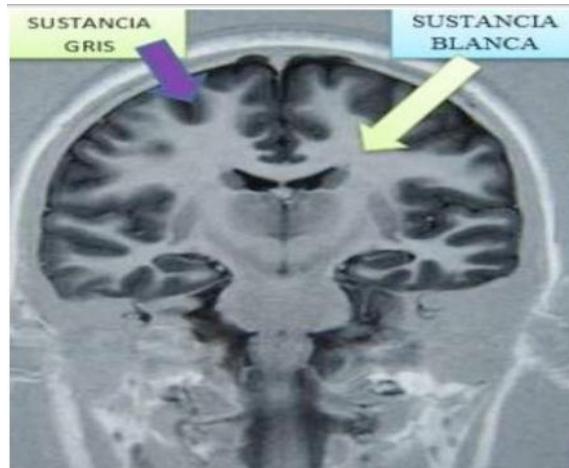


Figura 8.8. Corteza cerebral

Microscopía

La corteza cerebral (córteix) se encuentra rodeando la superficie externa de los hemisferios cerebrales. Consta de una capa de varios milímetros de espesor compuesta por somas neuronales, dendritas y axones de interconexión.

Está compuesta por sustancia gris. Es necesaria para la noción de la conciencia, el pensamiento, la memoria y la inteligencia.

En general, el córtex se divide en tres grandes tipos de áreas funcionales: áreas sensoriales (reciben e interpretan impulsos relacionados con las sensaciones); áreas motoras (inician Movimientos); y áreas de asociación (funciones de integración más complejas, como memoria, emociones, etc.)

SUSTANCIA BLANCA

Subyacente a la corteza cerebral consiste en axones mielinicos organizados en fascículos, los cuales transmiten impulsos entre circunvoluciones de un mismo hemisferio, entre los dos hemisferios (cuerpo calloso) y entre el cerebro y otras partes del encéfalo a la médula espinal o viceversa.

La sustancia blanca está compuesta por fibras nerviosas mielinicas de diferentes diámetros sostenidas por neuroglia. Las fibras nerviosas pueden clasificarse en tres grupos según sus conexiones:

- 1) fibras comisurales
- 2) fibras de asociación
- 3) fibras de proyección

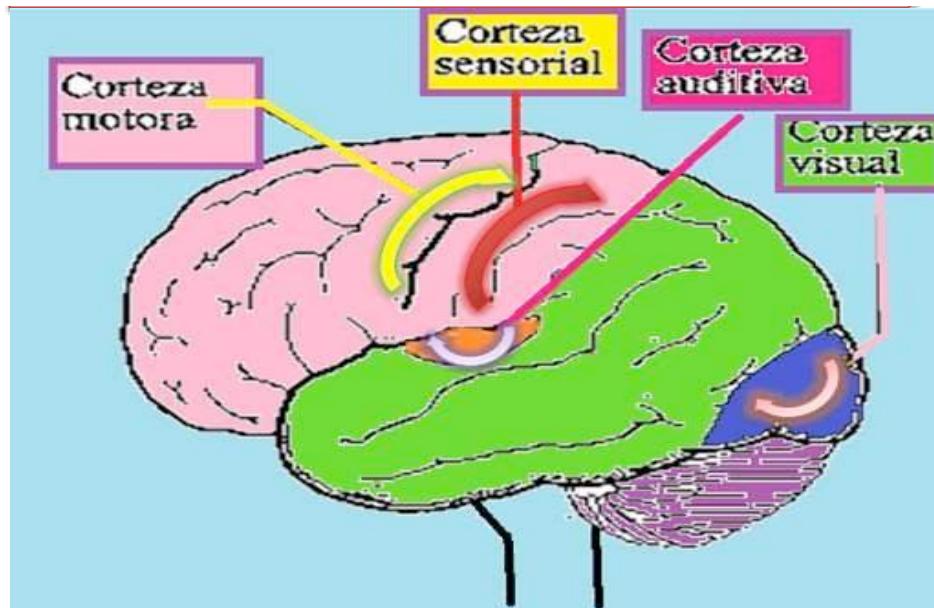


Figura 8.9. Áreas funcionales.

1.- FIBRAS COMISURALES:

A.- El cuerpo calloso: La comisura más grande del encéfalo, conecta a los dos hemisferios cerebrales. Se ubica en el fondo de la cisura longitudinal. Con propósitos descriptivos, se divide:

1.- Pico o Rostrum

2.- Rodilla

3.- Tronco

4.- Rodete (esplenio) del cuerpo calloso

1.- Pico: es la parte delgada del extremo anterior del cuerpo calloso, que se prolonga posteriormente para continuarse con el extremo superior de la lámina terminal.

2.- La rodilla: es el extremo curvo anterior del cuerpo calloso que se desvía hacia abajo por adelante del septum pellucidum.

3.-El tronco del cuerpo calloso: se arquea hacia atrás y termina como la porción posterior engrosada denominada rodete.

En su trayectoria externa, las fibras de la rodilla se curvan hacia adelante en los lóbulos frontales y forman el fórceps menor. Las fibras del tronco se extienden lateralmente y forman la radiación del cuerpo calloso. Ellas se intersecan con haces de fibras de asociación y proyección a medida que se dirigen hacia la corteza cerebral. Algunas de las fibras forman el techo y pared lateral del asta posterior del ventrículo lateral y la pared lateral del asta inferior del ventrículo lateral; estas fibras se denominan tapetum.

4.- Las fibras en el rodete se arquean hacia atrás en el lóbulo occipital y forman el fórceps mayor.

B.- La comisura blanca anterior: es un pequeño haz de fibras nerviosas que atraviesan la línea media en la lámina terminal. Por la parte lateral, un haz más pequeño o anterior se curva hacia adelante a cada lado hacia la sustancia perforada anterior y la cintilla olfatoria. Un haz más grande se curva hacia atrás a cada lado y surca la superficie inferior del núcleo lentiforme hasta alcanzar los lóbulos temporales.

C.- La comisura blanca posterior: es un haz de fibras nerviosas que atraviesa la línea media inmediatamente por encima del orificio del acueducto cerebral hacia el tercer ventrículo; se relaciona con la parte inferior del tallo del cuerpo pineal. En toda su longitud se ubican diversos grupos de células nerviosas. No se conoce el destino ni el significado funcional de muchas de las fibras nerviosas. Sin embargo, se cree que las fibras provenientes de los núcleos pretectales que intervienen en el reflejo pupilar a la luz cruzan en esta comisura en su camino hacia la porción parasimpática de los núcleos del nervio oculomotor (motor ocular común).

D.- El fórñix: está compuesto por fibras nerviosas mielínicas y constituye el sistema eferente del hipocampo que se dirige hacia los cuerpos mamilares del hipotálamo. Las fibras nerviosas primero forman el álveo, que es una delgada capa de sustancia blanca que cubre la superficie ventricular del hipocampo; luego convergen para formar la fimbria. Las fimbrias a cada lado aumentan de espesor y, al llegar al extremo posterior del hipocampo, se arquean hacia

adelante por encima del tálamo y por debajo del cuerpo calloso para formar los pilares posteriores del fórnix. Luego los dos pilares se unen en la línea media para formar el cuerpo del fórnix. La comisura del fórnix consiste en fibras transversales que cruzan la línea media desde un pilar hacia el otro, exactamente antes de la formación del cuerpo del fórnix. La función de la comisura del fórnix es la de conectar los hipocampos de ambos lados.

E.- La comisura habenular: es un pequeño haz de fibras nerviosas que atraviesa la línea media en la parte superior de la raíz del tallo pineal. La comisura se asocia con los núcleos habenulares, que se ubican a cada lado de la línea media en esta región. Los núcleos habenulares reciben muchas aferentes desde los cuerpos amigdalinos y el hipocampo. Estas fibras aferentes se dirigen hacia los núcleos habenulares en la estría medular del tálamo. Algunas de las fibras cruzan la línea

media para llegar al núcleo contralateral a través de la comisura habenular. Se desconoce la función del núcleo habenular y sus conexiones en el hombre.

2.- FIBRAS DE ASOCIACIÓN:

Estas fibras nerviosas esencialmente conectan diversas regiones corticales dentro del mismo hemisferio y pueden dividirse en cortas y largas.

A.- Las fibras de asociación cortas: se ubican inmediatamente por debajo de la corteza y conectan circunvoluciones adyacentes; estas fibras discurren transversalmente al eje longitudinal de las cisuras.

B.- Las fibras de asociación largas: están reunidas en haces nominados que pueden disecarse en involuciones sobre la superficie inferior del lóbulo frontal con la corteza del polo del lóbulo temporal.

C.- El cíngulo: es un largo fascículo que relaciona los lóbulos frontal, parietal, temporal y las regiones corticales.

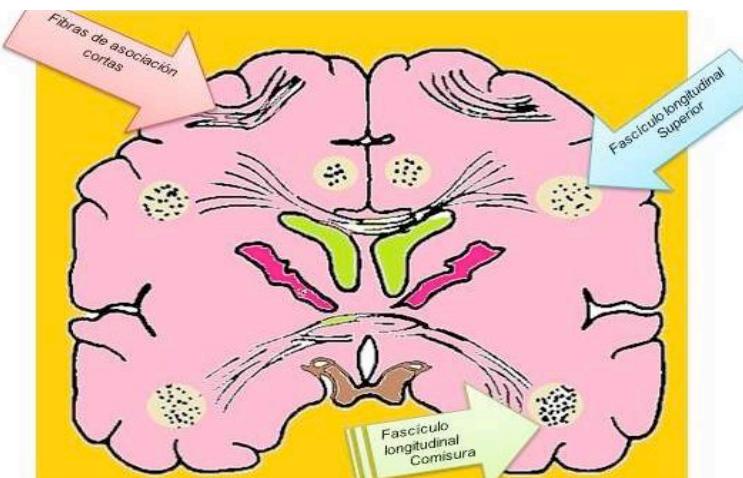


Figura 8.10. Fibras de asociación

D.-El fascículo unciforme: conecta la primer área motora del lenguaje y las cisuras ubicado dentro de la sustancia blanca de la circunvolución del cuerpo calloso. Conecta los lóbulos frontal y parietal con la circunvolución del hipocampo y regiones corticales temporales adyacentes.

E.-El fascículo longitudinal superior: es el haz más grande de fibras nerviosas. Conecta la parte anterior del lóbulo frontal con los lóbulos occipital y temporal.

F.- El fascículo longitudinal inferior: discurre anteriormente desde el lóbulo occipital, se dirige hacia afuera hasta la radiación óptica, y se distribuye en el lóbulo temporal.

G.- El fascículo frontoccipital: conecta el lóbulo frontal con los lóbulos occipital y temporal. Se ubica profundamente dentro del hemisferio cerebral y se relaciona con el borde lateral del núcleo caudado.

3.- FIBRAS DE PROYECCIÓN:

Las fibras nerviosas aferentes y eferentes que se dirigen hacia el tronco encefálico desde éste hacia toda la corteza cerebral deben viajar entre grandes masas nucleares de sustancia gris dentro del hemisferio cerebral. En la parte superior del tronco encefálico estas fibras forman una banda compacta denominada cápsula interna, que está flanqueada por dentro por el núcleo caudado y el tálamo y por fuera por el núcleo lentiforme. Debido a la forma en cuña del núcleo lentiforme, la cápsula interna se dobla para formar un brazo anterior y un brazo posterior unidos por la rodilla. Una vez que las fibras nerviosas han salido hacia arriba de entre las masas

nucleares, irradian en todas direcciones hacia la corteza cerebral. Estas fibras de proyección que irradian se conocen con el nombre de corona radiada. La mayor parte de las fibras de proyección se ubican por dentro de las fibras de asociación, pero se cruzan con las fibras comisurales del cuerpo calloso y la comisura blanca anterior. Las fibras nerviosas ubicadas dentro de la parte más posterior del brazo posterior de la cápsula interna irradian hacia la cisura calcarina y se denominan radiación óptica.

A.- Septum pellucidum:

El septum pellucidum es una delgada lámina vertical de tejido nervioso que consiste en sustancia blanca y gris cubierta a cada lado por epéndimo. Se estira entre el fórrix y el cuerpo calloso. Anteriormente, ocupa el espacio entre el tronco del cuerpo calloso y el pico. Esencialmente es una doble membrana con una cavidad cerrada, semejante a una hendidura, entre las membranas. El septum pellucidum forma una división entre las astas anteriores de los ventrículos laterales.

B.- Tela coroidea:

La tela coroidea es un pliegue de dos capas de piamadre. Se ubica entre el trígono por arriba y el techo del tercer ventrículo y las superficies superiores de los dos tálamos por debajo. Cuando se ve desde arriba, el extremo anterior está situado en los agujeros interventriculares. Sus bordes laterales son irregulares y se proyectan lateralmente en el cuerpo de los ventrículos laterales.

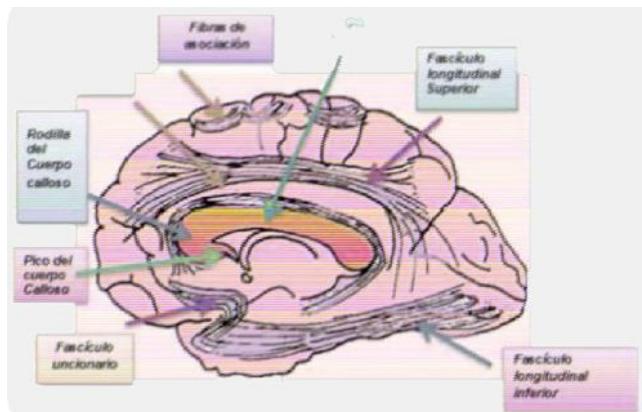


Figura 8.11. Fibras nerviosas.

Aquí están cubiertos por epéndimo y forman los plexos coroideos de los ventrículos laterales. Por detrás, los bordes laterales continúan en al asta inferior del ventrículo lateral y están revestidos con epéndimo de modo que el plexo coroideo se proyecta a través de la fisura coroidea.

A cada lado de la línea media la tela coroidea se proyecta hacia abajo a través del techo del tercer ventrículo para formar los plexos coroideos del tercer ventrículo.

La irrigación de la tela coroidea y, por ende, también de los plexos coroideos del tercer ventrículo y ventrículo lateral deriva de las ramas coroideas de las arterias carótidas internas y basilar.

La sangre venosa drena en las venas cerebrales internas que se unen para formar la vena cerebral magna. La vena cerebral magna se une con el seno longitudinal inferior para formar el seno recto

SUSTANCIA GRIS

Sustancia gris o también llamada materia gris, se encuentra en la superficie (capa superficial), formando la corteza cerebral.

Cuenta con la función del procesamiento de información, es decir, el razonamiento.

Células nerviosas de la corteza cerebral.

Células piramidales: Llevan ese nombre por su forma. La mayoría tienen un diámetro de 10 a 50 um pero también hay células piramidales gigantes conocidas como células de Betz cuyo diámetro puede ser hasta de 120 um. Se encuentran en la circunvolución precentral motora.

Poseen axones de proyección fuera de la propia corteza. Las células piramidales representan aproximadamente el 70% de toda la población neuronal de la corteza cerebral, y son más abundantes en las capas II-III y V-VI. Los axones de la mayoría de las células piramidales son

fibras de proyección que penetran en la sustancia blanca, no sin antes haber dado origen a cierto número de colaterales que se distribuyen de forma variable dentro de la corteza.

Células estrelladas: Tienen forma de estrella y son llamadas granulosas, son pequeñas miden 8um y tienen forma poligonal. Poseen múltiples dendritas y un axón relativamente corto que termina en una neurona cercana.

Células fusiformes: Tienen su eje longitudinal vertical a la superficie y están concentradas principalmente en las capas corticales más profundas. Las dendritas se originan en cada polo del cuerpo celular, mientras que la dendrita superior asciende hacia la superficie de la corteza y se ramifica en las capas superficiales. El axón se origina en la parte inferior del cuerpo celular y entra en la sustancia blanca como fibra de proyección, asociación o comisural.

Células horizontales de Cajal: Son pequeñas células fusiformes orientadas horizontalmente que se hallan en las capas más superficiales de la corteza. Se origina una dendrita a cada lado del axón corren paralelamente a la superficie de la corteza haciendo contacto con las dendritas de las células piramidales.

Células de Martinotti: Son pequeñas células multiformes presentes en todos los niveles de la corteza. La célula tiene dendritas cortas pero el axón se dirige hacia la piamadre de la corteza, donde termina en una capa más superficial, en general, en la más superficial.

La capa plexiforme, es un estrato de asociación intracortical, aquí se encuentran las células horizontales de Cajal. Esta capa al ser la más superficial y se encuentra cubierto por piamadre.

2. Capa granular externa: Estrato de asociación intracortical, en él se encuentran las células granulares o estrelladas de tamaño pequeño o mediano.

3. Capa piramidal externa: Estrato de asociación intracortical, en él están las células piramidales pequeñas y medianas.

4. Capa granular interna: Células estrelladas o granos de gran tamaño, es un estrato fundamentalmente receptor de impulsos llamado: estrato receptor de proyección, porque recibe impulsos desde la región subcortical, del tálamo y las fibras que vienen del mismo se distribuyen por este cuarto estrato en forma de estrías, denominadas estrías

Tálamo-corticales.

5. Capa piramidal interna o ganglionar: Células piramidales gigantes o células de Betz, que miden hasta 100 micrómetros, este es un estrato efector de proyección debido a que los grandes axones de estas neuronas gigantes Betz descienden en dirección del tronco encefálico y de la médula, formando parte de la vía motora voluntaria del sistema piramidal.

6. Capa de células fusiformes o multiformes: Células fusiformes con dendrita apical y axón largo descendente. Es un estrato de asociación interhemisférico, cuyos axones van a formar parte del cuerpo calloso.

VARIACIONES DE LA ESTRUCTURA CEREBRAL

Las áreas de la corteza cerebral donde no se reconocen las seis capas se las nombran heterotípicas, al contrario de las homotípicas que si poseen las seis capas.

Área heterotípicas: tipo granuloso y tipo agranuloso.

- Tipo granuloso: Contiene células estrelladas compactas, reciben fibras talamocorticales. Las capas 2 y 4 de la corteza se encuentran bien desarrolladas. El tipo granuloso se encuentra en la circunvolución poscentral, circunvolución temporal superior y circunvolución del hipocampo.

- Tipo agranuloso: Está ubicado en la circunvolución precentral y áreas del lóbulo frontal.

Estas áreas dan origen a un gran número de fibras eferentes que están asociadas con la función motora.

ÁREAS FUNCIONALES DE LA CORTEZA CEREBRAL

Para su estudio el cerebro ha sido dividido en áreas específicas relacionadas con habilidades determinadas, pero hay que tener en cuenta que en el cerebro humano todas las estructuras trabajan como un sistema interconectado entre sí, esto da lugar a que diversas áreas pueden cumplir una misma función, lo que hace difícil localizar con precisión la función exacta de cada estructura.

LÓBULO FRONTAL

Coordina funciones ejecutivas y de motricidad voluntaria.

Los lóbulos frontales son las estructuras más anteriores de la corteza cerebral, se encuentran situadas por delante de la cisura central y por encima de la cisura lateral.

Se dividen en tres grandes regiones: la región orbital, la región medial y la región dorso lateral; cada una de ellas está subdividida en diversas áreas.

La cabeza está representada en la zona inferior, luego está el miembro superior, el tronco y por último el miembro inferior en el lobulillo paracentral.

Existe una representación somatotópica muy constante, llamada HOMUNCULO de PENFIELD.

Aquí se encuentra representado el Homúnculo motor de Penfield:

Se trata de la zona cerebral encargada especialmente de recibir las sensaciones de tacto, calor, frío, presión y dolor.

Se encuentra localizada por detrás del lóbulo frontal y en la parte superior e inferior de los lóbulos temporal y occipital, ocupa la mitad posterior y superior de cada hemisferio respectivamente. El homúnculo sensitivo de Penfield consiste en una representación de las partes de nuestro cuerpo a nivel del área sensitiva de la corteza cerebral. Los labios, manos, pies son considerablemente más sensibles que otras partes del cuerpo, por lo que el homúnculo tiene labios, manos con pulgar extremadamente grandes.

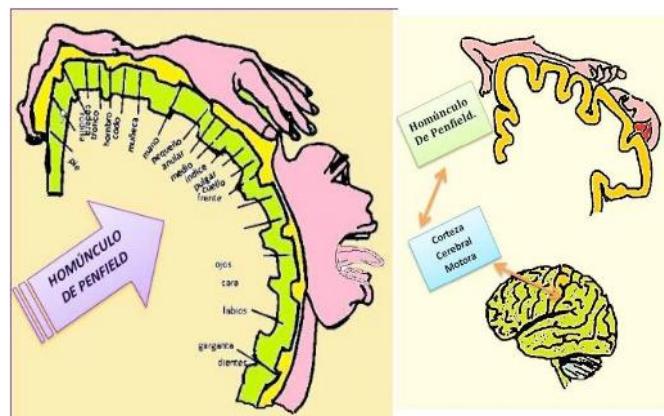


Figura 8.12. Homúnculo De Penfield.

LÓBULO PARIETAL

Se asocia con los sentidos del tacto

Este lóbulo tiene un importante papel en el procesamiento de la información sensorial procedente de varias partes del cuerpo, el conocimiento de los números y sus relaciones y en la manipulación de los objetos.

El lóbulo parietal se subdivide en tres áreas:

- Área Somatoestésica Primaria
- Área Somatoestésica Secundaria
- Área Somatoestésica de Asociación

Sensorial.

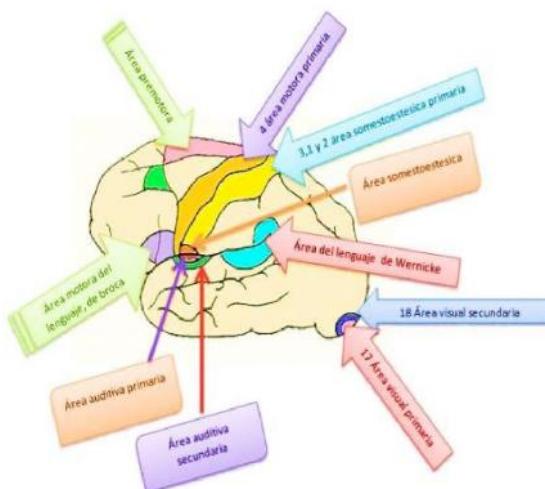


Figura 8.13. Áreas de los lóbulos.

LÓBULO TEMPORAL

(Reconoce sonidos, tonos y su intensidad).

Se ubica debajo de la cisura de Silvio y anterior al lóbulo occipital.

Presenta 3 zonas importantes:

- Área auditiva primaria.
- Área auditiva secundaria.
- Área sensitiva del lenguaje de Wernicke.

LÓBULO OCCIPITAL

(Encargado de la información visual).

Se encuentra ubicado en la zona posterior del cerebro, detrás de los lóbulos parietal y temporal, es el encargado de procesar las imágenes. Los lóbulos occipitales son el centro de nuestro sistema visual de la percepción.

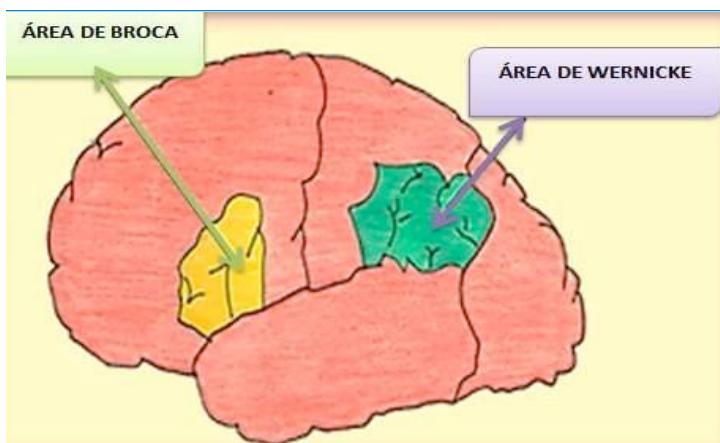


Figura 8.14. Áreas de Broca y Wernicke

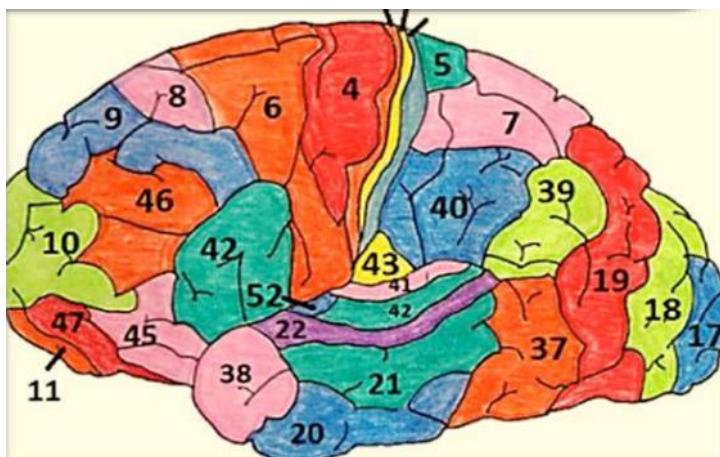


Figura 8.15. Áreas de los lóbulos

Áreas del lóbulo frontal			
Áreas	Localización	Conexión	Función
Áreas prefrontales Áreas 9 al 12 de Brodmann.	Ocupa la mayor parte circunvoluciones frontal superior, media e inferior.	Tiene conexiones reciprocas con núcleo dorsomedial del talamo y con otras áreas corticales de sistema límbico e hipotálamo.	Esfazón adonde se relaciona la capacidad de generar ideas abstractas, juicio, sentimiento, emociones y personalidad.
Área Motora Suplementaria o Premotora Áreas 6 y parte de la 8 de Brodmann.	Ubicada en el circunvolución frontal media.	Recibe numerosas aferencias de la corteza sensitiva atlántica y ganglios basales.	La función es el automatizar y no realizar movimientos voluntarios o ciertos movimientos donde intervendrá los estímulos visual, táctil o auditivo. Permite el movimiento conjugado de cabeza, torso y ojos.
Área de Broca Áreas 44 y 45 de Brodmann	Ubicada en la circunvolución frontal inferior entre las ramas anterior y ascendente y las ramas ascendente y posterior de la cisura lateral	Tiene conexiones con áreas motoras adyacentes	Llamada área del lenguaje hablado o de Brévea, coordinada zona de la cara, faringe, laringe y resp. respiratorios. Sus funciones son las de comprender de articular el lenguaje hablado y escrito.
Área motora primaria Áreas 4 Brodmann	Está ubicada en el giro precentral.	Reciben numerosas fibras aferentes desde el área premotora, la corteza sensitiva, el talamo, el cerebelo y ganglios basales.	Sigue estimulación genera movimientos despectadorico, integrados es decir varios músculos simultáneamente, que realizan un movimiento, que provoca movimientos de zonas proximales.
Área del lóbulo parietal			
Somatosensitiva Primaria Áreas 1, 2, 3 de Brodmann.	Ocupación la Circunvolución poscentral	Recibe fibras de proyecciones descendentes núclos Ventrocostalateral y Ventroposteromedial del Talamo.	Su estimulación presenta parestesias contra laterales y movimientos contralaterales.
Somatosensitiva secundaria. Área 43 de Brodmann.	Por encima de la cisura de Silvio y debajo de la anterior zona.	Muchos impulsos sensitivos provienen del área primaria y son transmitidos desde el tronco encefálico.	Se hablamos de que las neuronas responden a estímulos cutáneos o golpeteos en la piel.
Somatosensitiva de Asociación Áreas 5 y 7 de Brodmann	Ocupa el tabique o parietal superior.	Tiene muchas conexiones con otras áreas sensitivas de la corteza.	Consiste en percibir e integrar diferentes modalidades sensitivas. Ej. Reconoce objetos por su sabor, por su tacto, por su olor, por su vista.
Somatosensitiva de Asociación Sensorial Áreas 39 y 40 de Brodmann	Situados en los giros angular y Supramarginal.	Las conexiones de la adas de esta área no se conocen.	Integrar e interrelacionar la información sensitiva, auditiva y visual.
Áreas del lóbulo temporal			
Área Auditiva Primaria. Área 41 y 42 de Brodmann.	En la pared inferior del surco lateral. El área 41 es un tipogranulado de corteza, el área 42 es homotópicas una área de asociación auditiva.	En el reducto geniculado medial forma la radiación auditiva de la capsula.	Parte Anterior. Vinculada con el sonido de baja frecuencia. Parte Posterior. Vinculada con los sonidos de alta frecuencia.
Área Auditiva Secundaria. Área 22 de Brodmann	Dentro del área auditiva primaria, en el surco lateral y en la circunvolución temporal superior.	Área auditiva primaria y talamo.	Interpreta sonidos y asocia las aferencias auditivas con otra información sensitiva.
Área Sensitiva del Lenguaje de Wernicke Área 39 y 40 de Brodmann.	En el hemisferio dominante izquierdo, en la circunvolución temporal superior.	Está conectada por el fascículo asciforme con el área de Broca. En este sitio se reúnen las áreas de asociación somática, visual y auditiva.	Comprender el lenguaje escrito y hablado y que una persona pueda leer una frase, comprender y expresarla en voz alta.
Áreas del lóbulo occipital			
Área visual primaria. Área 17 de Brodmann.	Ubicada en las paredes y el piso de la cisura calcánea y en ocasiones se extiende a la superficie lateral del hemisferio.	La corteza visual recibe fibras aferentes del cuerpo geniculado lateral. Recibe fibras de la mitad de temporal y lateral de la homolateral y de la mitad nasal de la retina contralateral.	Proporciona un mapa bien definido de la información especial en visión.
Área visual secundaria. Área 18 y 19 de Brodmann.	Rodea la área visual primaria sobre las superficies medial y lateral del hemisferio.	Rodea el área visual primaria sobre las superficies medial y lateral del hemisferio.	Relaciona la información recibida por el área visual primaria con experiencias visuales pasadas lo cual permite reconocer lo que está observando.

Tabla 8.4. Áreas de Brodmann

DOMINANCIA CEREBRAL

Pese a que los 2 hemisferios presentan las mismas circunvoluciones y cisuras y tienen conexión mutua gracias a las comisuras cerebrales, cuerpo calloso y la comisura anterior, no son capaces de realizar las mismas actividades, afirmando que un hemisferio es más apto que el otro. Esta «simetría anatómica» de los hemisferios, difiere mucho de la «asimetría funcional» ya que existe una dominancia de un hemisferio sobre el otro, esta laterización hemisférica se ilustra en los siguientes ejemplos: El hemisferio izquierdo recibe señales sensitivas del lado derecho del cuerpo, al que controla, mientras que el hemisferio derecho los recibe del lado izquierdo y los controla.

La comprensión y uso del lenguaje hablado y escrito habilidades científicas

y numérica son parte del hemisferio dominante (usualmente el izquierdo). Las habilidades artísticas, percepción espacial; emociones y reconocimiento de caras son parte del hemisferio no dominante (usualmente el derecho).

Un poco más del 90% de la población adulta es diestra y por lo tanto su hemisferio izquierdo domina sobre el derecho. Sin embargo esta diferencia porcentual no es observable en neonatos por que se asegura que en los hemisferios de ellos no existe dominancia de uno sobre el otro, asegurando así que los hemisferios del recién nacido tienen capacidades equipotenciales. Durante la infancia lentamente un hemisferio pasa a dominar a otro ya que a los 10 años la laterización hemisférica queda establecida.

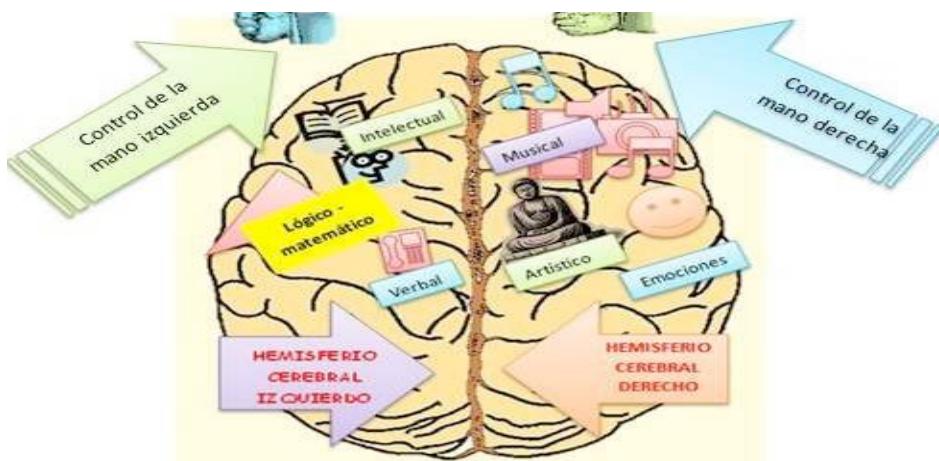


Figura 8.15. Dominancia Cerebral

METODOS DE ESTUDIO DE LA CORTEZA CEREBRAL

Los métodos para el estudio de las funciones de la corteza cerebral son:

Electroencefalograma (EEG).

Tomografía por emisión de positrones (PET).

Resonancia magnética funcional (RMF).

NÚCLEOS BASALES (GANGLIOS BASALES)

En el interior de los hemisferios cerebrales se encuentran los núcleos basales como masas de sustancia gris, separados por sustancia blanca, dichas masas son el cuerpo estriado, el núcleo amigdalino, el claustro.



Figura 8.16. Métodos de estudio de la corteza cerebral

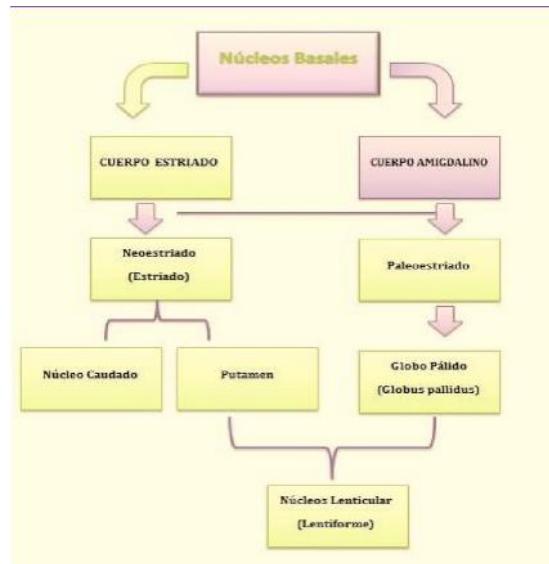


Figura 8.5. Núcleos Basales

Cuerpo Estriado: El cuerpo estriado consta del n úcleo caudado y el putamen (pertenece al n úcleo lenticular). Cuando se observan desde un punto lateral, la combinaci ón de sus formas evoca a un renacuajo. De acuerdo a la ontogenia y a la filogenia se consideran, tres partes:

1. Neoestriado: corresponde al n úcleo caudado y putamen, con los cuales la corteza cerebral est á relacionado.

2. Paleoestriado: formado por los globos p álicos mediales y laterales.

3. Arquiestriado: Corresponde al cuerpo amigdalino ubicado en el polo temporal del cerebro, en el que termina la cola del n úcleo caudado.

UBICACI ÓN DE LOS NÚCLEOS

Se ubica por fuera del t álamo, separada de una banda de fibras nerviosas, la capsula interna, del cual separa al n úcleo caudado y el n úcleo lenticular, en su parte media y m ás superior.

Anat ómicamente: 1.- N úcleo Caudado

- Cabeza
- Cuerpo
- Cola

2.- N úcleo Lenticular

- Putamen
- Globo Pallidus

3.- N úcleo Amigdalino (Amigdala Cerebral)

4.- Claustrum (Antemuro)

1. N úcleo caudado: es una gran masa de sustancia gris con forma de C, se

encuentra sobre el n úcleo lenticular y el t álamo, la cabeza del n úcleo caudado es grande y redondeada, forma la pared lateral del asta anterior del ventrículo lateral, por abajo se continua con el putamen del n úcleo lenticular, (Neoestriado o estriado), por encima de este punto de unión bandas de sustancia gris atraviesan la capsula interna y le dan a la regi ón un aspecto estriado cuerpo estriado. El cuerpo del n úcleo se continua con la cabeza, y forma parte del piso del cuerpo del ventrículo lateral. La cola del n úcleo caudado es largo y delgado y se continua con el cuerpo, sigue el contorno del ventrículo lateral y continua adelante en el techo del cuerno inferior del ventrículo lateral, termina por delante en el n úcleo amigdalino

2. N úcleo lenticular: es una masa cuneiforme, se relaciona medialmente con la capsula interna, se relaciona lateralmente con la capsula externa, posee tres porciones separadas por l áminas de sustancia blanca, llamadas l áminas medulares medial (entre globos p álicos) y lateral (entre pútamen y globo p álico lateral):

- Putamen: porci ón m ás lateral y grande.
- Globo p álico lateral: porci ón ubicado al medio.
- Globo p álico medial: porci ón medial y m ás peque ña.

3. Claustrum o Antemuro: es un n úcleo alargado, que se ubica lateral al n úcleo lenticular, se encuentra entre la superficie insular y el putamen, es sustancia gris que forma parte de un grupo de neuronas

que teóricamente se han separado de la corteza insular, Dejando a su alrededor sustancia blanca, tanto medial como lateral, quedando convertida en una zona planada.

4. Núcleo amigdalino: situado en la porción dorso medial del polo temporal.

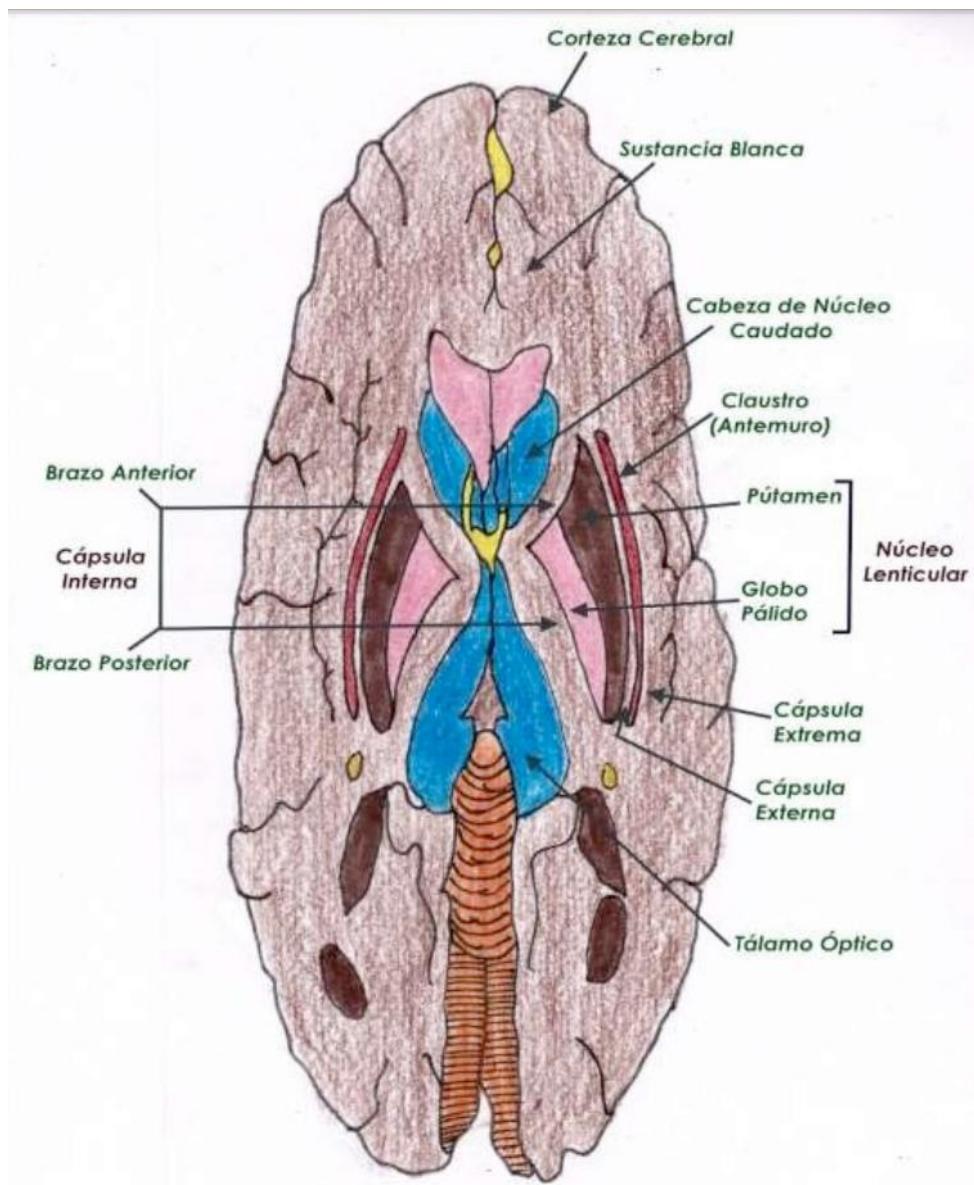


Figura 8.17. Núcleo Lenticular

SUSTANCIA INNOMINADA.

Este término alude a la porción basal del prosencéfalo rostral que se sitúa por debajo del cuerpo estriado esta área contiene varios grupos de células neuronales, uno de los cuales es el n úcleo basal o de Meynert, que se proyecta hacia la corteza cerebral y utiliza acetilcolina como neurotransmisor.

SISTEMA LÍMBICO

En el más amplio espectro de la conducta del ser humano, las emociones han representado un tema interesante para el estudio de la conducta humana, ya que la mayoría de las enfermedades psiquiátricas más devastadoras como por ejemplo: (Rinencefalo) es el encargado de gestionar las respuestas fisiológicas ante los estímulos emocionales.

FUNCIONES DE LOS NÚCLEOS BASALES

- ↳ Programación de movimiento.
- ↳ Organización de patrones normales de movimientos.
- ↳ Facilitan el movimiento deseado
- ↳ Inhiben los movimientos involuntarios no deseados.
- ↳ Permiten y apoyan la ejecución automática de los movimientos que se generan en la corteza motora.
- ↳ Su función motora está coordinada con el cerebelo.
- ↳ Presenta funciones cognitivas, afectivas y viscerales.

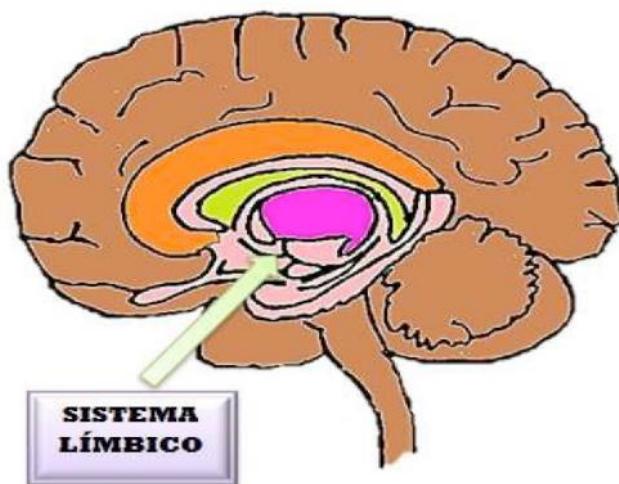


Figura 8.18. Sistema Límbico

Localización:

Es la porción limitante del cerebro situada inmediatamente debajo de la corteza cerebral y el Hipotálamo.

Constitución:

Está formado por varias estructuras cerebrales que gestionan respuestas fisiológicas ante estímulos emocionales.

1.- Circunvoluciones subcallosa del cíngulo y parahipocampo

2.- Complejo amigdalino

3.- Núcleo talámico anterior 4.- Cuerpos mamilares

5.- Formación del hipocampo

6.- Área septal (álveo, La fimbria, El fórnix, El tracto mamilotalámico y la estría terminal).

FORMACIÓN DEL HIPOCAMPO

Consiste en circunvolución dentada y la circunvolución parahipocampo.

El hipocampo es una elevación de sustancia gris se extiende en toda la longitud del piso del hasta inferior del ventrículo lateral.

El extremo anterior se encuentra expandido y forma el pie del hipocampo. Se denomina hipocampo porque tiene una forma de caballito de mar en un corte coronal.

La superficie ventricular convexa se encuentra revestida por epéndimo por debajo se ubica una capa de delgada de sustancia blanca denominada álveo.

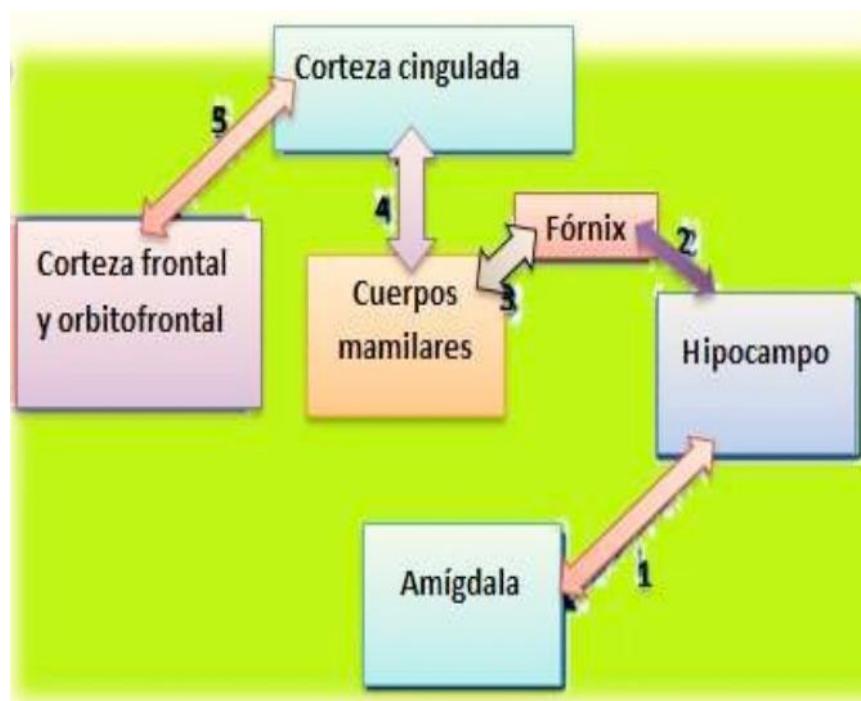


Figura 8.19. Flujo de señales que se establece entre las estructuras del sistema límbico.

Álveo consiste en fibras nerviosas que se originan del hipocampo y convergen y forman la fimbria la misma que se continúa con el pilar posterior del fórnix. El hipocampo termina posteriormente por detrás del esplenio del cuerpo caloso.

Formación del hipocampo	
Hipotálamo.	<ul style="list-style-type: none"> Se denomina hipotálamo por se asemeja a un caballito de mar en el corte coronal Su extremo anterior forma el pie del hipocampo, su superficie ventricular convexa esta revestida por epéndimo por de bajo del cual se ubica una capa delgada de sustancia blanca de nominada (álveo)
Circunvolución dentada.	<ul style="list-style-type: none"> Es una banda de sustancia gris Ubicada entre: la fimbria del hipocampo y circunvolución del hipocampo posteriormente posteriormente la circunvolución acompaña a la fibria casi hasta el esplenio del cuerpo caloso continua con el indusium griseum. indusium griseum. Es una capa vestigial delgada de sustancia gris, cubre la superficie superior del cuerpo caloso.
Circunvolución del parahipocampo.	<p>Se ubica en a cisura del hipocampo y el surco colateral y se continua con el hipocampo a lo largo de borde medial del lóbulo temporal.</p>

Tabla 8.7. Formación del hipocampo

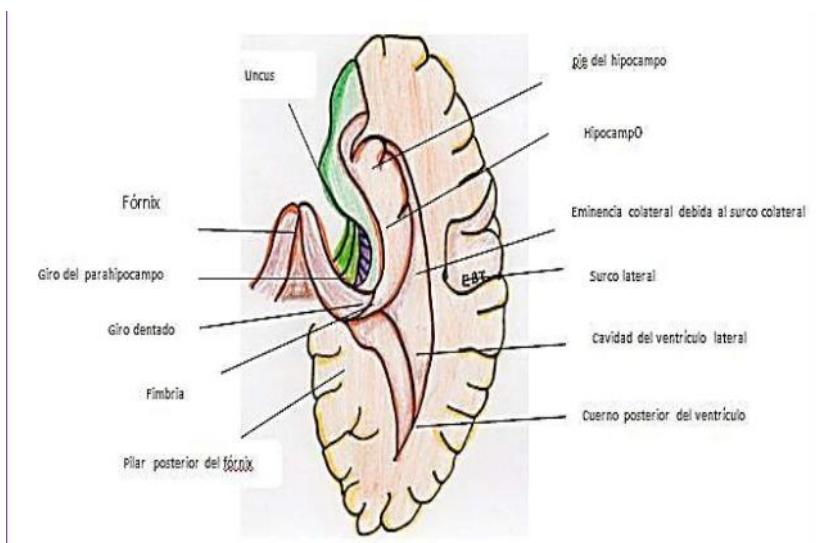


Figura 8.20. Hipocampo

Límites:

Anteriormente gira entorno a la rodilla y el pico paraemerger con la circunvolución paraterminal lateral continúa con la cabeza de la circunvolución del cuerpo calloso posterior pasa sobre el rodete para unirse a las circunvoluciones del hipocampo y la dentada a través de las estrechas circunvoluciones.

Núcleo amigdalino

Forma: Se asemeja a una almendra

Ubicación: por delante y por encima de la punta del asta inferior del ventrículo lateral. Esta fusionado con la punta de la cola del núcleo caudado. La estría terminal emerge de su cara posterior.

Vías conectoras del sistema límbico

Como ya se menciona anteriormente son: el álveo, la fimbria, el fórnix, el tracto mamilotalámico y la estría terminal.

El álveo es una capa delgada de sustancia blanca que se encuentra sobre la superficie superior o ventricular del hipocampo. Está compuesto por fibras nerviosas que toman origen en la corteza del hipocampo. Las fibras convergen y forman la fimbria la misma que deja el extremo posterior del hipocampo como el pilar posterior del fórnix, los dos pilares posteriores convergen y forman el cuerpo del fórnix anteriormente está conectado

con la cara inferior del cuerpo calloso por el septum pellucidum inferiormente se relaciona con la tela coroidea y el techo ependimario del III ventrículo. El cuerpo del fórnix se divide anteriormente en dos columnas anteriores del fórnix la cual cada una se curva adelante y abajo sobre el agujero de Monro luego cada columna desaparece en la pared lateral del III ventrículo para alcanzar el cuerpo mamilar.

El tracto mamilotalámico proporciona conexiones entre el cuerpo mamilar y el grupo nuclear anterior del tálamo.

La estría terminal sale de la cara posterior del núcleo amigdalino y discurre como un haz de fibras nerviosas posteriormente en el techo del asta inferior del ventrículo lateral sobre la cara medial de la cola del núcleo caudado y se ubica en el piso del cuerpo del ventrículo lateral.

Circunvolución paraterminal, circunvolución de Zuckerkandl) es una circunvolución del cerebro. Situada en la superficie interna de este, va desde el quiasma al pico o rostrum del cuerpo calloso. Corresponde a una capa de sustancia gris de localización frontal y ventral con respecto a la rodilla del cuerpo calloso.

Giro parahipocampico

Adyacente al hipocampo, constituye la mayor parte del lóbulo límbico.

Su región anterior contiene la corteza entorrinal, territorio de encuentro de las

proyecciones corticales desde las áreas múltiples y fuente de la mayoría de aferencias hipocámpicas.

Complejo amigdalino

La amígdala cerebral es un conjunto de núcleos de neuronas localizada en la profundidad de los lóbulos temporales. La amígdala cerebral forma parte del sistema límbico, su papel principal es el procesamiento y almacenamiento de reacciones emocionales. Las regiones descritas como amígdalas abarcan una serie de núcleos con distintos atributos funcionales. Entre estos núcleos se encuentran el grupo basolateral, el núcleo centromedial y el núcleo cortical.¹

Conexiones

La amígdala envía proyecciones al hipotálamo, encargado de la activación del sistema nervioso autónomo, los núcleos reticulares para incrementar los reflejos de vigilancia, paralización y escape / huida, a los núcleos del nervio trigémino y facial para las expresiones de miedo, al área tegmental ventral, locus ceruleus, y núcleos tegmentales laterodorsal para la activación de neurotransmisores de dopamina, noradrenalina y adrenalina.

Funciones de la amígdala

Se relaciona con funciones de alerta, actitud de atención, huida, defensa, ira, lucha, instintos y conductas sexuales. Participa con el hipotálamo en la regulación de las secreciones hipofisarias y en la ingesta de alimentos y agua.

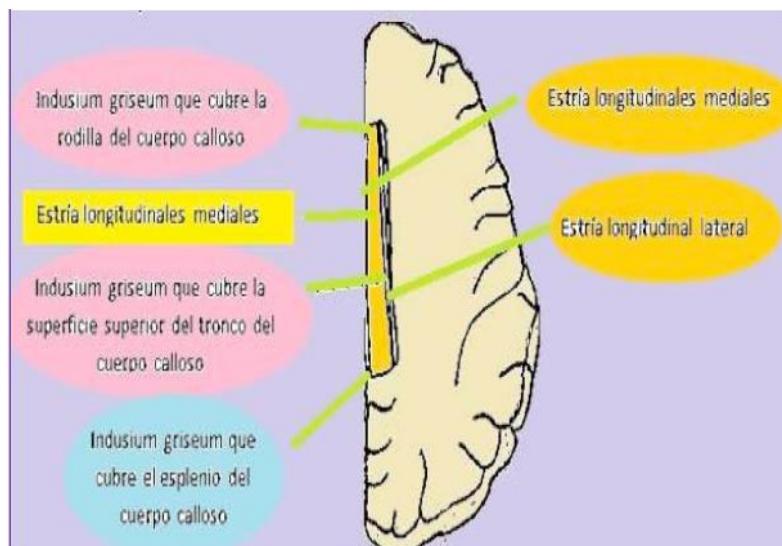


Figura 8.21. Etria longitudinales

Diferencias de Hemisféricas

En muchas especies la amígdala está muy involucrada en las respuestas a las hormonas sexuales. La amígdala contiene receptores tanto para estrógenos, como andrógenos y responde a fluctuaciones en los niveles hormonales mediante cambios en su morfología. La amígdala es mayor en varones adultos y las hormonas parecen ser capaces de alterar muchas características de la amígdala, incluidas el número de neuronas y la expresión de sus neurotransmisores.

Las diferencias sexuales en la amígdala podrían correlacionarse con diferencias hemisféricas de la amígdala. De la Cahill et.al sugiriendo una teoría Derecha - varón, Izquierdo - mujer, de la actividad de la amígdala. Las conexiones con la amígdala derecha facilitan un mejor seguimiento o vigilancia de estímulos externos, las conexiones con la amígdala izquierda, facilitan un mejor seguimiento o vigilancia de estímulos internos.

El núcleo cortical está relacionado con el sentido del olfato y el procesamiento de las feromonas. Recibe impulsos desde el bulbo raquídeo olfatorio y la corteza olfatoria.

El núcleo lateral envía proyecciones al resto del grupo basolateral y a los núcleos centro medial, recibe proyecciones desde sistemas sensoriales. Los núcleos centro mediales están involucrados en la activación emocional en ratas y gatos.

Núcleos talámicos anterior

Los núcleos talámicos se denominan según la su localización respecto a la lámina medular interna, se distinguen 7 grupos nucleares:

- Anterior
- Medial
- Lateral
- Ventral
- Reticular
- Intralaminar
- La línea media

Núcleos talámico de relevo: (grupos anterior, medial, lateral y ventral) son estaciones intermedias de procesamiento en el tránsito de la información hasta la corteza cerebral, y envían sus proyecciones a zonas concentradas de las mismas.

Los núcleos de relevo de la información sensorial pertenecen al grupo ventral cada modalidad sensorial, excepto el olfato, tiene su núcleo de relevo.

Estos núcleos transmiten sus señales a las áreas concentradas de la corteza situada en los glóbulos parietal, occipital, temporal y de la ínsula. Otros núcleos actúan como relevo de la información de carácter motor recibida desde centros como el cerebelo y el cuerpo estriado que están relacionados con el control motor.

Los grupos anterior y medial son los núcleos de relevo de las señales que transmite el hipotálamo, a la corteza cerebral.

El grupo lateral transmite señales a la misma zona de la corteza cerebral de las que las recibe.

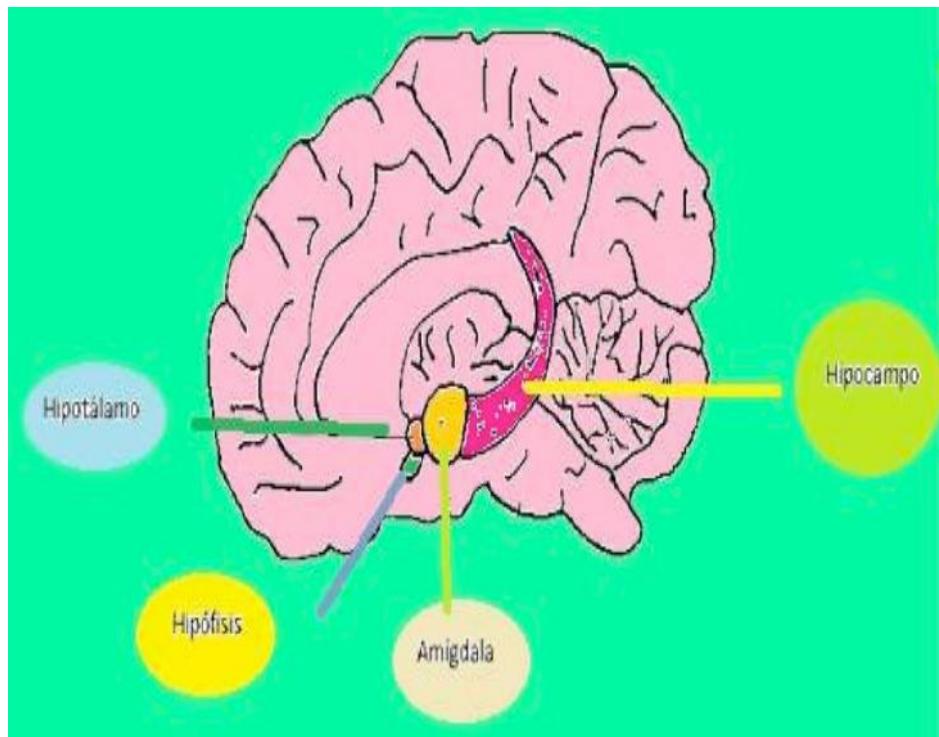


Figura 8.22. Amígdala

CUERPOS MAMILARES

(Tubérculos Mamílares) reciben aferencia desde el hipocampo y las proyecciones van hacia los núcleos anteriores del tálamo y al tronco del encéfalo.

Conexiones del hipocampo

Conexiones aferentes del hipotálamo	Conexiones eferentes del hipocampo
<p>la formación hipocampal recibe un gran contingente de fibras procedentes del área entorrinal.(es parte del área olfatoria lateral)</p>	<p>La conducción de los impulsos eferentes desde el hipocampo es gracias a los axones de las células piramidales, las cuales ascienden para formar el álveo y la fimbria esta se continua como pilar posterior del fórnix los dos pilares se unen y forman el cuerpo del fórnix, este se divide anterior en dos columnas anteriores del fórnix que se curvan sobre el agujero interventricular.</p>
<ul style="list-style-type: none"> + Fibras originadas en la circunvolución del cíngulo y que pasa hacia el hipocampo + Fibras originadas en los núcleos septales y pasan por detrás en el fórnix hacia el hipocampo + Fibras originadas en el hipocampo atravesando la línea media hacia el otro hipocampo en la comisura del fórnix + fibras que provienen del indusium griseum pasando por la estria longitudinal hacia el hipocampo + fibras procedentes del área entorrinal y pasan hacia el hipocampo + fibras originadas en las circunvoluciones dentada y el parahipocampo y se dirigen hacia el hipocampo 	<ul style="list-style-type: none"> + fibras que entran en el cuerpo mamilar y terminan en el núcleo medial + fibras que terminan en los núcleos anteriores del tálamo + fibras que entran en el tegumento del mesencéfalo + fibras que terminan en los núcleos septales, áreas preóptica lateral y parte ventral del hipotálamo + fibras que alcanzan los núcleos habenulares + función: memoria a corto y largo plazo .

Tabla 8.8. Conexiones del hipocampo.

VENTRÍCULOS LATERALES

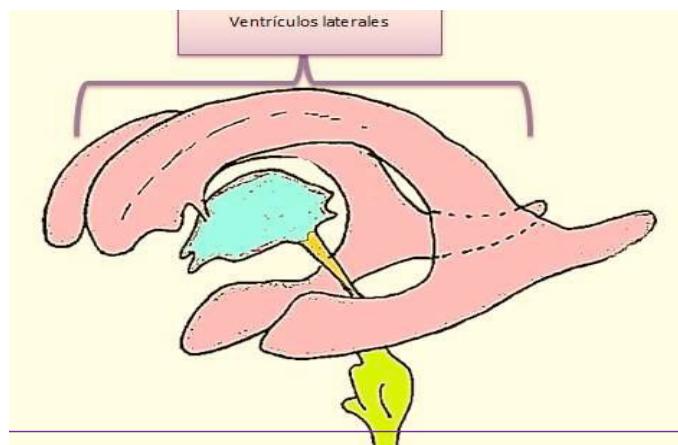


Figura 8.23. Circulación del líquido Cefalorraquídeo.

Hay dos ventrículos laterales, uno en cada hemisferio cerebral, cada ventrículo es una cavidad, aproximadamente con una forma de "C", revestida con epéndimo y llena de líquido cefalorraquídeo.

El ventrículo lateral puede dividirse en un cuerpo, que ocupa el lóbulo parietal, y desde el cual las astas anterior, posterior e inferior se extienden hacia los lóbulos frontal, occipital y temporal, respectivamente, se comunica con la cavidad del tercer ventrículo a través del agujero interventricular. Este orificio, que se ubica en la parte anterior de la pared anterior del fórnix y posteriormente por el extremo anterior del tálamo.

El cuerpo del ventrículo lateral se extiende desde el agujero interventricular hacia atrás hasta el extremo posterior del tálamo. Aquí se continúa con las astas posterior e inferior. Contiene un techo, un piso y una pared medial.

El techo está formado por la superficie inferior del cuerpo caloso.

El piso está formado por el cuerpo del núcleo caudado y el borde lateral del tálamo. La cara superior del tálamo está oculta en su parte medial por el cuerpo del fórnix. El plexo coroideo del ventrículo se proyecta en el cuerpo del mismo a través de la brecha en hendidura entre el cuerpo del fórnix y la cara superior del tálamo.

Esta brecha en hendidura se denomina fisura coroidea, a través de ella los vasos sanguíneos del plexo invaginan la piamadre de la tela coroidea y el epéndimo del ventrículo lateral.

La pared medial está formada por el septum pellucidum anteriormente; por detrás el piso y el techo se unen.

El asta anterior del ventrículo lateral se extiende hacia adelante en el lóbulo frontal. Se continúa posteriormente con el cuerpo del ventrículo en el agujero interventricular.

DIENCÉFALO

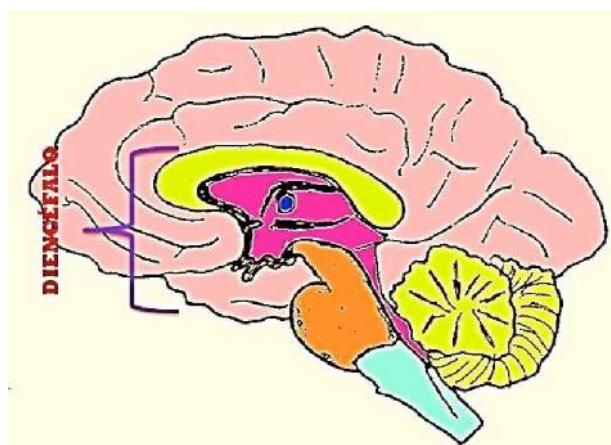


Figura 8.24. Diencéfalo

Características:

El diencéfalo es la región anatómica del cerebro que se encuentra entre el tronco encefálico y los hemisferios cerebrales, a través de él pasan la mayoría de fibras que se dirigen hacia la corteza cerebral.

Está limitado lateralmente por la cápsula interna.

En la línea media se encuentra el III ventrículo, el cual lo separa en dos regiones simétricas.

Posee un núcleo llamado tálamo y el tercer ventrículo, y alrededor de estas Estructuras denominadas:
Epítáalamo, Subtálamo, Metatálamo y Subtálamo.

Se extiende por atrás hasta el punto donde el tercer ventrículo se continúa con

el acueducto cerebral y por delante hasta los forámenes interventricular.

Características macroscópicas del Diencéfalo

Superficie inferior

Es la única área expuesta a la superficie en el encéfalo intacto. Está formada por las estructuras hipotalámicas y otras que incluyen, de adelante hacia atrás, el quiasma óptico, con el tracto óptico a cada lado, el infundíbulo, con el Túber cinereum, y los tubérculos mamillares.

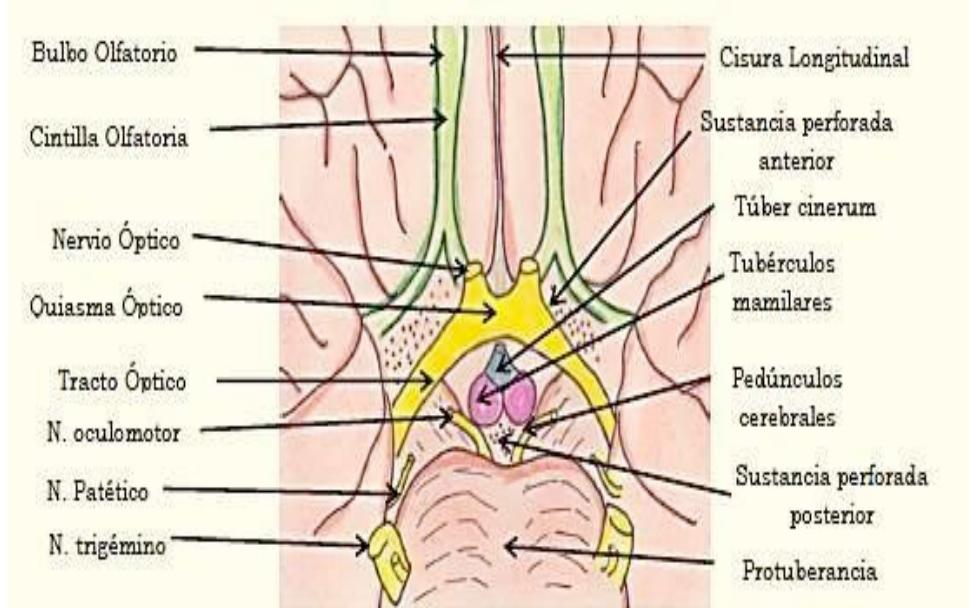


Figura 8.25. Túber cinereum

Superficie superior

Está oculta por el fórnix, que es un haz grueso de fibras que se origina en el hipocampo del lóbulo temporal y se arquea hacia atrás sobre el tálamo para unirse al tubérculo mamilar.¹

Superficie medial

Dado que el diencéfalo está dividido en mitades simétricas por el tercer ventrículo

en forma de hendidura, también tiene una superficie medial; esta cara está formada en su parte superior por la superficie medial del tálamo y en su parte inferior, por el hipotálamo. Estas dos áreas están separadas entre sí por un surco poco profundo, el surco hipotalámico.³

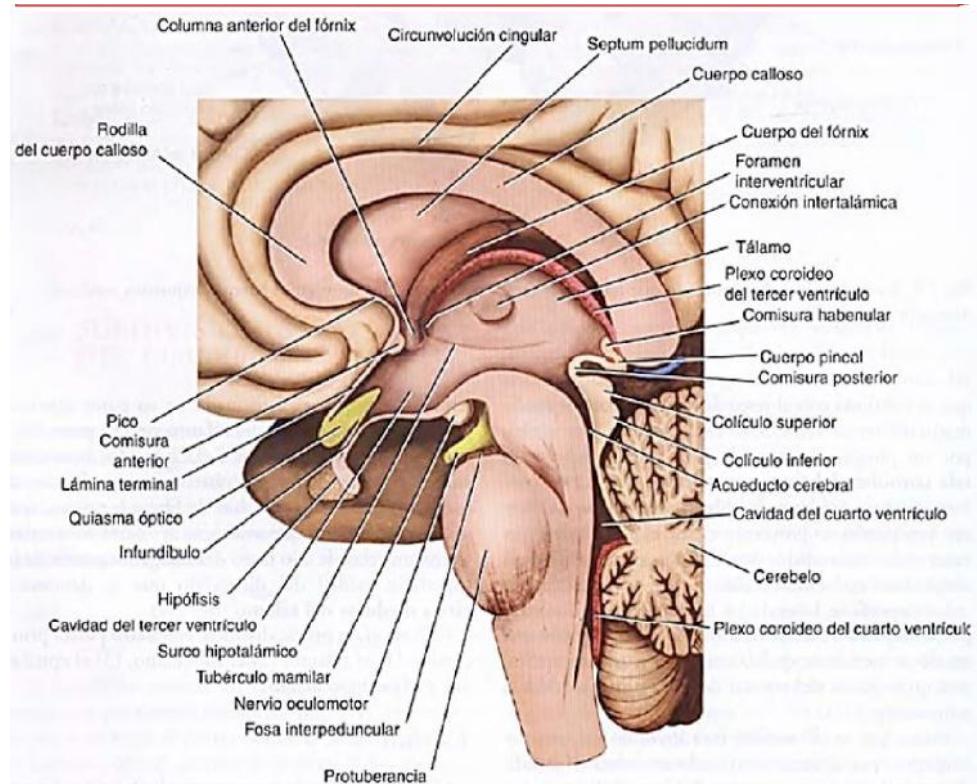


Figura 8.26. Corte sagital del encéfalo en donde se observan las estructuras que conforman el Diencéfalo

TERCER VENTRÍCULO

Es una cavidad impar, media y simétrica, su forma es semejante a un triángulo cuyo vértice está hacia la parte inferior y la base está limitada por la cara inferior del tronco del cuerpo calloso, se encuentra ubicado entre los dos tálamos y revestida por el epéndimo. Se comunica por delante con los ventrículos laterales a través de los forámenes interventriculares (forámenes de Monro) y por detrás con el cuarto ventrículo a través del acueducto cerebral⁴ (Se estudia con más detalle en el Sistema Ventricular).

En el III Ventrículo se encuentra 4 recessos o fondos de saco:

Receso supra pineal

Receso pineal (delante del R. supra pineal)

Receso infundibular (debajo del receso pineal)

Receso óptico.

TÁLAMO

El tálamo es la región más grande del diencéfalo, comprende una zona de sustancia gris, que contienen cuerpos neuronales y numerosas conexiones sinápticas, representado por dos cuerpos ovoides de 3 cm. de largo y aproximadamente 1,5 cm. de espesor, que se asienta en la profundidad de cada hemisferio cerebral, el tercer ventrículo separa entre sí ambos tálamos, aunque éstos permanecen unidos gracias a un puente de tejido talámico denominado masa intermedia, que se extiende entre ambos. Al ubicarse a ambos lados del tercer ventrículo, se encuentran formando las paredes laterales, en la región más dorsal. Tiene forma de un huevo de perdiz, su extremo anterior forma parte del agujero interventricular, mientras que el extremo posterior forma el pulvinar.⁵

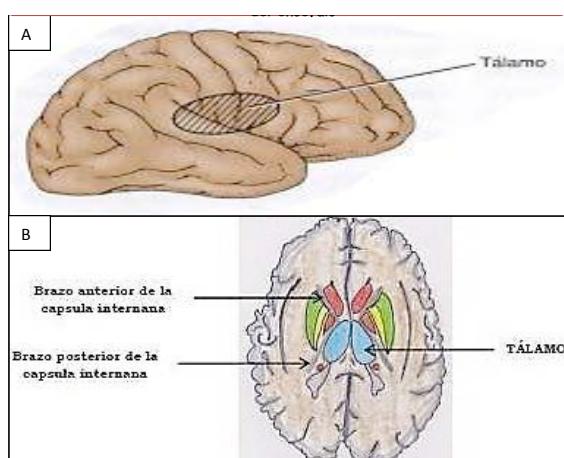


Figura 8.27. A. Demostración de la posición del tálamo dentro del hemisferio cerebral derecho. B. ubicación del tálamo en una vista basal del encéfalo.

Ubicación:

Para visualizar el tálamo desde arriba, es necesario extirpar las partes dorsales de los hemisferios cerebrales incluyendo al cuerpo caloso. De igual manera un corte sagital de los mismos permite observar ampliamente, lo constituye un par de estructuras grises simétricas, de forma ovoide separadas medialmente por la cavidad del tercer ventrículo.

Límites:

- Dorsalmente: techo del tercer ventrículo, tela coroidea superior y los plexos coroideos de los ventrículos laterales.
- Ventralmente: continúa con el subtálamo y el hipotálamo.
- Lateralmente: limita con una franja de fibras mielínicas llamada cápsula interna, la porción dorsal del borde de esta cara se relaciona con el núcleo caudado, que se desliza por dicho borde describiendo una trayectoria curva de concavidad ventral.⁶

Función:

Es una estación de relevo sensitivo, para el procesamiento de la actividad neuronal de los receptores periféricos hacia la corteza cerebral.⁷

El Tálamo tiene 4 caras principalmente:

- Cara lateral:

Está totalmente cubierta por fibras, porque por allí está pasando el brazo posterior de la cápsula interna.

- Cara medial:

Conforma la pared lateral del III ventrículo, por lo tanto, esta cara es libre.

En su interior se encuentra la lámina medular interna, en forma de "Y", quien separa las tres regiones que se describen del tálamo, con sus respectivos núcleos.

NÚCLEOS DEL TÁLAMO

1. La Zona Anterior del tálamo consta de:

Núcleos Anteriores: (Dorsal, Medial y Ventral).

Características:

Forma parte del sistema límbico.

Participa en el procesamiento de las emociones y en mecanismos de memoria reciente.

Recibe aferencias del hipotálamo a través del tracto mamilotalámico y ha su vez, proyecta sus eferencias a la corteza cingulada.

2. La Zona Medial del tálamo consta del:

Núcleo Dorsomediano.

- Este núcleo tiene amplias conexiones con la corteza prefrontal e hipotálamo.

- Participa en la integración de aferencias viscerales, olfativas y somáticas, así como en mecanismos que permiten percepciones subjetivas y emotivas.

3. La Zona Mediana del tálamo contiene los siguientes núcleos:

- Núcleo Paraventricular Anterior y Posterior

- Núcleo Romboideal

- Núcleo de Unión
4. La Zona Lateral del tálamo es la más extensa:
- Núcleo Lateral Posterior y Dorsal
 - Núcleo Ventral Lateral
 - Núcleo Ventral Anterior
 - Núcleo Ventral Intermedio Medial y Lateral
 - Núcleo Ventral Posterolateral y Posteromedial

Los Núcleos Ventral Anterior y Ventral Lateral juegan un rol importante en el procesamiento de la información motora,

dado que reciben aferencias del estriado (VA) y del cerebelo (VL), y proyectan respectivamente a la corteza premotora y a la corteza motora primaria.

Los Núcleos Ventral Posterolateral y Ventral Posteromedial participan en el procesamiento de la información exteroceptiva y propioceptiva proveniente del territorio medular (lemnisco medial y haces espinotalámicos) y del territoriocefálico (lemnisco trigeminal).

5. La Zona Posterior del tálamo contiene los siguientes núcleos:

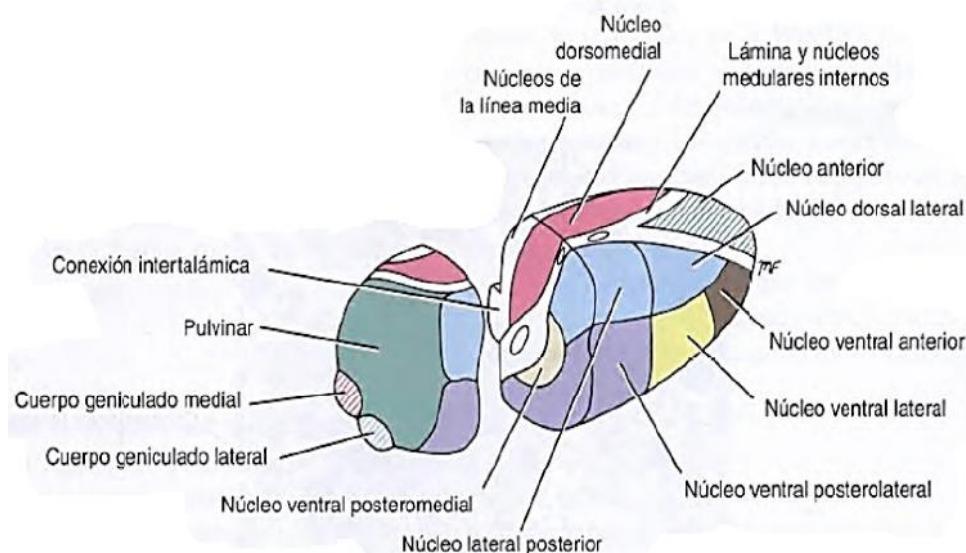


Figura 8.28. Diagrama que muestra la posición relativa de los núcleos talámicos entre si.

NÚCLEO	FUNCIÓN
	Tono emocional, memoria reciente.
Dorsomedial	Integración de información somática, visceral y olfatoria.
Lateraldorsal	Actúa en las expresiones de las emociones.
Lateral posterior y pulvinar	Ayuda a integrar información sensitiva.
Ventralanterior	Influye en la actividad de la corteza motora.
Ventral lateral	Influye en la actividad de la corteza motora.
Ventral posteromedial(VPM)	Revelo de sensaciones comunes hacia la conciencia.
Ventral posterolateral(VPL)	Revelo de sensaciones comunes hacia la conciencia.
intralaminar	Influye en los niveles de conciencia y en el estado de lateral.
De la líneamedial	Participa en las emociones, la memoria y la función automática.
Reticular	Motoriza, integra las actividades de los otros núcleos talámicos.
Cuerpogeniculadomedial	Audición.
Cuerpogeniculado lateral	Información visual del campo visual opuesto.

Tabla 8.9. Breve descripción de las funciones de los núcleos talámicos

Núcleos talámicos y sus conexiones nerviosas		
NÚCLEO TALÁMICO	CIRCUITO NEURONAL AFERENTE	CIRCUITO NEURONAL EFERENTE
Anterior	Tracto mamilotálmico, circunvolución, cíngulo, hipotálamo.	Circunvolución del cíngulo, hipotálamo
Dorsomedial	Corteza pre frontal, hipotálamo, otros núcleos talámicos.	Corteza pre frontal, hipotálamo, otros núcleos talámicos.
Lateral dorsal, lateral posterior, pulvinar	Corteza cerebral, otros núcleos talámicos	Corteza cerebral, otros núcleos talámicos
Ventral anterior	Formación reticular, sustancia negra, cuerpo estriado, corteza premotora, otros núcleos talámicos	Formación reticular, sustancia negra, cuerpo estriado, corteza premotora, otros núcleos talámicos
Ventral lateral	Como el n úcleo ventral anterior pero tanto en aferencia importante desde el cerebro y aferencia menor desde el n úcleo rojo	
Ventral postero medial(VPM)	Lemnisco trigeminal, fibras gustativas.	Corteza Somatoestésica primaria (3,1 y 1)
Ventral postero lateral (VPL)	Lemnisco medial y espinal.	Corteza Somatoestésica primaria (3,1 y 1)
Intralaminares	Formación reticular, trato espinotalámico y trigeminal-talámicas	Hacia la corteza cerebral a través de otros núcleos talámicos, cuerpo estriado.
De la línea media	Formación reticular	Desconocido.
Reticular	Corteza cerebral, Formación reticular	Otros núcleos talámicos.
Cuerpo geniculado medial	Caclculo inferior, lemnisco lateral desde ambos oídos pero predominantemente del oído contralateral.	Radiación auditiva hacia la circunvolución.
Cuerpo geniculado lateral	Tracto óptico,	Radiación óptica hasta la corteza visual del lóbulo occipital.

Tabla 8.10. Conexiones aferentes y eferentes de los núcleos talámicos con otras estructuras.

Síndrome talámico, se caracteriza por hemianestesia inmediata, con la elevación posterior del umbral de sensibilidad al pinchazo, calor y frío; cuando se percibe una sensación (hiperpatiatalámica) es desagradable y molesta. El síndrome aparece durante la recuperación de un infarto talámico, rara vez puede ocurrir un dolor persistente y penetrante (dolor talámico)

Lesiones del tálamo: Estas lesiones son el resultado de la trombosis o la hemorragia de una de las arterias que irrigan el tálamo está vinculado con los impulsos nerviosos desde el lado opuesto del cuerpo.

Metatálamo

Es una parte de diencéfalo y está ubicado debajo del extremo caudal de la zona dorsal del tálamo, de manera más específica por debajo del pulvinar. Está formado por dos estructuras que son: cuerpo geniculado medial y cuerpo geniculado lateral.

Cuerpo geniculado medial: forma parte de la vía auditiva, se lo observa como abultamiento en la parte posterior del tálamo por debajo del pulvinar.

Cuerpo geniculado lateral: forma parte de la vía visual, este se conecta con el tracto óptico. Cada cuerpo geniculado lateral recibe información visual del campo visual opuesto.

Epítáalamo

Es una zona que pertenece al sistema límbico, es decir tiene que ver con la vida instinto afectivo del individuo. Se ubica sobre y detrás del tálamo. Está constituido por la glándula pineal, Trígono de la Habénula y las estrías medulares. [Por lo tanto, se podrían clasificar en estructuras endocrinas (glándula pineal) y no endocrinas (núcleos habenulares y estrías medulares)]⁸.

1. NÚCLEO HABENULAR: es un grupo pequeño de neuronas situado inmediatamente por dentro de la superficie posterior del tálamo. Se reciben fibras aferentes del núcleo amigdalino en el lóbulo temporal a través de la estría medular del tálamo; otras fibras discurren desde la formación del hipocampo a través del fórnix. Algunas de las fibras de la estría medular del tálamo cruzan la línea media y alcanzan el núcleo habenular del lado opuesto; estas últimas fibras forman la comisura habenular.⁹

2. GLÁNDULA PINEAL (CUERPO PINEAL)

Se encuentra entre los colículos superiores, colgando de la parte posterior. Envuelta por piamadre.¹⁰

Con los años se osifica, pudiendo distinguirse claramente en una radiografía.

En los animales inferiores, esta glándula está muy superficial en el cráneo, incluso se encuentra inmediatamente por debajo de la piel, con funciones como captar luz

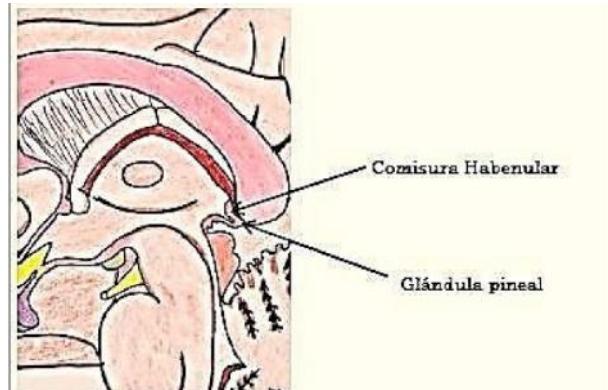


Figura 8.29. Corte sagital del encéfalo en donde se muestra la ubicación de la Glándula Pineal y la Comisura habenular

(de forma parecida a los conos y bastones). De ahí que se denomina “el tercer ojo”. En el ser humano, es una glándula con células capaces de secretar una sustancia denominada Melatonina.

La glándula pineal es una estructura que contiene neuronas, células de glía y células secretoras especializadas llamadas pinealocitos. Estos últimos sintetizan la hormona melatonina a partir de la serotonina, especialmente durante la noche.

Funciones de la glándula pineal:

Son inhibidoras y se ha demostrado que influyen en la hipófisis, los islotes de langerhans, las parótidas, las glándulas suprarrenales y las gónadas.¹¹

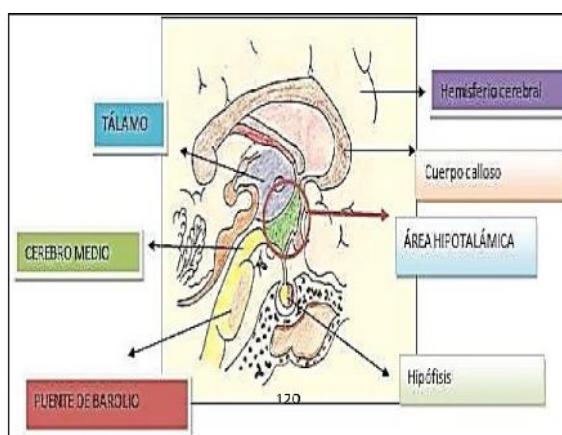


Figura 8.30. Corte sagital del encéfalo en donde se muestran las estructuras del Diencéfalo

SUBTÁLAMO

El núcleo subtalámico tiene la forma de un lente biconvexo, que se ubica en un área muy pequeña que queda por debajo del tálamo, entre la cápsula interna y el hipotálamo¹².

Los sistemas de fibras que en esta región se describen, están dados por: el asa lenticularis, el fascículo lenticularis y el fascículo subtalámico, que tienen que ver con funciones Motoras Asociadas al Sistema Extrapiramidal. Tiene tanto un núcleo propio como unos prestados, es decir, que pertenecen a otras zonas, pero que parcialmente ocupan el subtálamo.

Núcleo Propio: Núcleo Subtalámico. Núcleos Prestados: Núcleo Rojo y el Núcleo Negro, que son núcleos que pertenecen al pedúnculo cerebral. También tenemos la Zona Incerta, que es el Núcleo Reticular que está lateral al tálamo.

La Zona Incerta es una banda de sustancia gris ubicada entre el tálamo y el fascículo Lenticular. Esta estructura, se sabe que recibe conexiones de la corteza cerebral motora primaria, sin embargo, sus eferencias son aún desconocidas.

Lesiones en el núcleo subtalámico producen alteraciones motoras consistentes en movimientos involuntarios violentos y mantenidos de extremidades, y a veces de cuello y cara.

La enfermedad llamada Hemibalismo se relaciona con este núcleo.

HIPOTALÁMO

Esta estructura se encuentra en la zona más anterior e inferior del diencéfalo, está formada por más de 90 núcleos. Pesa alrededor de 4 grs. El extremo anterior, limita con la lámina terminalis, se relaciona con la comisura blanca anterior y con el surco hipotalámico. Caudalmente delimita con el mesencéfalo. Medialmente, forma las paredes laterales del III ventrículo y por último, lateralmente, está en contacto con el subtálamo. El límite inferior está dado, de adelante atrás, por el quiasma óptico, infundíbulo y cuerpos mamilares¹³. Se divide en dos partes: Hipotálamo Medial y Lateral.

- Hipotálamo Medial: Concentra la mayor cantidad de núcleos. Esta zona es la que tiene mayor cantidad de somas y menor de fibras.

- Hipotálamo Lateral: Es pobre en somas neuronales y rico en fibras.

Los elementos que separan al hipotálamo medial del lateral son las Columnas del Fórnix y un fascículo que nace desde el cuerpo mamilar y que asciende de nuevo hacia el tálamo: el Fascículo Mamilotalámico.¹³

Conexiones aferentes de hipotálamo

El hipotálamo recibe múltiples conexiones aferentes relacionadas con funciones viscerales, olfativas y del sistema límbico.

Entre éstas tenemos:

- Las aferencias viscerales y somáticas que llegan al hipotálamo como colaterales de los sistemas lemniscales, vía formación reticular.
- Las aferencias corticales que llegan al hipotálamo directamente desde la corteza frontal.
- Las aferencias provenientes del hipocampo, vía Fórnix- núcleos mamilares.
- Las aferencias del núcleo amigdaloide vía estría terminalis.
- Las aferencias del tálamo, provenientes de los núcleos dorsomediano y de la línea media.
- Las aferencias provenientes del tegmento mesencefálico.

Conexiones eferentes del hipotálamo

Estas son también muy numerosas y complejas. Entre ellas tenemos:

- Eferencias mamilotálicas hacia el núcleo anterior del tálamo, para luego proyectarse a la corteza cingulada.
- Eferencias m a m i l o - tegmentales que permiten conexiones con la formación reticular del tegmento mesencefálico.
- Eferencias descendentes al tronco encefálico y médula espinal.

Estas permiten que el hipotálamo pueda influir en los centros segmentarios simpáticos y parasimpáticos tales como: núcleo accesorio del oculomotor, núcleos

salivatorios superior e inferior, núcleo dorsal del vago, núcleos simpáticos del asta lateral, núcleos parasimpáticos de la región intermedio lateral de la médula sacra.¹⁵

Sistema porta hipofisiario

La hipófisis y el hipotalámico están conectados por un sistema capilar denominado sistema portal, el cual proviene de la arteria carótida interna y del polígono de Willis e irriga al hipotalámico formando el plexo capilar primario, que drena en los vasos porta hipofisiarios que a su vez forman el plexo capilar hipofisiario.

La importancia de este sistema es que transporta las hormonas liberadoras o hipofisiotrópicas que secreta el hipotalámico con fines reguladores de la secreción adenohipofisiaria.

Estas hormonas son:

- Somatoliberina (G H R H). Estimula la secreción de GH por parte de la hipófisis.
- Corticoliberina (ARH). Estimula la secreción de ACTH por parte de la hipófisis.
- Tiroliberina (TRH). Estimula la secreción de TSH por parte de la hipófisis.
- Gonadoliberina (L H R H). Estimula la secreción de LH y FSH por parte de la hipófisis.
- Hormona inhibidora de la GH (GHIH) o somatostatina. Inhibe la secreción de la GH por parte de la hipófisis.
- La prolactina está regulada

negativamente por dopamina, un neurotransmisor.

El proceso se realiza en el momento en que el sistema nervioso central recibe un estímulo, el hipotalámico recibe parte de ese estímulo y actúa sobre la hipófisis, a su vez, el hipotalámico secreta las respectivas hormonas en la adenohipófisis o libera las de la neurohipófisis; estas se incorporan a la circulación, viajan por medio de la sangre y son captados por receptores específicos ubicados en los órganos diana.

En cambio la neurohipófisis tiene sus propias hormonas que son la vasopresina

u hormona antidiurética y la oxitocina que participa en la contracción de la musculatura lisa uterina.

Resumen funciones del Hipotálamo¹⁶

- Control del SNA
- Regulación del Sistema Endocrino
- Regulación T° Corporal
- Regulación del Comportamiento emocional
- Regulación del Sueño y Vigilia
- Regulación de la Ingesta de Alimentos
- Regulación de la Ingesta de Agua
- Regulación de la Diuresis
- Generación y Regulación del Ciclo Circadiano.

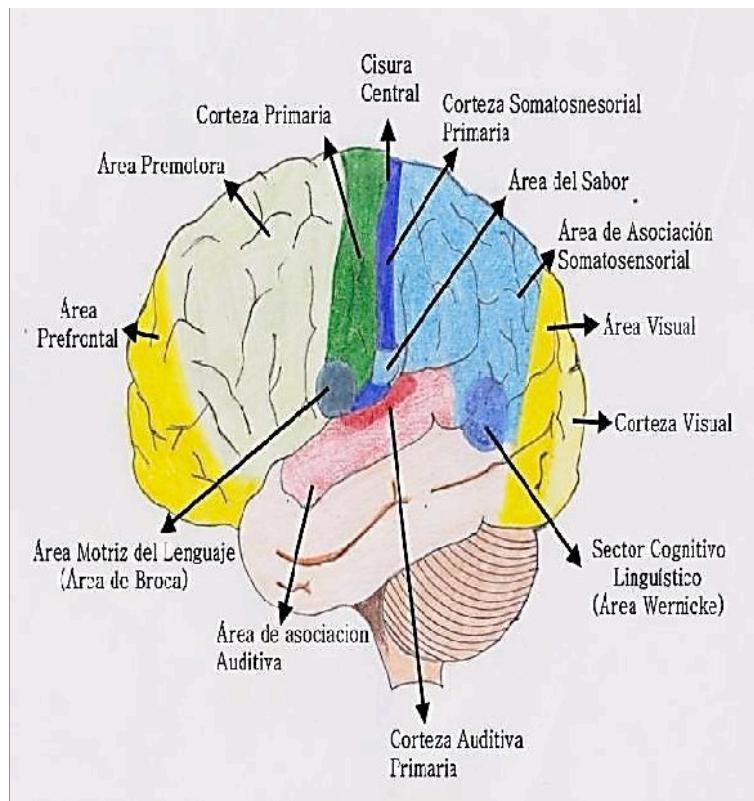


Figura 8.31. Representación de las Áreas funcionales de la Corteza cerebral.

Taller

1. Dibuje y explique el cerebro de Brodmann.

2. ¿Qué es homúnculo de Penfield? , dibuje y explique.

Referencia Bibliográfica

1. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 268). Buenos Aires: Panamericana.
2. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 269). Buenos Aires: Panamericana.
3. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 269). Buenos Aires: Panamericana.
4. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 274). Buenos Aires: Panamericana.
5. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 269-271.). Buenos Aires: Panamericana.
6. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 271.). Buenos Aires: Panamericana.
7. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 272.). Buenos Aires: Panamericana.
8. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 272). Buenos Aires: Panamericana.
9. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 272). Buenos Aires: Panamericana.
10. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1035). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
11. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág.

- 273). Buenos Aires: Panamericana.
12. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 272). Buenos Aires: Panamericana.
13. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 273). Buenos Aires: Panamericana. y;
- L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1076). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
14. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1076-1077). BARCELONA - MADRID
- BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
15. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1078-1079). BARCELONA - MADRID
- BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
16. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 273). Buenos Aires: Panamericana.

Otras referencias

- Crossman A.R. Neuroanatomía Texto y Atlas en Color. 3ª Edición. Barcelona, España: Elsevier Masson, 2007.
- Anatomía humana, Volumen 1.Ed. Médica Panamericana-Michel Latarjet, Alfredo Ruiz Liard

- Anatomía y fisiología del sistema nervioso segunda edición-Dr. Ángel José Chu Lee.

Meninges del Encéfalo y de la Médula Espinal

MENINGES CRANEALES

Tanto el encéfalo como la médula están dentro de un estuche óseo formado por la cavidad craneal y parte del conducto raquídeo, pero en virtud de su delicadeza e importancia funcional, están envueltos por un sistema especial de amortiguadores, representados por tres membranas, las meninges: Duramadre, Piámada y Aracnoides¹. Gráfico 9.1

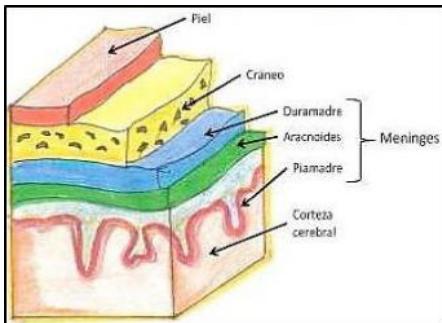


Figura 9.1. Esquema donde se muestran las capas del enéfalo

Duramadre del Encéfalo

La duramadre es la más superficial, también la más resistente (tejido fibroso)

de las tres y formada por dos capas, la capa endóstica y la capa meníngea, las cuales están en íntima aposición excepto a lo largo de ciertas líneas, donde se separan para formar senos venosos.

La capa endóstica no es nada más que el periostio, que cubre la superficie interna de los huesos del cráneo. En el agujero occipital no se continúa con la duramadre de la médula espinal.

Alrededor de los bordes de todos los agujeros del cráneo se continúa con el periostio sobre la parte exterior de los huesos del cráneo. En las suturas se continúa con los ligamentos suturales. Está adherida más firmemente a los huesos sobre la base del cráneo.

La capa meníngea es la duramadre propiamente dicha. Es una membrana densa y fuerte que cubre el encéfalo y se continúa a través del agujero occipital con la duramadre de la médula espinal. Proporciona vainas tubulares a los nervios craneanos a medida que estos pasan a través de los agujeros del cráneo. Fuera

del cráneo las vainas se fusionan con el epineuro de los nervios.

La capa meníngea envía hacia adentro cuatro tabiques, que dividen la cavidad craneana en espacios que se comunican libremente y que alojan las subdivisiones del encéfalo. La función de estos tabiques consiste en limitar el desplazamiento del encéfalo asociado con los movimientos de aceleración y desaceleración cuando se mueve la cabeza.²

Superficie externa: Es regularmente redondeada y responde a las paredes óseas y ligamentosas del conducto vertebral, de las que está separada por el espacio epidural. Libre en su parte posterior, anteriormente se halla en contacto con el ligamento longitudinal posterior. En sentido lateral, se prolonga alrededor de cada nervio espinal, al que acompaña adelgazándose cada vez más por fuera del foramen intervertebral.

Superficie Interna: Es lisa, pulida y corresponde a la aracnoides.

Extremo Superior: Se continúa sin límites netos con la duramadre craneal. Por su superficie externa, se adhiere foramen magno y el atlas.

Extremo Inferior: Constituye el fondo de saco dural, que se detiene a nivel de S2-S3. Contiene a la cola de caballo y al filum terminal. Este último en la parte más inferior del saco dural, perfora a la duramadre, que se aplica contra el envainándolo. Desciende hasta la primera vértebra coccígea. La duramadre se adhiere a la cara anterior del conducto sacro.

Hoz del cerebro.- Es un pliegue de duramadre con forma de hoz que se ubica en la línea media entre los dos hemisferios cerebrales. Su extremo anterior estrecho está adherido a la cresta frontal interna y a la apófisis cristagalli. Su ancha parte posterior se fusiona en la línea media con la cara superior de la tienda del cerebelo. El seno sagital superior corre en su margen cóncavo libre y el seno recto corre a lo largo de su inserción en la tienda del cerebelo.³

Gráfico 9.2

Tienda del cerebelo.- Es un pliegue de duramadre con forma de media luna que forma un techo sobre la fosa craneana posterior. Cubre la superficie superior del cerebelo y sostiene los lóbulos occipitales de los hemisferios cerebrales. En el borde anterior hay una brecha, la incisura de la tienda, para el pasaje del mesencéfalo, lo cual produce un borde interno libre y un borde externo adherido o fijo. El borde fijo está adherido a las apófisis clinoides posteriores, a los bordes superiores de las porciones petrosas y a los márgenes de los surcos para los senos transversos sobre el hueso occipital. El borde libre corre hacia delante hacia sus dos extremos, cruza el borde adherido y se fija en la apófisis clinoides anterior a cada lado.⁴

En el punto donde los bordes se cruzan, el tercero y el cuarto par craneal pasan hacia delante para entrar en la pared lateral del seno cavernoso.

Cerca del vértice de la porción petrosa del hueso temporal, la capa inferior de la tienda del cerebelo forma una bolsa

hacia delante por debajo del seno petroso superior, para crear un receso para el nervio trigémino y el ganglio trigeminal.

La hoz del cerebro y la hoz del cerebelo están adheridas a las superficies superior e inferior de la tienda, respectivamente. El seno recto corre a lo largo de su inserción en la hoz del cerebro; el seno petroso superior, a lo largo de su inserción en la porción petrosa y el seno cavernoso, a lo largo de su inserción en el hueso occipital.⁵

Hoz del cerebelo, un pequeño pliegue de duramadre con forma de hoz adherido a la cresta occipital interna, se proyecta hacia delante entre los dos hemisferios cerebelosos. Su margen fijo posterior contiene el seno occipital.

Diafragma (tienda de la hipófisis) constituye una pequeña lámina que forma el techo de la silla turca, perforada por el tallo pituitario y el infundíbulo⁶

Inervación de la duramadre

Ramas de los nervios trigémino, vago y de los tres primeros nervios espinales y ramas del tronco simpático pasan hacia la duramadre.

La duramadre posee numerosas terminaciones nerviosas sensibles al estiramiento, lo cual produce la sensación de cefalea. La estimulación de las terminaciones sensitivas del nervio trigémino por encima del nivel de la tienda del cerebelo produce dolor referido en un área de lapiel del mismo lado de la cabeza.

La estimulación de las terminaciones nerviosas durales por debajo del nivel de la tienda del cerebelo produce dolor referido al dorso del cuello y del cuero cabelludo, a lo largo de la distribución del nervio occipital mayor].⁷

Irrigación de la Duramadre

Numerosas arterias irrigan la duramadre desde de la arteria carótida interna, maxilar, faríngea ascendente, occipital y vertebral. Desde el punto de vista clínico, la más importante es la arteria meníngea media, que se lesiona comúnmente en los traumatismos del cráneo.

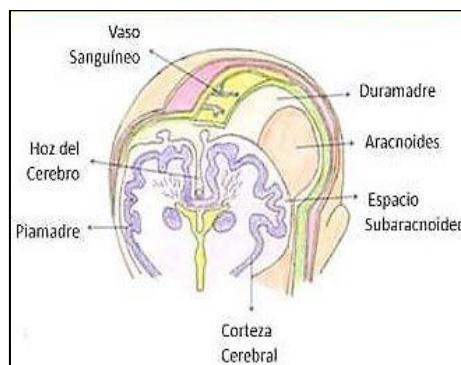


Figura 9.2. Corte coronal del Encéfalo

La arteria meníngea media se origina en la arteria maxilar en la fosa infratemporal. Entra en la cavidad craneana a través del agujero espinoso y se ubica entre las capas meníngea y endóstica de la duramadre. Gráfico 9.3

Luego la arteria corre hacia delante y lateralmente en un surco ubicado sobre la superficie superior de la porción escamosa del hueso temporal. La rama anterior surca profundamente el ángulo anteroinferior del hueso parietal y su recorrido se corresponde en forma grosera con la línea de la circunvolución precentral subyacente del encéfalo. La rama posterior se curva hacia atrás e irriga la parte posterior de la duramadre.

Las venas meníngicas se ubican en la capa endóstica de la duramadre. La vena meníngea media sigue las ramas de la arteria meníngea media y drena en el plexo venoso pterigoideo o en el seno esfenoparietal. Las venas se ubican por fuera de las arterias.⁸

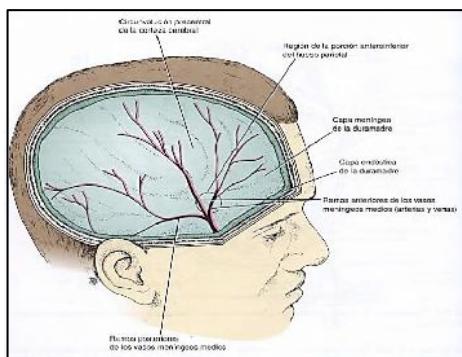


Figura 9.3. Distribución de las arterias que irrigan las meninges

Senos Venosos Dúrales

Características:

- Se encuentra revestido por endotelio, y carecen de tejido muscular.
- No contienen válvulas

- La sangre de los senos durales drena en las venas yugulares internas en el cuello].⁹ Gráfico 9.4

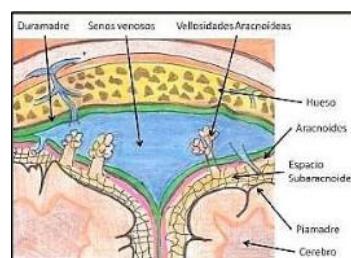


Figura 9.4. Esquema representando los senos venosos durales

Su ubicación y función:

Se ubican en la cavidad craneana entre las capas de la duramadre y su función es de recibir sangre desde el encéfalo a través de las venas cerebrales; y líquido cefalorraquídeo desde el espacio subaracnoidal atraves de las vellosidades aracnoideas.¹⁰

Sus conexiones:

- Las venas emisarias: Conectan los senos venosos durales con las venas diploicas del cráneo y las venas del cuero cabelludo.

- El seno sagital superior: Ocupa el borde fijo de la hoz del cerebro, comenzando en el agujero ciego corre hacia atrás surcando la bóveda del cráneo y en la protuberancia occipital interna hasta llegar con el seno transverso donde recibe venas diploicas y meníngeas cerebrales superiores.¹¹

- [El seno sagital inferior: Ocupa el borde libre de la hoz del cerebro, corre

hacia atrás hacia la vena cerebral mayor recibe algunas venas de los hemisferios cerebrales.

- El seno recto: Ocupa la unión de la hoz del cerebro formado por el seno sagital Superior y se une al seno transverso.

Los senos transversos son estructuras pares y comienzan en la protuberancia occipital interna. Por lo general, el seno derecho se continúa con el seno sagital superior y el izquierdo se continúa con el seno recto. Cada seno ocupa el margen adherido de la tienda del cerebelo, surcando el hueso occipital y el ángulo posteroinferior del hueso parietal. Reciben los senos petrosos superiores, y la venas cerebrales y cerebelosas inferiores y las venas diploicas. Terminan girando hacia abajo como los senos sigmoideos. Gráfico 9.6

- Los senos sigmoideos son una continuación directa de los senos transversos. Cada seno gira abajo y medialmente, y surca la porción mastoidea del hueso temporal. Aquí el seno se ubica posterior al antro mastoideo. Luego sigue hacia delante y después hacia abajo a través de la parte posterior del agujero yugular para continuarse con el bulbo superior de la vena yugular interna. Gráfico 9.6

- El seno occipital es un seno pequeño que ocupa el margen adherido de la hoz del cerebelo. Comienza cerca del agujero occipital, donde se comunica con las venas vertebrales y drena en la confluencia de los senos.¹² Gráfico 9.6

- Los senos cavernosos se ubican

en la fosa craneana media a cada lado del cuerpo del hueso esfenoides. Gráfico 9.5

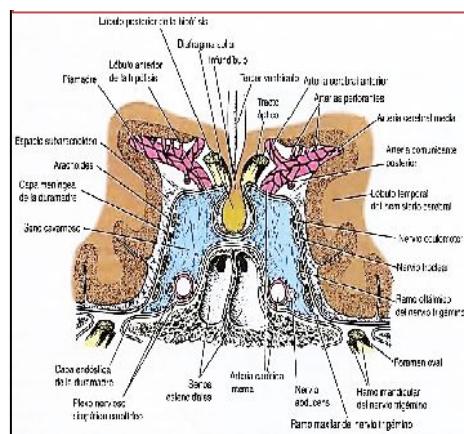


Figura 9.5. Corte coronal a través del cuerpo del Esfenoides en donde se muestra Los Senos cavernosos con las estructuras que pasan por el.

Numerosas trabéculas atraviesan su interior, lo que le da un aspecto esponjoso, de ahí su nombre. Cada seno se extiende desde la cisura orbitaria superior por delante hasta el vértice de la porción petrosa del hueso temporal por detrás.

La arteria carótida interna, rodeada por su plexo nervioso simpático, corre hacia delante a través del seno. El nervio abducens también atraviesa el seno. La arteria carótida interna y los nervios están separados de la sangre por un revestimiento endotelial. Gráfico 9.5

El tercero y cuarto nervios craneanos y las ramas oftálmica y maxilar del nervio trigémino corren hacia delante en la pared lateral del seno. Se ubican entre el revestimiento endotelial y la duramadre.

Las tributarias son las venas oftálmicas superior e inferior, las venas cerebrales inferiores, el seno esfeno parietal y la vena central de la retina.

El seno drena posteriormente en los senos petrosos superior e inferior, e inferiormente en el plexo venoso pterigoideo. Los dos senos se comunican entre si por medio de los dos senos intercavernosos anterior y posterior.

Los senos petrosos superior e inferior son pequeños senos ubicados sobre los bordes superior e inferior de la porción petrosa del hueso temporal a cada lado del cráneo. Cada seno superior drena el seno cavernoso en el seno transverso y cada seno inferior drena el seno cavernoso en la vena yugular interna.¹³

Aracnoides del encéfalo

La aracnoides es una delicada membrana impermeable que cubre el encéfalo y se ubica entre la piamadre internamente y la duramadre externamente. Esta separada de la duramadre por un espacio virtual, el espacio subdural, lleno con una película de líquido, y de la piamadre por el espacio subaracnoideo, que esta lleno de líquido cefalorraquídeo. Las superficies externa e interna de la aracnoides están cubiertas con células mesoteliales aplanasadas. Gráfico 9.7

La aracnoides forma puentes sobre los surcos de la superficie del encéfalo y, en ciertas situaciones, la aracnoides y la piamadre están ampliamente separadas

para formar las cisternas aracnoideas. La cisterna cerebelobulbar se ubica entre la superficie inferior del cerebelo y el techo del cuarto ventrículo. La cisterna interpeduncular se ubica entre los dos péndulos cerebrales. Todas las cisternas se comunican libremente entre si y con el resto del espacio subaracnoideo. En ciertas regiones las aracnoides se proyectan hacia los senos venosos formando vellosidades aracnoideas. Estas son más numerosas a lo largo del seno sagital superior. Los grupos de vellosidades aracnoideas se denominan granulaciones aracnoideas.

Las vellosidades aracnoideas sirven como sitios desde los cuales el líquido cefalorraquídeo se difunde al torrente sanguíneo. La aracnoides esta conectada con la piamadre a través del espacio subaracnoideo lleno de líquido por bandas delicadas de tejido fibroso.

Es importante recordar que las estructuras que pasan hacia el encéfalo y desde éste hacia el cráneo o sus agujeros deben atravesar el espacio subaracnoideo. Todas las arterias y las venas cerebrales se ubican en el espacio subaracnoideo, al igual que los nervios craneanos. La aracnoides se fusiona con el epineuro de los nervios en su punto de salida del cráneo. En el caso del nervio óptico, la aracnoides forma una vaina que se extiende hacia la cavidad orbitaria a través del agujero óptico y se fusiona con la esclerótica del globo ocular. Así, el espacio subaracnoideo se extiende alrededor del nervio óptico hasta el globo ocular.¹⁴

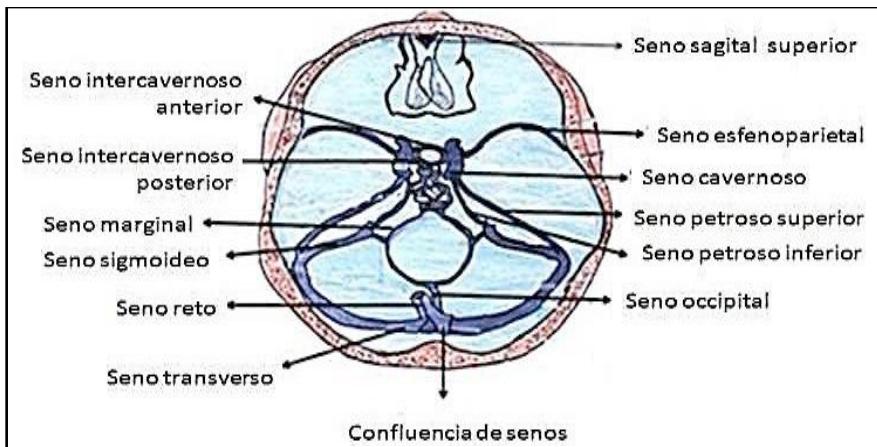


Figura 9.6. Esquema de una vista superior que muestra el trayecto de los senos venosos

Piamadre del encéfalo

La piamadre es una membrana vascular cubierta por células mesoteliales aplanadas. Reviste estrechamente el encéfalo cubriendo las circunvoluciones y descendiendo en los surcos más profundos. Se extiende hacia fuera sobre los nervios craneanos y se fusiona con su epineuro. Las arterias cerebrales que entran en la sustancia encefálica llevan una vaina de piamadre con ellas.

La piamadre forma la tela coroidea del techo del tercero y cuarto ventrículos del encéfalo y se fusiona con el epéndimo para formar los plexos coroideos en los ventrículos laterales, tercero y cuarto del encéfalo.¹⁵

En su porción espinal forma tabiques dentados dispuestos en festón, llamados ligamentos dentados. Entre la aracnoides y la piamadre se encuentra el espacio

subaracnoideo que contiene el líquido cefalorraquídeo y que aparece atravesado por un gran número de finas trabéculas.

MENINGES ESPINALES

Duramadre de la médula espinal

Encierra por completo la médula espinal. Por arriba, se continúa a través del agujero occipital con la capa meníngea de la duramadre que recubre el encéfalo. Y por abajo, termina en el filum terminale a nivel del borde inferior de la segunda vértebra sacra. La vaina de la duramadre se ubica en forma laxa en el conducto raquídeo y está separada de las paredes del conducto por el espacio extradural. Este contiene tejido areolar laxo y el plexo venoso vertebral interno.

La duramadre se extiende a lo largo de cada raíz nerviosa y se continúa en el tejido conectivo que rodea cada nervio

espinal (epineuro). La superficie interna de la duramadre está en contacto con la aracnoide. Gráfico 9.7

Aracnoides de la Médula Espinal

La aracnoides es una membrana impermeable, delicada que cubre la médula espinal y se ubica entre la piamadre por dentro y la duramadre por fuera. Esta separada de la piamadre por un espacio ancho, el espacio subaracnoideo, que está lleno con líquido cefalorraquídeo.

El espacio subaracnoideo está cruzado por algunas bandas finas de tejido conectivo. La aracnoides se continua hacia arriba a través del agujero occipital con la aracnoides que recubre al encéfalo. Por abajo, termina en el filum terminal a nivel del borde inferior de la segunda vértebra

sacra. La aracnoides continúa a lo largo de las raíces de los nervios espinales y forma pequeñas extensiones laterales del espacio subaracnoideo.¹⁷ Gráfico 9.7

Piamadre de la Médula Espinal

La piamadre espinal tapiza toda la superficie de la médula. Se prolonga inferiormente a la médula espinal, sobre el filum terminal, hasta el fondeo de saco de la duramadre.

Es una membrana vascular, está engrosada a cada lado entre las raíces nerviosas para formar el ligamento dentado que se dirige lateralmente para adherirse a la aracnoides y la duramadre. De esta forma la médula espinal está suspendida en el medio de la vaina dural.¹⁸

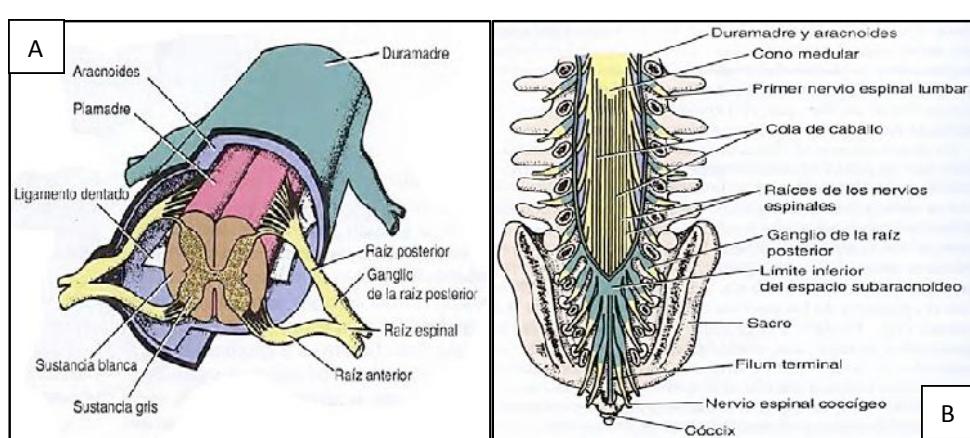


Figura 9.6. A. Corte transversal de la médula espinal a nivel de la región torácica que muestra las raíces anteriores y posteriores de un nervio espinal y las capas meníngeas que la cubren. B. Vista posterior del extremo inferior de la médula espinal donde se observa la cola de caballo con sus capas meníngeas que la recubren.

Taller

1.- Describa y explique la Clasificación actual de las Meninges :

2.- Enumeren las principales Funciones de la Meninges

Referencia Bibliográfica

1. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 466). Buenos Aires: Panamericana.
2. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 466). Buenos Aires: Panamericana.
3. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 466). Buenos Aires: Panamericana.
4. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 466-467). Buenos Aires: Panamericana.
5. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 467-469). Buenos Aires: Panamericana.
6. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 469). Buenos Aires: Panamericana.
7. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 469). Buenos Aires: Panamericana.
8. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 469-470). Buenos Aires: Panamericana.
9. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 470). Buenos Aires: Panamericana.
10. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 470). Buenos Aires: Panamericana.
11. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 470). Buenos Aires: Panamericana.
12. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 471). Buenos Aires: Panamericana.
13. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág.

- 471-472). Buenos Aires: Panamericana.
14. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 472-473). Buenos Aires: Panamericana.
15. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 473). Buenos Aires: Panamericana.
16. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 473-474). Buenos Aires: Panamericana.
17. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 474-475). Buenos Aires: Panamericana.
18. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 475). Buenos Aires: Panamericana.

Otras Referencias

- ROUVIÉRE, H. Anatomía Humana. 10ma Edición.
- Editorial Masson S. A.
- QUINTEROS, Milton. Neuroanatomía funcional. Segunda edición. 2001. Editora Andina. Guayaquil-Ecuador. (pág 246)

Sistema Ventricular, Líquido Cefalorraquídeo, Barreras Hematoencefálica, Hematorraquídea y la Interfase del Encéfalico Raquídeo.

OBJETIVO

Su objetivo es conocer la localización, funcionamiento, origen y destino del Líquido Cefalorraquídeo (LCR), como también la estructura e importancia de las Barreras Hematoencefálica (HTE) y Hematorraquídea y de cómo se protegen ciertas partes del encéfalo de los agentes tóxicos u otros materiales exógenos.

SISTEMA VENTRICULAR

El sistema ventricular se encuentra ubicado dentro de los hemisferios cerebrales. Está conformado por estructuras derivadas del tubo neural, recubiertas por epéndimo conocidas como ventrículos.

En su interior contienen líquido cerebroespinal, un líquido obtenido de la filtración del plasma a nivel de los plexos coroideos. Existe 4 ventrículos, dos laterales, un tercero y cuarto ventrículos. Gráfico 10.1

El tercer ventrículo se conecta al cuarto ventrículo con el acueducto cerebral o de

Silvio. Y el cuarto ventrículo se continúa con el conducto central de la médula espinal.¹

VENTRÍCULOS LATERALES

Embriológicamente se originan de dos vesículas telencefálicas que son prolongaciones laterales del prosencéfalo. Existen dos, uno derecho y otro izquierdo, ubicados cada uno dentro de su respectivo hemisferio cerebral. Gráfico 10.2.²

Los ventrículos laterales tienen una forma de C³ y se comunican con el tercer ventrículo mediante los agujeros interventriculares, también conocidos como agujero de Monro. Este agujero se ubica en la parte anterior de la pared medial del ventrículo, se relaciona:⁴

Anteriormente: Con la columna anterior del fórnix
Posteriormente: Con el extremo anterior del tálamo

Anatómicamente se pueden dividir en:

- Cuerno Anterior o Frontal.
- Cuerpo o partecentral.

- Cuerno Occipital.
- Cuerno Inferior o Temporal.
- Trígono o Atrio

CUERPO

El cuerpo es la parte central del ventrículo lateral, ubicada por detrás del foramen interventricular, se encuentra entre el foramen interventricular y el Trígono (Atrio). Constituido por un techo que es la superficie inferior del cuerpo calloso; una parte medial, que corresponde al septum pellucidum y el cuerpo del fórnix; el piso, formado por la cara dorsal del tálamo y parte del núcleo caudado. Entre estos dos últimos se observa un ángulo, una zona ocupada por algunos elementos que son fáciles de distinguir:

En primer lugar, un engrosamiento del epéndimo denominado Lámina Afixa.

Por debajo de la lámina Afixa aparece un cordón que corresponde a un paquete de fibras (Estría Terminal) que desciende desde el área septal al complejo amigdalino siguiendo la dirección de la cola del núcleo caudado. Las otras estructuras que veremos son la vena terminal; y el plexo coroideo acompañando esas estructuras.⁵

ASTA ANTERIOR

Es una prolongación ubicada por delante del Foramen Interventricular. Se encuentra dentro del lóbulo frontal.

Su techo se relaciona con la rodilla del cuerpo calloso. La pared medial se relaciona con el septum pellucidum y la columna anterior del fórnix. Y su pared lateral se relaciona con la cabeza del núcleo caudado.⁶

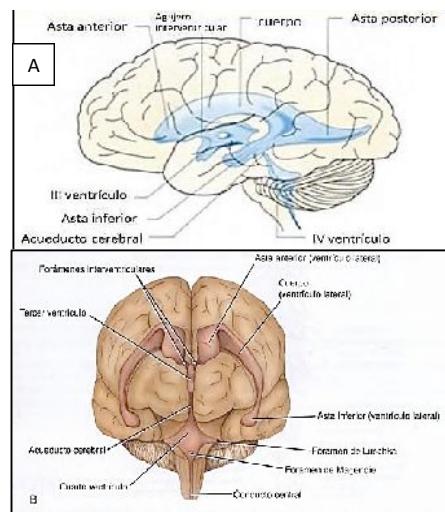


Figura 10.1. Sistema Ventricular. A Vista lateral. B Vista anterior.

ASTA INFERIOR

Se extiende desde el atrio (el trígono) hacia abajo y hacia delante en dirección del polo del lóbulo temporal.

Se encuentra ubicada en el lóbulo temporal por detrás del foramen interventricular, delante del atrio, su techo: cola del núcleo caudado y tracto óptico.

Su pared lateral se relaciona con el hipocampo. El piso se relaciona con la eminencia colateral, que consiste en una invaginación al interior del lumen del ventrículo producida por el surco colateral⁷. Gráfico 10.

ASTA POSTERIOR

Tiene la forma de un dedo, se encuentra delante del atrio, su techo se relaciona con el tapetum del cuerpo calloso, el lóbulo occipital y el fórceps mayor o radiaciones occitales del cuerpo calloso.

Su pared medial o piso está en relación con prominencia producida por el surco Calcarino (calcar avis).⁸

PLEXO COROIDEO

Está formado por capilares que forman una red que tiene una base afilada con unas prolongaciones que se unen a los oligodendrocitos para poder utilizar el plasma sanguíneo que es necesario para formar el líquido cefalorraquídeo. Gráfico 10.2.

Esta red está situada en las paredes de los ventrículos laterales. El plexo coroideo del ventrículo se proyecta en el cuerpo del ventrículo a través de la brecha en hendidura ubicada entre el cuerpo del fórnix y la superficie superior del tálamo. Esta brecha se conoce como fisura coroidea.⁹

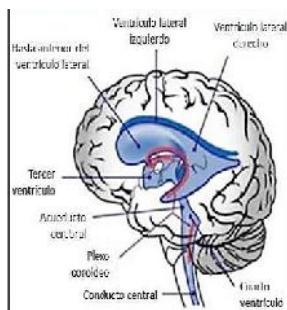


Figura 10.2. Ventrículos laterales y plexo coroideos del mismo en una vista lateral.

TERCER VENTRÍCULO

El tercer ventrículo es una estrecha cavidad en forma de hendidura ubicada entre los talamos, en pleno diencéfalo.

Limita anterior con la lámina terminal, posterior con la comisura posterior, el tallo del cuerpo pineal y la comisura habenular.

Las paredes laterales (conectadas por la adhesión intertalámica) limitan con la superficie medial de tálamo e hipotálamo (con el surco hipotalámico entre ambos). El techo se relaciona con la tela coroidea del tercer ventrículo (y sobre esta el fórnix), la cual se proyecta a cada lado de la línea media en la cavidad del tercer ventrículo para formar los plexos coroideos del tercer ventrículo^{10,11}. Gráfico 10-3, 10-4.

La función que ejerce es amortiguar los golpes de las estructuras que contiene el diencefalo.¹¹

PLEXO COROIDEO DEL TERCER VENTRÍCULO

Los plexos coroideos están formados por la tela coroidea ubicada por encima del techo del ventrículo (Gráfico 10-5). La tela coroidea vascular se proyecta hacia abajo a cada lado de la línea media, invaginando el techo ependimario del ventrículo.

Los dos rebordes vasculares que cuelgan del techo del tercer ventrículo forman los plexos coroideos.

La función del plexo coroideo es de producir líquido cefalorraquídeo.

La irrigación de la tela coroidea y los plexos coroideos de los ventrículos laterales y tercer ventrículo derivan de las ramas coroideas de las arterias carótida interna y basilar y drenada por las venas cerebrales internas que luego drenan en la vena cerebral magna o de Galeno.¹²

Se continúa con el conducto central de la médula espinal por abajo, con el acueducto de Silvio por arriba, y por sus aberturas lateral y media (agujeros de Luschka y Magendie) con el espacio subaracnideo. El cuarto ventrículo posee límites laterales, un techo y un piso¹⁴ (Gráfico 10-6)

Acueducto cerebral de Silvio

El acueducto cerebral, un canal estrecho de 1,8cm de largo, se ubica posterior al puente, y más caudal, entre el bulbo raquídeo y el cerebelo, conecta el tercer ventrículo con el cuarto (Gráfico 10-6)

Revestido por epéndimo y rodeado por una capa de sustancia gris llamada sustancia gris central, cabe recalcar que en el acueducto cerebral no existe plexo coroideo.¹³

CUARTO VENTRÍCULO (FOSA ROMBOIDAL)

Es una cavidad de forma irregular a manera de carpa llena de líquido cefalorraquídeo, situada en el romboencéfalo, entre el bulbo raquídeo, la protuberancia y el istmo por delante y el cerebelo por detrás. Hacia los lados, la porción más ancha del ventrículo se prolonga para formar los recessos laterales. Los pedúnculos cerebelosos superior e inferior forman sus límites laterales. Está revestida con epéndimo (Gráfico 10-6)

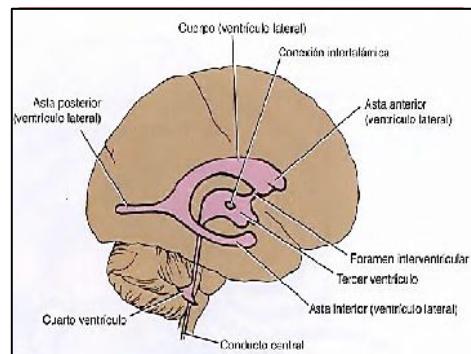


Figura 10.3. Cavidad ventricular del encéfalo en una vista lateral

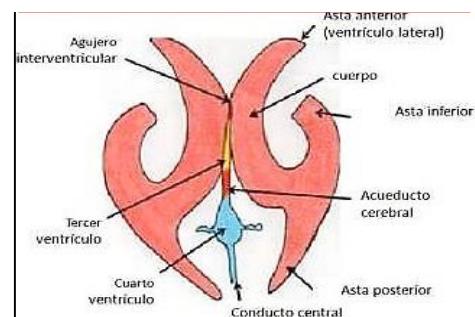


Figura 10.4. Actividades ventriculares en una vista superior.

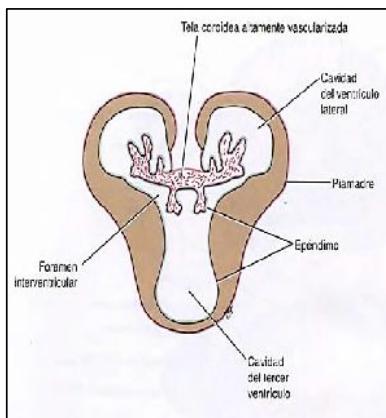


Figura 10.5. Diagrama de un corte coronal del tercer ventrículo y los ventrículos laterales en el sitio de los forámenes interventriculares que muestra la estructura de la tela coroidea y su relación con el epéndimo y la piamadre.

La pared anterior o suelo (fosa romboidea) del cuarto ventrículo está en porciones internas interna (basal) y externa (alar) por un surco longitudinal, el surco limitante se superpone a ciertos núcleos aferentes.

La porción más inferior del suelo del cuarto ventrículo toma la forma del punto de una pluma por lo que a veces se le llama calamus Scriptorius (lat. pluma del escribano). Esta porción del suelo contiene los importantes centros respiratorios, cardiaco, vasomotor y de la deglución.

La pared posterior o techo del cuarto ventrículo es delgada en extremo y está cubierta por el cerebro.

Está formada por láminas de sustancia blanca (velos medulares superior e inferior) revestidas de epéndimo que se extienden entre los pedúnculos cerebelosos superiores y los dos inferiores. La porción inferior del techo presenta el agujero medio del

cuarto ventrículo, por el cual se establece comunicación directa entre la cavidad ventricular y el espacio subaracnoideo. Los extremos de los recessos laterales presentan orificios semejantes, los agujeros laterales. Estas aberturas son verdaderos orificios y no artefactos.

Los agujeros medio y laterales son los únicos por los que el líquido cefalorraquídeo formado en los ventrículos llega al espacio subaracnoideo.¹⁵ Cuando estos orificios se ocluyen, los ventrículos se distienden (hidrocefalia).

PLEXO COROIDEO DEL CUARTO VENTRÍCULO

El plexo coroideo se halla en la mitad inferior del techo de dicho ventrículo y está formado por una membrana coroideo fuertemente vascularizada. Esta membrana es una proyección de la piamadre que está cubierta por epéndimo. El plexo coroideo se encuentra irrigado por las arterias cerebelosas posteroinferiores y su función es líquido cefalorraquídeo.¹⁶

Gráfico 10-7

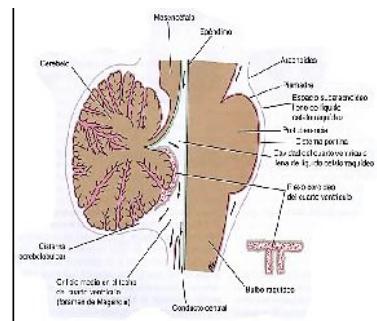


Figura 10.6. Corte sagital de 4to ventrículo que muestra el origen y circulación del L.C.R

CONDUCTO CENTRAL DE LA MEDULA

El conducto central, que está lleno LCR y revestido por epéndimo, se extiende a través de toda la médula espinal encerrado por la sustancia gris. En su parte superior (cerca de la mitad inferior del bulbo) se expande y se continúa con el cuarto ventrículo, y en su extremo inferior igualmente se expande para formar así el ventrículo terminal, a la altura del cono medular, en esta parte el conducto central se cierra. Cabe recalcar que en esta estructura no existe plexo coroideo y, por ende, no se produce LCR.¹⁷

Espacio subaracnoideo

El espacio subaracnoideo es aquel ubicado entre la aracnoides y la piamadre, está ubicado en el encéfalo y la médula donde están presentes estas meninges. Por este espacio circula el LCR y contiene vasos sanguíneos.

El espacio subaracnoideo que rodea todo el encéfalo se extiende por los nervios olfatorios hasta la mucosa nasal, también envaina los vasos sanguíneos cerebrales que entran y salen del líquido encefálico. No existen espacios subaracnoideo en las arterias o venas.¹⁸

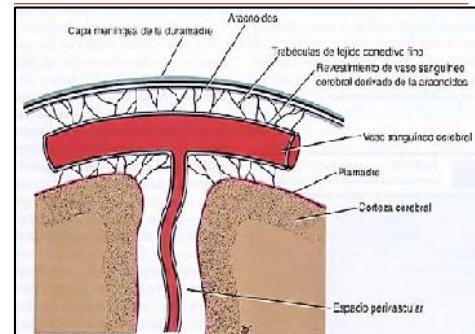


Figura 10.7. Diagrama que muestra el espacio subaracnoideo

En algunas porciones del encéfalo, la aracnoides no sigue de forma paralela a la piamadre de manera que el espacio subaracnoideo se amplifica en dichas porciones formando las cisternas subaracnoideas.

El espacio subaracnoideo no se limita al encéfalo ya que se extiende hasta el extremo inferior de la médula espinal incluso reviste a la cauda equina. Se puede decir que el límite inferior de este espacio es el intervalo entre S1 Y S2. Importante es mencionar que el espacio subaracnoideo rodea los nervios craneales y raquídeos y los sigue hasta el punto donde salen del cráneo y columna vertebral respectivamente. Aquí la aracnoides y la piamadre se fusionan con el perineuro de cada nervio.¹⁹

LIQUIDO CEFALORRAQUIIDEO

El líquido cefalorraquídeo (LCR) circula por los ventrículos del encéfalo y el espacio subaracnoideo del encéfalo y la médula

espinal. Esta sustancia tiene las siguientes características físicas y químicas:²⁰

- Es un líquido claro e incoloro (Aspecto agua de roca)
- Es una solución que tiene sales inorgánicas similares al plasma pero en menor proporción.
- Su presión constante es de 60 - 150 ml H₂O.
- El volumen de LCR en circulación es de 130 ml.
- El recuento normal de linfocitos en esta sustancia oscila entre 0 y 3 células / mm³.

FUNCIONES:

- Dado que baña al encéfalo y medula, protege de violencias físicas al SNC.
- Como el encéfalo casi «flota» en el cráneo debido al LCR, esta sustancia brinda sostén.
- Mantiene un ambiente químico óptimo para la transmisión neuronal eficiente.
- Es un medio de transporte de nutrientes entre la sangre y neuronas. También lleva sustancias de desecho en sentido contrario].²¹

FORMACION DEL LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

El líquido cefalorraquídeo se forma principalmente en los plexos coroideos de los ventrículos laterales, tercero y

cuarto parte de él se origina en las células ependimarias que revisten los ventrículos y en la sustancia encefálica a través de los espacios perivasculares.

El LCR es producido en un 70% en los plexos coroideos de los cuatro ventrículos cerebrales, sobre todo los laterales y 30% en el epéndimo a razón de 0.35 ml/ minuto ó 500 ml/día. Un adulto tiene 150 ml de éste y se renueva cada 3 ó 4 horas. La eliminación del líquido cefalorraquídeo se lleva a cabo a través de las vellosidades aracnoideas, proyección de las células de la aracnoides sobre los senos vasculares que alberga la duramadre. Estos senos desembocarán directamente en el torrente sanguíneo. En la región más anterior del cerebro está el espacio subaracnoideo de los lóbulos olfatorios, que se continúa con un espacio alrededor de los nervios olfatorios (por lo tanto, queda muy cerca de la mucosa olfatoria y del espacio aéreo de la nariz). Desde esta región pasa a los ganglios linfáticos. El fluido cerebroespinal está compuesto por: sodio, potasio, calcio, cloro, sales inorgánicas (fosfatos) y componentes orgánicos (glucosa).²² Gráfico 10-8

CIRCULACIÓN

La circulación del líquido cefalorraquídeo comienza con su secreción desde los plexos coroideos en los ventrículos y su producción desde la superficie del encéfalo. El líquido pasa desde los ventrículos laterales, continúa hacia el tercer ventrículo

por el agujeros de Monro (agujeros interventriculares) y luego transcurre por el acueducto cerebral (acueducto de Silvio) (acueducto del mesencéfalo) hasta el cuarto ventrículo. Desde allí fluye, a través de un conjunto de orificios, uno central (agujero de Magendie) y dos laterales (agujeros de Luschka), que ingresan en la cisterna magna, un gran depósito de líquido ubicado por detrás del bulbo raquídeo y por debajo del cerebelo.

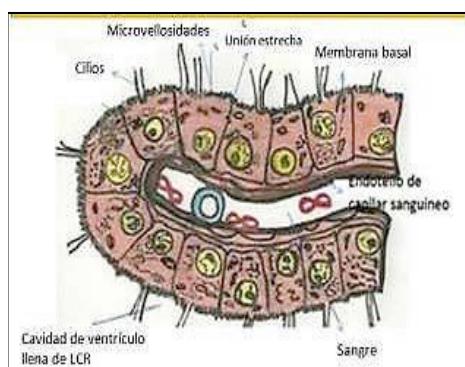


Figura 10.8. Circulación del líquido cefalorraquídeo

Todas las superficies ependimarias de los ventrículos y las membranas aracnoideas secretan cantidades adicionales de líquido y una pequeña cantidad proviene del propio encéfalo, a través de los espacios perivasculares que rodean los vasos sanguíneos que ingresan en el encéfalo.

La cisterna magna se continúa con el espacio subaracnoidal que rodea todo el encéfalo y la médula espinal. Luego, casi todo el líquido cefalorraquídeo fluye a través de este espacio hacia el cerebro. Desde los espacios subaracnoides cerebrales, el líquido fluye en las múltiples

vellosidades o granulaciones aracnoideas que se proyectan en el gran seno venoso sagital y otros senos venosos.

Por último, se vacía en la sangre venosa a través de las superficies de las vellosidades. Gráfico 10-9

ABSORCION

La absorción del LCR se da en las vellosidades aracnoideas que se continúan con los senos venosos durales, estas vellosidades actúan como válvulas unidireccionales que permiten la salida del LCR hacia el espacio vascular pero no a la inversa; cuando la presión venosa se incrementa a niveles superiores a los del LCR, se cierra y por tanto la sangre no puede ingresar al LCR, en cambio si la presión del líquido cefalorraquídeo es mayor, las válvulas se abren permitiendo la salida del líquido hacia los senos venosos.

Al ser el cráneo una cavidad cerrada, sus componentes internos (encéfalo, sangre y LCR) deben permanecer constantes, pues un incremento en cualquiera de estos sólo podría darse a expensas de los demás. La hidrocefalia que es el incremento en el volumen del LCR puede ser ocasionado por un aumento en su producción, obstrucción del flujo o por absorción inadecuada; aunque generalmente se da por obstrucción del sistema ventricular.

Parte del líquido cefalorraquídeo probablemente es absorbida en forma directa en las venas del espacio

subaracnoideo y parte posiblemente escapa a través de los vasos linfáticos perineurales de los nervios craneanos y espinales. Hay que tener en cuenta que la producción de LCR en los plexos coroideos es constante, la velocidad de absorción del líquido cefalorraquídeo a través de las vellosidades aracnoideas controla la presión del líquido cefalorraquídeo.²⁴ Gráfico 10-10

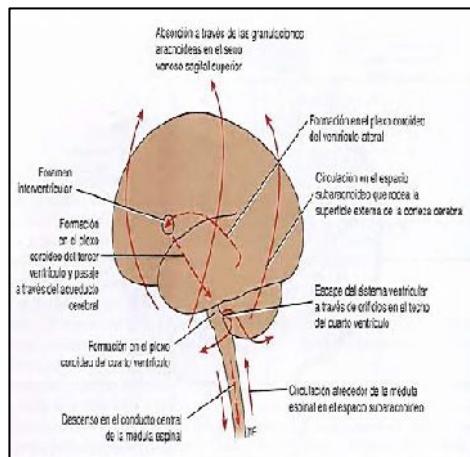


Figura 10.9. Circulación del Líquido Cefalo Raquídeo

EXTENSIONES DEL ESPACIO SUBARACNOIDEO

Un manguito de espacio subaracnoideo se extiende alrededor del nervio óptico hasta la parte posterior del globo ocular. Aquí la aracnoides y la piamadre se fusionan con la esclerótica. La arteria y la vena central de la retina cruzan esta extensión del espacio subaracnoideo para entrar en el nervio óptico y pueden ser comprimidas en los pacientes que sufren hipertensión intracraneana.

También hay pequeñas extensiones del espacio subaracnoideo alrededor de otros nervios craneanos y espinales. Es allí donde puede haber cierta comunicación con el espacio subaracnoideo y los vasos linfáticos perineurales.²⁵ Gráfico 10-11



Figura 10.10. A Corte coronal del seno sagital superior que muestra una granulación aracnoidea. B Vista amplificada de una granulación

Límites laterales

La parte caudal de los límites laterales están formado por el pedúnculo cerebeloso inferior y la parte craneana está formada por el pedúnculo cerebeloso superior.²⁶

Gráfico 10-12

Techo o pared posterior.

El techo conforma de carpa se proyecta en el cerebelo. La parte superior está formado por los límites mediales de los pedúnculos cerebelosos superiores y una lámina conectora de sustancia blanca denominada velo medular superior y la parte inferior del techo está formado por el velo medular inferior.

Esta parte del techo está perforada en la línea media por un gran orificio, el orificio mediano o agujero de Magendie. Los recessos laterales se extienden lateralmente alrededor de los costados del bulbo y se

abren anteriormente como los orificios laterales del cuarto ventrículo o agujeros de Lushka. Grafico 10-13, 10-14

Piso o fosa romboidea

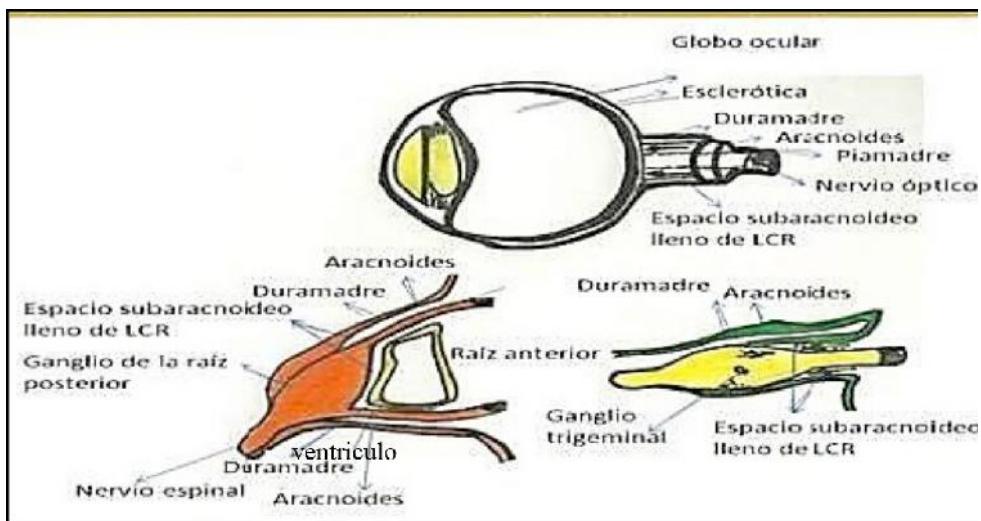


Figura 10.11. Recorrido del L.C.R, Nervio óptico, nervio espinal, nervio trigeminal

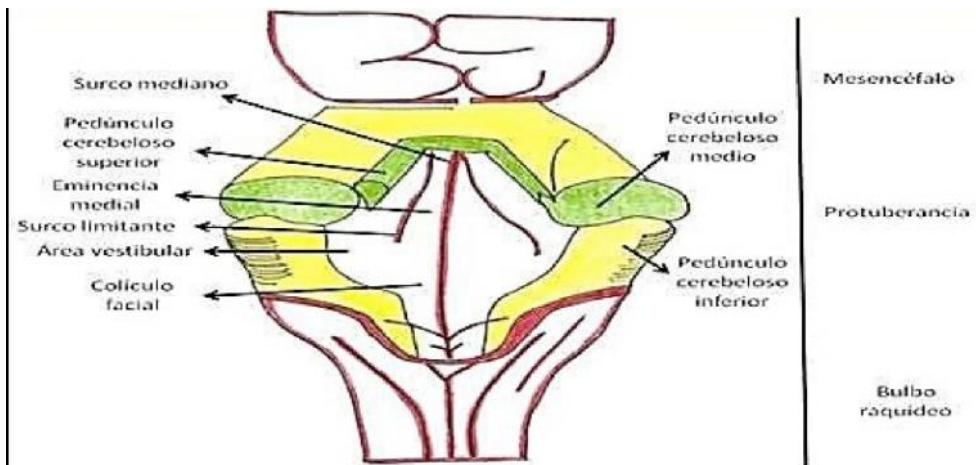


Figura 10.12. Esquema de la superficie posterior del tronco encefálico donde se muestra el piso del 4to

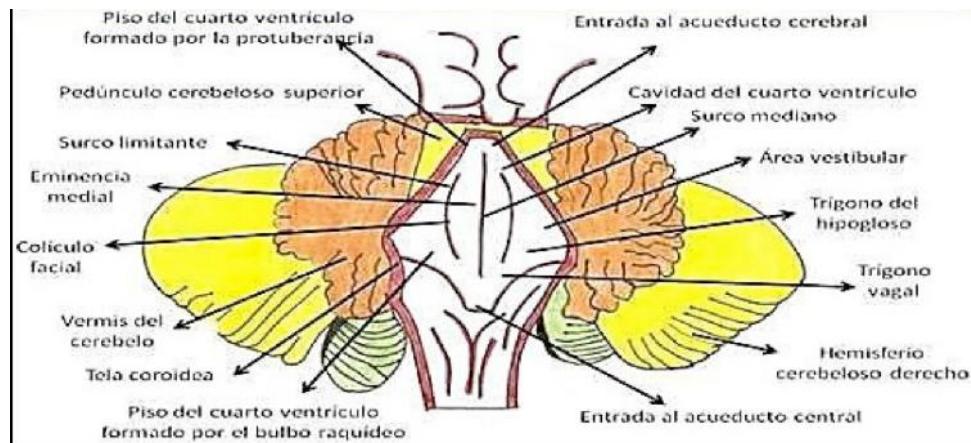


Figura 10.13. Vista posterior de la cavidad del 4to ventrículo

El piso está formado por la superficie posterior de la protuberancia y la mitad craneana del bulbo raquídeo. El piso está dividido en mitades simétricas por el surco mediano, a cada lado de este surco hay una elevación, la eminencia medial que está lateralmente limitada por otro surco, el surco limitante. Por fuera del surco limitante hay un área conocida como área vesicular. Gráfico 10-12, 10-14

El colículo facial es un engrosamiento leve en el extremo inferior de la eminencia medial que es producido por las fibras provenientes del núcleo motor del nervio facial que forman un asa sobre el núcleo del nervio abducens.

Bandas de fibras nerviosa, las estrías medulares derivadas de los núcleos arqueados. Por debajo de la estría medular deben reconocerse las siguientes características el piso del ventrículo.

BARRERA HEMATOENCEFALICA (BHE)

Se encuentra medial el trígono del nervio hipogloso que indica la posición del núcleo del nervio hipogloso subyacente. Por fuera se encuentra el trígono del nervio vago.

La Barrera Hematoencefálica es un término más bien funcional que anatómico.

Proporciona estabilidad al Sistema Nervioso Central, y por ende hace que funcione con normalidad.

Se refiere a la filtración selectiva de compuestos que pasan de la sangre al Sistema Nervioso Central. Las células endoteliales cerebrales conforman una barrera celular entre la sangre y el espacio intersticial, la denominada BHE, la que permite mantener estable la composición del líquido intersticial, indispensable para un adecuado funcionamiento neuronal.

Tabla 10-1



Figura 10.14. Ilustración de la Médula Espinal (liberación de b-endorfinas).

Concepto	Membrana semipermable de baja permeabilidad a moléculas hidrosolubles e iones, en ella existe transporte activo para ciertas sustancias como; aminoácidos y glucosa.
Localización	Su estructura básica está localizada en las células endoteliales de los capilares encefálicos.
Constitución	La luz del capilar sanguíneo está separada de los espacios extracelulares que rodean las neuronas por; <ol style="list-style-type: none"> 1) Células endoteliales de la pared del capilar. 2) Membrana basal continua, que rodea el capilar por fuera de las células endoteliales. 3) Prolongaciones pediculadas de los astrocitos, que se adhieren a la superficie externa de la pared del capilar. <i>Gráfico 10-15</i>
Función	Mantener una composición estable del medio extracelular en el tejido nervioso.

Tabla 10.1 Barrera hematoencefálica

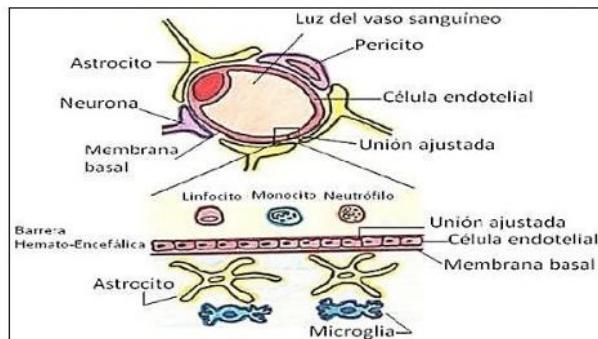


Figura 10.15. Vista lateral de un capilar sanguíneo del SNC

La Barrera Hematoencefálica no es la misma en todas partes, de hecho en las áreas donde está ausente la barrera el endotelio capilar contiene fenestraciones a través de los cuales pueden pasar proteínas y pequeñas moléculas, desde la sangre hacia el tejido.²⁹ Gráfico 10-16

Los principales, a los que no posee Barrera Hematoencefalica incluyen: 1.- La Hipófisis posterior, 2.-La Eminencia media, 3.- El Área Postrema, 4.- La Glándula Pineal, 5.-El Receso preóptico³⁰.

BARRERA HEMATORRAQUIDEA

Hay pasaje libre de agua, gases (monóxido de carbono) y sustancias liposolubles (Alcohol) desde la sangre hacia el líquido cefalorraquídeo. Las macromoléculas, como las proteínas y muchas hexosas, no pueden entrar en el líquido cefalorraquídeo³¹. Gráfico 10-17

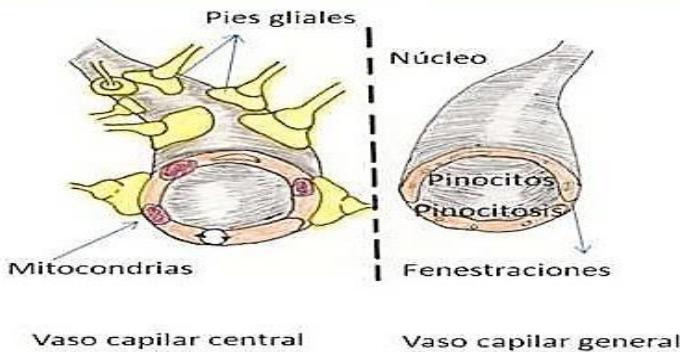


Figura 10.16. Diferencia entre vaso capilar central y general

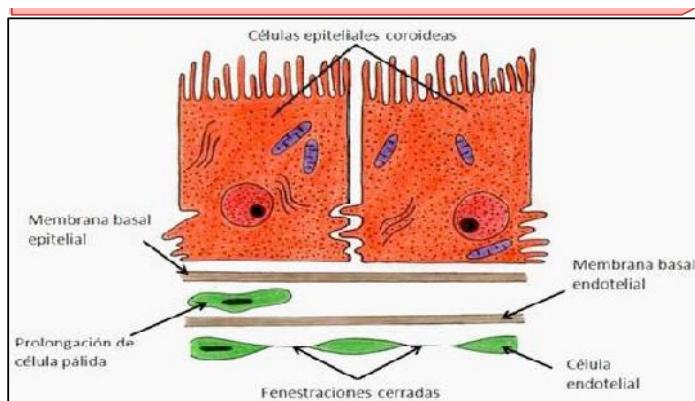


Figura 10.17. Corte de una vellocidad del plexo coroideo

ESTRUCTURA

Una vellosidad de un plexo coroideo vista en un microscopio electrónico, nos enseña que la luz de un capilar sanguíneo está separada de la luz de un ventrículo por las siguientes estructuras.³²

- 1) Células endoteliales, que están frenestradas y tienen paredes finas.
- 2) Membrana basal que rodea el capilar por fuera de las células endoteliales.
- 3) Células pálidas dispersas con prolongaciones aplanadas
- 4) Membrana basal continua con la que se apoya
- 5) Células epiteliales coroideas

Es probable que las uniones estrechas entre las células epiteliales coroideas sirvan de barrera.

INTERFASE LIQUIDO CEFALORRQUIDEO-ENCEFALO

Las estructuras que separan el líquido cefalorraquídeo del tejido nervioso, se deben examinar tres sitios:

- 1) Superficie cubierta con piamadre del encéfalo y la médula espinal.
- 2) Extensiones perivasculares del espacio subaracnóideo en el tejido nervioso.
- 3) Superficie ependimaria de los ventrículos

La superficie del encéfalo cubierta por la piamadre consiste en una capa dispuesta de células piales que descansan sobre una membrana basal (vea Gráfico 10-18).

10-18). Encontraremos por debajo de la membrana basal prolongaciones pediculadas de los astrocitos. No existen uniones intercelulares entre las células piales adyacentes o entre los astrocitos adyacentes, los cuales los espacios extracelulares del tejido nervioso están en continuidad.

Las prolongaciones del espacio subaracnóideo en el tejido Espinal (liberación de bendorfinas) nervioso central termina por debajo de la superficie del encéfalo, donde produce fusión de la cubierta externa del vaso sanguíneo con la cubierta pial del tejido nervioso. Recordaremos que la superficie ventricular del encéfalo esta cubierta por células ependimarias cilíndricas con uniones estrechas localizadas.

Encontramos canales intercelulares que permiten una comunicación libre entre la cavidad ventricular y el espacio neuronal extracelular.³³

FUNCIONES DE LAS BARRERAS

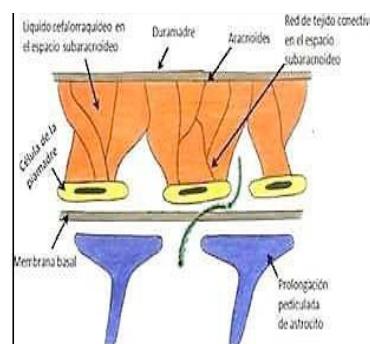


Figura 10.18. - Superficie del encéfalo cubierta por la piamadre consiste en una capa dispuesta de células piales que descansan sobre una membrana basal

Taller

1.- Mediante un gráfico explique la Circulación del Líquido Cefalorraquídeo :

2.- Qué son los Órganos Circunventriculares . Cuántos son Gráfico y Función:

.- Que son las Cisternas Subaracnoideas . Cuántas son Gráfico y Función:

Referencia Bibliográfica

1. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 484). Buenos Aires: Panamericana.
2. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1003). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
3. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 484). Buenos Aires: Panamericana.
4. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1004). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
5. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 487). Buenos Aires: Panamericana.
6. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard,
7. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 486-487). Buenos Aires: Panamericana.
8. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 487). Buenos Aires: Panamericana.
9. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 487). Buenos Aires: Panamericana.
10. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 274). Buenos Aires: Panamericana.
- 188
11. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 487). Buenos Aires: Panamericana.
12. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 488). Buenos Aires: Panamericana.

- 501). Buenos Aires: Panamericana.
32. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 501). Buenos Aires: Panamericana.
33. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 502-503). Buenos Aires: Panamericana.
34. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 503). Buenos Aires: Panamericana.

Otras referencias

- Rouviére Henri, Delmas André. Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. 11º. Edición. París.
- Masson, 439p. Tomo 4, Colecciones 4 Tomos.
- Crossman, A. R. Neuroanatomía Texto y Atlas en Color. 3ª Edición. Barcelona, España: Elsevier Masson, 2007. 183p. ISBN edición Original: 0-443-10036-5
- C. B. Correia, Luiz Gustavo. Atlas de Neuroanatomía Macroscópica y Estructura.
- Román Arana, Iñiguez; A. Rebollo, María. Neuroanatomía. 7ª Edición. Buenos Aires: Intermedica, 1979. 175p

Irrigación del Sistema Nervioso Central

GENERALIDADES DE LA VASCULARIZACIÓN DEL CEREBRO

El Sistema Nervioso Central del hombre recibe el 15% del débito cardíaco. El flujo es transportado al encéfalo por cuatro troncos arteriales: dos arterias carótidas internas y dos arterias vertebrales. El cerebro es irrigado por dos tipos de arterias:

-Grandes arterias de conducción que se extienden desde la superficie inferior del cerebro hacia las superficies laterales de los hemisferios, tronco encefálico y cerebelo.

-Las arterias perforantes que se originan de las arterias de conducción y penetran al parénquima cerebral para irrigar áreas específicas.

El flujo sanguíneo cerebral no es igual en todo el cerebro, es mayor en la sustancia gris. También es mayor en las áreas que se están utilizando en momento. Por lo tanto el flujo depende de la actividad cerebral. También disminuye en el sueño, pero permanece durante todo el tiempo.

Demanda sanguínea cerebral:

Un cerebro humano adulto necesita como promedio unos 150 g. de glucosa y 72 litros de oxígeno cada 24 h.

Consumo el 20% del oxígeno sanguíneo, para lo que necesita el 15% del gasto cardíaco. Estas exigencias metabólicas se satisfacen mediante el aporte aproximado de 800 ml. de sangre arterial por minuto, de los cuales, 600 ml. entran por el territorio carotídeo y 140 ml. por el vértebrobasilar.

Descensos temporales de flujo regional por debajo de 20- 25 ml./min./100 g. detienen la función neuronal (déficit neurológico transitorio). La disminución del flujo por debajo de 10 ml./min./100 g. origina lesiones neuronales irreversibles.

SISTEMA VENTRICULAR

[El sistema ventricular se encuentra ubicado dentro de los hemisferios cerebrales. Está conformado por estructuras derivadas del tubo neural, recubiertas por epéndimo

conocidas como ventrículos.

En su interior contienen líquido cerebroespinal, un líquido obtenido de la filtración del plasma a nivel de los plexos coroideos. Existe 4 ventrículos, dos laterales, un tercero y cuarto ventrículos.

El tercer ventrículo se conecta al cuarto ventrículo con el acueducto cerebral o de Gran parte de las patologías del SN se deben a problemas vasculares. Los problemas vasculares son los siguientes: ACV, Isquemia, Infarto cerebral.

Aporte sanguíneo cerebral:

La principal fuente de aporte sanguíneo al cerebro procede de dos sistemas arteriales que reciben sangre de distintas arterias:

a) Sistema arterial anterior: La circulación anterior la proporcionan las arterias carótidas internas que aportan el 70% de la irrigación cerebral (dos

tercios anteriores de los hemisferios cerebrales).

b) Sistema arterial posterior: La circulación posterior o vértebrobasilar la proporcionan las arterias vertebrales que aporta el 30% de la irrigación cerebral (tercio posterior de los hemisferios cerebrales, gran parte de los tálamos, tronco encefálico y cerebelo).

Estructura	Irrigada por
Bulbo	▪ Arterias vertebral y espinelas
Protrusionia	▪ Arteria basilar
Mesencipro	▪ Arteria cerebral posterior
Cerebro	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cerebelar posterior inferior (rama de arteria vertebral) ▪ Cerebelar anterior inferior (rama de la basilar) ▪ Cerebelar posterior (rama de la basilar)

Tabla 11.1. Arterias que irrigan a las principales estructuras del encéfalo

VASCULARIZACIÓN DEL CEREBRO

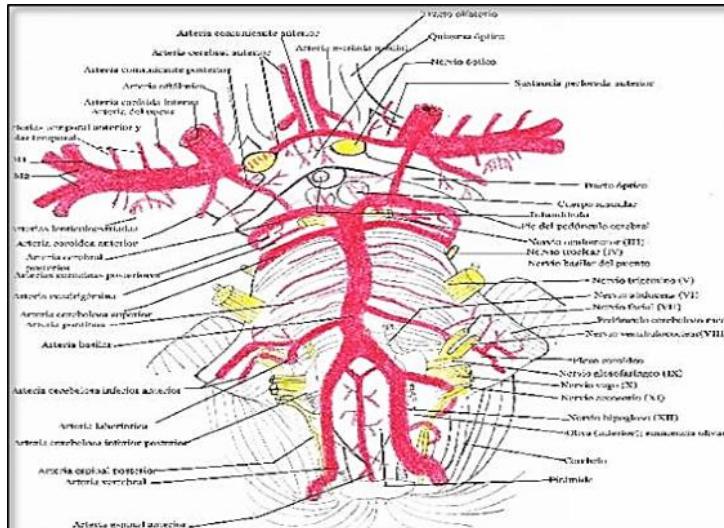


Figura 11.1. Esquema de la irrigación del encéfalo

Ramas que nacen del cayado de la aorta:

- Tronco braquiocefálico arterial, que se divide en 2 ramas terminales:

- Arteria Carótida Primitiva Derecha:

Arteria carótida externa y arteria carótida interna.

- Arteria subclavia derecha:

Arteria Vertebral Derecha.

- Arteria Carotidea Primitiva Izquierda:

- Arteria Carótida Interna Izquierda
- Arteria Carótida Interna Derecha
- Arteria Subclavia Izquierda
- Arteria Vertebral Izquierda

Luego de las bifurcaciones del cayado

de la aorta, 4 arterias de estas arterias son las que vascularizan el cerebro conformados por dos sistemas vasculares.

- Anterior : Sistema carotideo Ambas arterias Carótidas Internas

- Posterior: Sistema vertebral Ambas Arterias Vertebrales

Las anastomosis entre los dos sistemas arterias carótidas internas y dos arterias vertebrales, conformado por la arteria comunicante anterior, cerebral anterior, comunicante posterior y cerebral posterior contribuyen a formar el Polígono de Willis.¹

POLÍGONO DE WILLIS

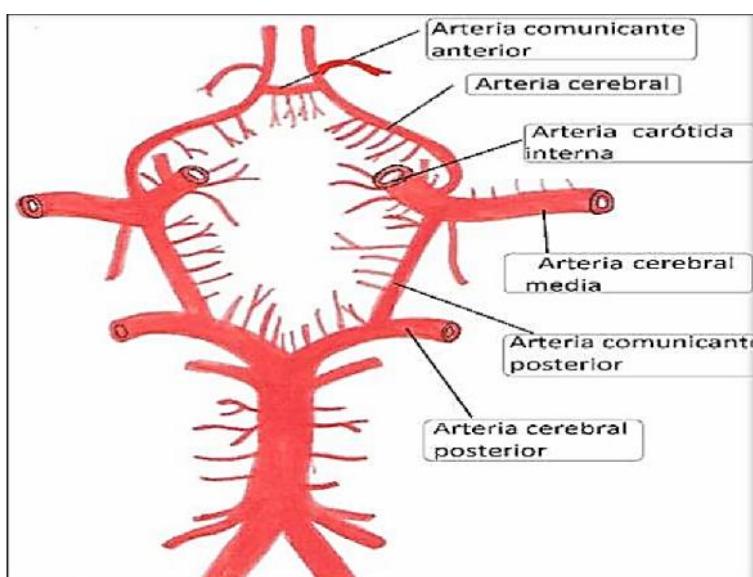


Figura 11.2. Esquema de la irrigación del encéfalo

Ubicación:

Se ubica en la fosa interpeduncular en la base del cerebro, se extiende desde el borde superior del puente hasta la cisura longitudinal, entre los hemisferios cerebrales. El círculo arterial rodea al quiasma óptico, el infundíbulo y los cuerpos mamilares.

- Ramas centrales que perfunden los ganglios basales.
- Ramas corticales irrigan las porciones superficiales del encéfalo.

Constitución:

Está formado por las anastomosis entre dos arterias carótidas internas y dos arterias vertebrales. Las arterias comunicante anterior, cerebral anterior, comunicante posterior y cerebral posterior contribuyen a formar el polígono.

Delimitación:

Este polígono se encuentra delimitado por delante por las arterias cerebrales

anteriores anastomosadas por la arteria comunicante anterior, por detrás por las arterias cerebrales posteriores y por los lados por las arterias comunicantes posteriores.²

Importancia:

Controla la conducta del SNC: Es el armazón del pensamiento y esquemática para poder expresar y explicar las necesidades.

Función:

El polígono de Willis permite que la sangre que entra por las carótidas internas y el tronco basilar (a través de las arterias vertebrales) se distribuya a cualquier parte de ambos hemisferios cerebrales.

IRRIGACION DE LOS HEMISFERIOS CEREBRALES

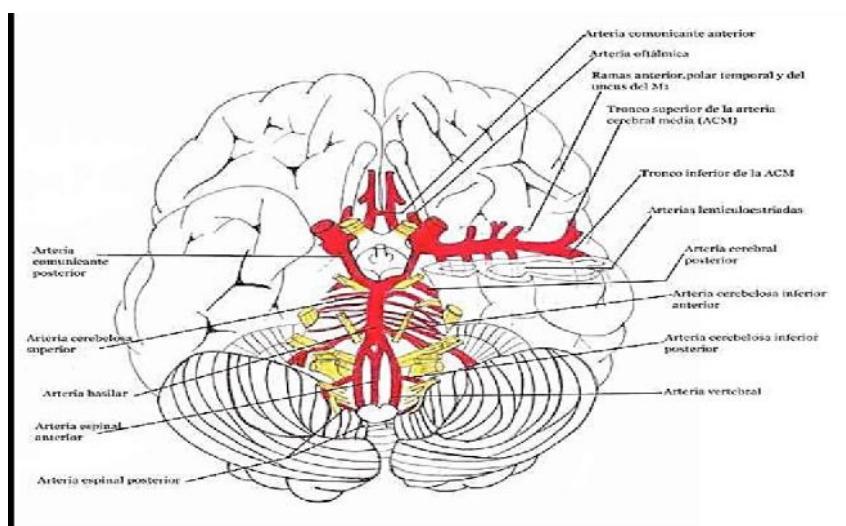


Figura 11.3. Esquema de la irrigación del encéfalo en una vista basal donde podemos ver las ramas de la irrigación

Los hemisferios cerebrales se encuentran irrigados a partir de tres troncos arteriales:

Irrigación Anterior

Arteria Carótida Interna:

Nace: Nace aproximadamente al nivel de la tercera vértebra cervical, o en el borde superior del cartílago tiroides, cuando la carótida común se bifurca en esta arteria

Recorrido: Desde su origen luego asciende algo oblicua hacia atrás a la región carotídea superior, luego atraviesa el espacio retroestíleo; penetra en el conducto carotídeo (porción intrapetrosa) y describe aquí dos codos que la llevan encima del agujero rasgado anterior en la cavidad craneal. Dentro del cráneo, tiene un trayecto intradural en el interior del seno cavernoso.² Termina en la apófisis clinoides anterior, dividiéndose en ramas terminales muy divergentes.

Irriga: oído medio, cerebro, glándula pituitaria, órbita y plexo coroideo

Ramas colaterales:

Arteria oftálmica, arteria hipofisaria, arteria comunicante posterior, arteria coroidea anterior.

Ramas terminales:

Arteria cerebral media, arteria cerebral anterior.³

Ramas Colaterales de Arteria Carótida Interna

Arteria Oftálmica

Nace:

Nace por dentro de las apófisis clinoides anteriores

Recorrido:

Luego Penetra en la órbita por el conducto óptico, y por debajo y por fuera del nervio óptico⁴ da numerosas colaterales en el interior de la órbita, terminando en el ángulo interno del ojo mediante la arteria angular.

Irriga: Músculos extraoculares

Ramas colaterales:

Arteria lagrimal, arteria central de la retina, arteria supraorbitaria, arteria supratroclear; arterias ciliares cortas posteriores, arterias ciliares largas posteriores, arteria muscular superior, arteria muscular inferior, arteria etmoidal posterior, arteria etmoidal anterior, arteria palpebral superior, arteria palpebral inferior.

Ramas terminales:

Nasal, frontal.

Arteria Hipofisaria Inferior:

Irriga:

Lóbulo posterior de la hipófisis , senos cavernosos, III- IV-V-VI pares craneal.

Arteria Comunicante Posterior:

Conectan: Establecen conexiones entre la arteria cerebral posterior y la arteria carótida interna.⁵

Ramas Terminales de Arteria Carótida Interna

Arteria Cerebral Media:

Nace: En la arteria carótida interna.

Recorrido: Se desprende de la arteria carótida interna, se introduce en la cisura de Silvio. Tiene dos ramas principales, una rama basilar, que va a irrigar parte

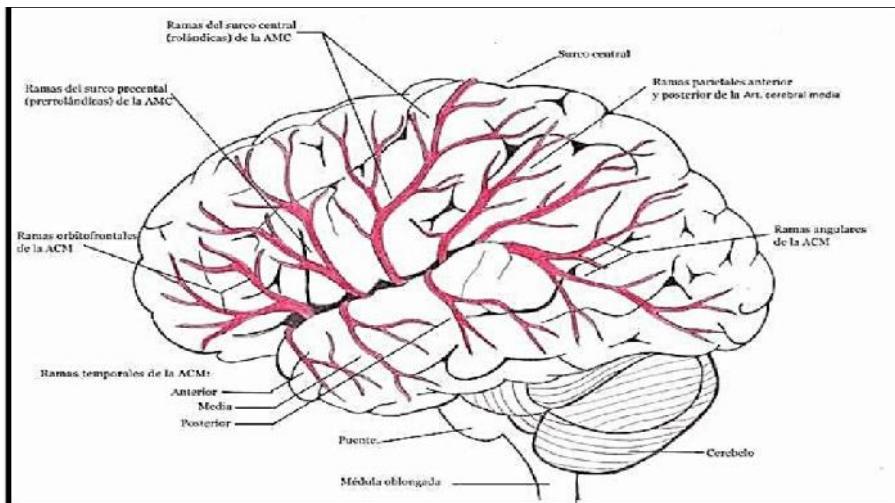


Figura 11.4. Vista de la cara externa lateral del encéfalo en donde se aprecian las ramas de la Arteria Cerebral Media que va a estar encargada de irrigar esta zona.

del núcleo caudado y del tálamo. Una de las ramas distales de la rama basilar es la que frecuentemente causa la hemorragia cerebral de Charcot. Las ramas de la porción cortical van a irrigar gran parte de la corteza cerebral.⁸

Irrigación: La porción de la corteza motora y sensitiva primaria (y de asociación) correspondiente a la extremidad superior, cara, lengua y parte de la extremidad inferior; Área de Broca; Corteza Prefrontal; Corteza Auditiva 1^a y de Asociación (incluso Wernicke); Corteza de Asociación Principal (Giros Supramarginal y Angular)

Ramos colaterales:

- Ramos centrales o basales.⁹
- arterias lenticulares
- arterias lenticulópticas
- arterias lenticuloestriadas.
- Ramos corticales.¹⁰
- arteria frontal inferior

- arteria precentral
- arteria rolándica
- arteria prerolándica
- arteria parietal anterior
- arteria parietal posterior
- arteria temporal anterior
- arteria temporal posterior.

Ramas terminales:

- arteria angular

Clínica: Oclusión de las arterias colaterales ocasiona un accidente cerebro vascular el cual causa hemiplejía. Hemiplejía extensa, con afasia motora si la lesión es izquierda, Parálisis o Paresia contralateral, Hipoestesia variable de la hemicara, extremidad superior e inferior contralateral, Cambios en la actitud mental y personalidad.

Colaterales de la Arteria Cerebral Media

Ramas corticales:

Recorrido: Cara basal y atraviesa la sustancia. Perfora anterior.

Irrigación: Zona del núcleo lenticular, porción superior del brazo antero posterior de la capsula interna, región posterior del núcleo caudado.

Ramos corticales:

Recorrido: Piamadre sobre hemisferio cerebral y cisura lateral lóbulo de la ínsula, lóbulo frontal.

Irrigación: -Tres áreas corticales: centro lenguaje de la recepción auditiva, área somestética, porciones mayores del centro de proyección motora.

Nace: Origina en la arteria carótida interna.

Recorrido: La arteria cerebral anterior pasa por encima del quiasma óptico para llegar a la cara medial del hemisferio cerebral. Forma un arco alrededor de la rodilla del cuerpo calloso, cerca de la arteria comunicante anterior, se ramifica dando la arteria estriada medial, también conocida como arteria recurrente de Heubner, contribuye a la vascularización de la cápsula interna, las ramas corticales de la arteria cerebral anterior irrigan cara medial del hemisferio y llegan hasta el surco parietooccipital.

Irriga: corteza orbitaria; corteza frontal; corteza parietal; cuerpo calloso; diencéfalo; cuerpo estriado; cápsula interna; plexo coroideo del ventrículo lateral.

Arteria Cerebral Anterior

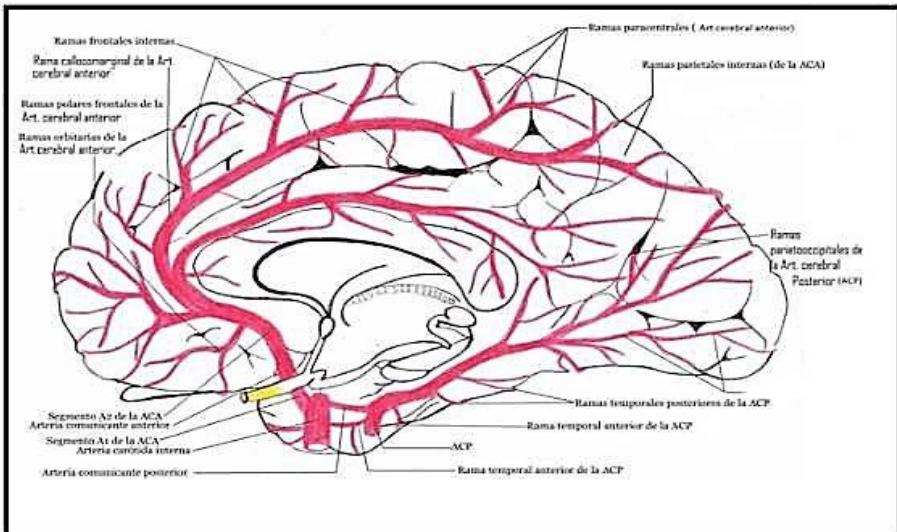


Figura 11.5. Vista de la cara medial del cerebro en donde se muestran las ramas de la Arteria Cerebral Anterior encargada de irrigar esta zona.

Ramas colaterales: ramas corticales (orbitarias), frontales (parietales), coroidea anterior, centrales (incluida la arteria interna del cuerpo estriado) y la arteria comunicante anterior del cerebro.

Ramas terminales: arteria pericallosa.

Clínica: La lesión de la cerebral anterior:

Hemiplejía crural Apraxia izquierda. La oclusión de las arterias cerebrales anteriores y de sus ramificaciones producen infarto de la superficie anteromedial de los hemisferios cerebrales, dando como resultado paraplejia de las extremidades inferiores y en menor grado en cara y manos, incontinencia, afasia abúlica y motora, y sintomatología del lóbulo frontal

(cambios de personalidad). La oclusión unilateral produce déficits sensoriales contralaterales, con implicación principal de la extremidad inferior y en menor medida de la cara y las manos, tal y como podemos comprobar en el humúnculo motor.

Irrigación Posterior

Arteria Vertebral:

Nace: Se originan de la arteria subclavia

Recorrido: Ascienden por los agujeros transversos de las seis vértebras cervicales, pasa el orificio magno, atraviesa la

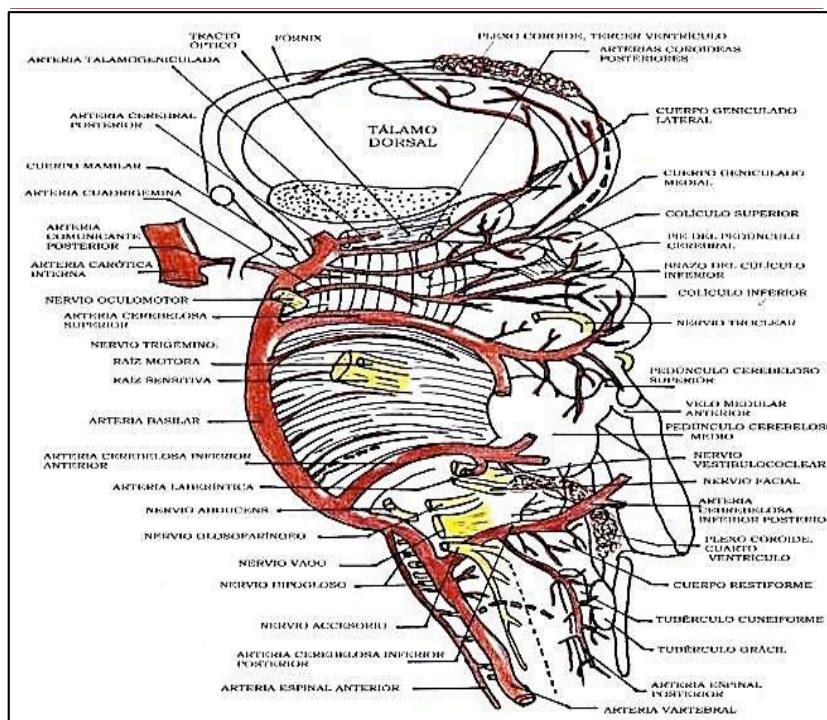


Figura 11.6. Esquema de la irrigación del encéfalo en una vista lateral

duramadre y aracnoides para entrar al espacio subaracnoideo, luego se une con la contralateral para formar la arteria basilar, que se divide en las arterias cerebrales posteriores.¹¹

Irriga: Todas las ramas primarias de la arteria vertebral y basilar se ramifican para irrigar el tronco del encéfalo.

Ramas colaterales:- Arteria cerebelosa postero-inferior, arteria espinal, arteria bulbar, arteria meníngea posterior.

Ramas terminales:

-tronco basilar Ramas Colaterales

Arteria Espinales:

Arteria Espinal Anterior:

Recorrido: Se forma de la unión de una rama contribuyente de cada arteria vertebral cerca de su terminación .La arteria única desciende en la cara anterior del bulbo raquídeo y la médula espinal y está incluida en la piamadre a lo largo del surco medio anterior. La arteria es reforzada por arterias radiculares que entran en el conducto raquídeo a través de los agujeros intervertebrales.¹²

Irrigación: Médula oblongada anterior.

Arteria Espinales Posterior:

Recorrido: puede originarse en la arteria vertebral o en la arteria cerebelosa posteroinferior. Desciende sobre la cara posterior de la médula espinal cerca de las raíces posteriores de los nervios espinales.

Las ramas están reforzadas por las arterias radiculares que entran en el conducto raquídeo a través de los agujeros intervertebrales.¹³

Irrigación: Medula oblongada anterior.

Arteria Cerebelosa Posteroinferior:

Recorrido: Es la rama más grande de la arteria vertebral, sigue un curso irregular entre el bulbo raquídeo y el cerebelo.

Irrigación: La cara inferior del vermis, los núcleos centrales del cerebelo y la cara inferior del hemisferio cerebeloso; también irriga el bulbo raquídeo y el plexo coroideo del cuarto ventrículo.¹⁴

Ramas Terminales: Tronco Basilar:

Nace: Se originan por unión de las dos arterias vertebrales y se extiende hasta la unión pontomesencefálica donde se divide en las arterias cerebrales posteriores.¹⁵

Recorrido: La arteria basilar, formada por la unión de las dos arterias vertebrales, asciende en un surco en la cara anterior de la protuberancia. En el límite superior de la protuberancia se divide en las dos arterias cerebrales posteriores.¹⁶

Irriga: Tronco cerebral, cerebelo, partes vertebrales.

Ramas colaterales: Cerebelosa antero-inferior, auditivas, pontinas, cerebelosas superiores: irriga cara superior cerebelo.

Ramas terminales: Arterias cerebrales posteriores.

Ramas Colaterales del Tronco Basilar:

Arteria Cerebelosa Anteroinferior:

Recorrido: Se dirige hacia atrás y lateralmente e irriga las partes anterior e inferior del puente. Unas pocas ramas se dirigen a la protuberancia y la parte superior del bulbo raquídeo.

Irrigación: Irriga las partes anterior e inferior del puente, protuberancia y la parte superior del bulbo raquídeo.¹⁷

La arteria cerebelosa superior:
Recorrido: Se origina cerca de la terminación de la arteria basilar. Pasa alrededor del pedúnculo cerebral.

Irrigación: Irriga la superficie superior del cerebelo. También irriga la protuberancia, el cuerpo pineal y el velo medular superior.¹⁸

Arterias Pontinas:

Recorrido: Son numerosas ramas pequeñas que penetran al puente.

Irrigación: Todo el espesor de la parte medial del puente.¹⁹

Arterias Auditivas: (Laberíntica)

Recorrido: A menudo nace de la arteria cerebelosa anterior inferior, pero

ocasionalmente emerge directamente de la arteria basilar.

Es una arteria larga y estrecha que acompaña a los nervios facial y vestibulococlear en el conducto auditivo interno, donde se divide en dos ramas: una irriga la cóclea y la otra el laberinto.²⁰

Ramas Terminal del Tronco Basilar: Arteria Cerebral Posterior:

Nace: Se origina en la arteria basilar.²¹ Luego se curva lateralmente y hacia atrás alrededor del mesencéfalo y se une con la rama comunicante posterior de la arteria carótida interna

Ramas perforantes:

- **Talamoperforantes:** Irrigan al

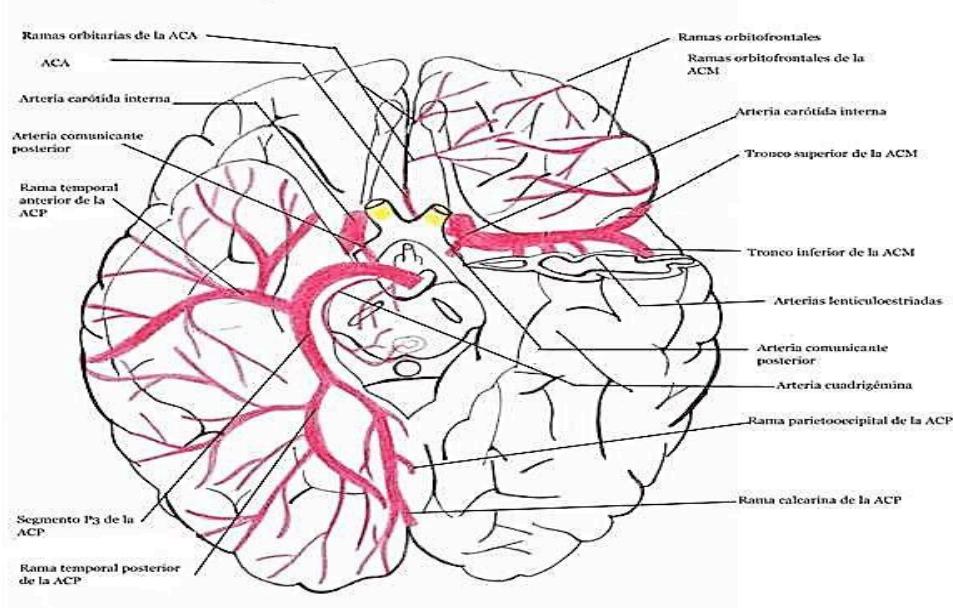


Figura 11.7. Vista basal de las arterias que irrigan esta zona

tálamo en su región basal y medial, al pie del pedúnculo, a la parte posterior del tálamo, al subtálamo, la región pretectal, la sustancia negra, el núcleo rojo y la región de los núcleos de los nervios craneales III y IV.²²

- Talamogeniculadas: Irrigan los cuerpos geniculados.²³

Rama circunflejas:

- Circunflejas cortas: Irrigan los cuerpos geniculados, mesencéfalo.
- Circunflejas largas Irrigan la lámina cuadrigemina.

Coroideas posteriores:

- Coroidea posteromedial: Irrigan los plexos coroideos, fundamentalmente a los del III ventrículo
- Coroidea posterolateral : Irrigan los plexos coroideos de los ventrículos laterales y al brazo occipital de la cápsula interna].²⁴

Corticales:

- Temporal inferior: Irrigan el polo temporal.
- Arteria hipocampica.
- Arteria parietooccipital: Irrigan el polo parietooccipital.
- Arteria calcarina: irriga las áreas visuales].²⁵

Arteria esplenial: Irrigan el esplenio del cuerpo calloso.²⁶

Clínica: Una lesión en la arteria cerebral media puede causar trastornos visuales, trastornos sensitivos.

SEÑOS VENOSOS

Vascularización venosa

Las venas son delicadas estructuras vasculares desprovistas de válvulas que efectúan el drenaje sanguíneo del cerebro. En su recorrido, perforan la aracnoides y se disponen en un desdoblamiento de la duramadre, para desembocar en los senos venosos.²⁷ Poseen una configuración errática y no siempre siguen el trayecto de las arterias.

La red venosa del encéfalo es sencilla pues si bien existen venas, lo más importante es la existencia de los senos venosos .Según la disposición de los senos podemos distinguir dos grupos:

- Senos sagitales impares:
- Seno Recto
- Seno Sagital Inferior Seno occipital
- Seno intercavernoso Seno Sagital

Superior

- Senos pares
- Seno Transverso Seno Petroso Superior Seno Sigmoides
- Seno Petroso Inferior Seno Cavernoso.

SEÑOS IMPARES

A nivel de la formación especial que tiene la meninge llamada la Hoz del Cerebro o False Cerebral vamos a tener dos senos que la recorren.

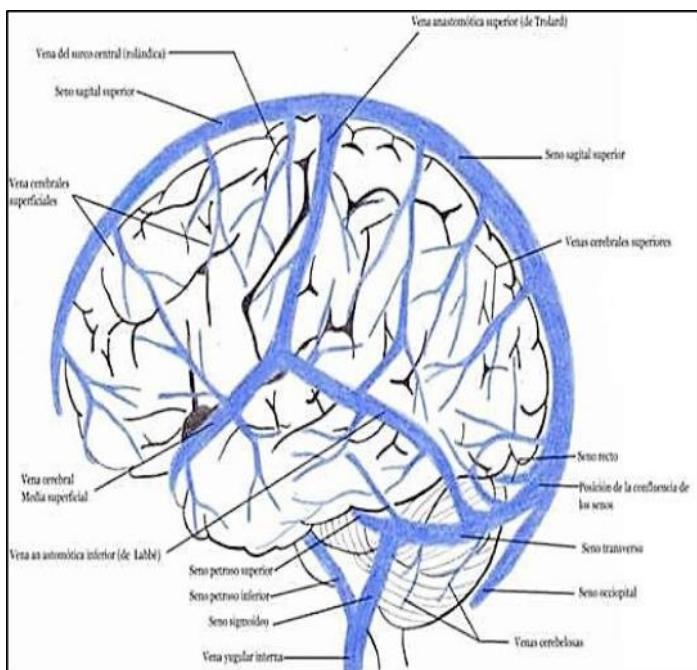


Figura 11.8. Vista lateral externa de los senos venosos que drenan el cerebro.

Seno Sagital Inferior:

- Recorre a la hoz por su circunferencia menor.
 - Se une a la vena cerebral magna para formar el seno recto.
 - Se dirige posteriormente en medio del tejido formado por la unión de la hoz del cerebro y la tienda del cerebelo, hasta vaciarse en a confluencia de los senos.
 - La sangre abandona la confluencia a través del seno recto

Seno Sagital Superior:

- Recorre a la hoz por su circunferencia mayor
 - Comienza anteriormente a la crista galli y se extiende sobre el cerebro entre ambos hemisferios, recibiendo la sangre de las venas cerebrales superiores.

- Termina vaciándose en la confluencia de los senos en la protuberancia occipital interna.
 - La sangre abandona la confluencia a través del seno transverso derecho
 - El seno sagital superior es uno de los senos más grandes y tiene mucha importancia porque él está conectado a través de pequeñas venas con el Diploe. Por lo tanto hay comunicación entre este seno y el diploe, y el diploe a su vez se comunica con el cuero cabelludo, por lo tanto allí hay venas emisarias que son capaces de conectar la superficie con este seno. Además este seno es un punto importante ya que aquí se reabsorbe el líquido cerebroespinal.

Seno Intercavernoso:

- A este seno llega el plexo basilar.

Este plexo basilar se extiende hacia caudal por sobre el Clivo y va a conectarse con los plexos vertebrales (espinales).

Seno Recto

• Se ubica en la unión de la Tienda del Cerebelo con la Falce Cerebral. De él:

- Llegan el: Seno Sagital Superior y el Seno Occipital; y Salen: los Senos Transversos

Por lo tanto la arteria cuando pasa por allí está sumida dentro de la sangre venosa del seno, y además va acompañada por el VI par craneano (abducente).

- En la pared lateral del seno cavernoso va pasando el III par craneano, el IV par craneano, V1 y V2.

• Por otro lado, la vena facial, cuando llega al ojo hace conexión con la vena oftálmica superior y con la vena oftálmica inferior, a su vez las venas oftálmicas van a unirse luego de salir de la órbita y van a drenar al seno cavernoso. Por lo tanto, aquí se produce una interrelación entre el sistema venoso externo de la cara con el sistema de drenaje interno, es decir, con el seno cavernoso. Esta área de nuestra cara está sometida a muchas posibilidades de infección, especialmente las "espinillas" que salen en la cara. La manipulación de estas espinillas puede traer como consecuencia una infección por *Stafilococcus aureus*, que puede entrar por vía sanguínea venosa, la cual al no tener válvulas, la sangre puede circular en ambos sentidos, haciendo que se produzca una tromboflebitis del seno cavernoso, que puede llevar incluso a una meningitis y muerte del paciente (triángulo de la muerte). Los primeros síntomas que tiene un paciente en esta situación son de los nervios oculares (VI, III, IV, la porción oftálmica del V), ya que la inflamación compromete esencialmente la pared del seno cavernoso.

Senos Transversos

- Avanza por el margen lateral de la tienda del cerebelo hasta alcanzar la

SEÑOS PARES**Senos Cavernosos:**

• Se ubican a ambos lados de la silla turca. Extendiéndose desde la fisura orbitaria superior hasta la porción petrosa del temporal.

- Ambos senos cavernosos drenan a través del seno temporal superior al seno sigmoide.

• Entre los dos senos cavernosos existe un seno llamado Seno Intercavernoso (es un seno impar).

• Este seno tiene una relevancia extraordinaria porque a través de él pasan las siguientes estructuras:

- Rama Oftálmica del Trigéminino
- Rama Maxilar Del Trigémino
- Nervio Oculomotor
- Nervio Abducente
- Nervio Troclear
- Arteria Carótida Interna.
- Por este seno se encuentra la arteria carótida interna con su sifón, es decir la porción cavernosa de esta arteria.

base de la pirámide petrosa, en donde gira inferiormente y pasa a denominarse seno sigmoide, al cual drena la sangre del seno petroso superior.

Seno Petrosos Superior

o Recibe drenaje de los dos senos muy importantes, los Senos Cavernosos.

Drenaje Final

- Toda la sangre que llega a la confluencia de los senos, que está justo a nivel del Inion (protuberancia occipital), sale de allí por los Senos Transversos, siguiendo un trayecto hacia adelante, cuando llega al margen posterior del peñasco dobla, introduciéndose hacia abajo, formando un seno que tiene una forma de S itálica llamado Seno Sigmoide, el cual llega definitivamente al Foramen Yugular

- Tras cruzar el foramen yugular el seno sigmoide pasa a denominarse Vena Yugular Interna.

Aspectos Clínicos

El sistema de drenaje venoso encefálico puede ser afectado por los siguientes elementos patológicos:

- La oclusión trombótica del seno sagital superior puede alterar la reabsorción del LCR, con el consecuente daño cerebral por hidrocefalia.

- La afección del hueso temporal puede generar una trombosis del seno transverso

- La oclusión de las venas cerebrales profundas o de la vena cerebral magna se asocia a encefalomalacia hemorrágica de estructuras profundas.

- La oclusión séptica o estéril del seno cavernoso afecta el drenaje venoso de la órbita, causando edema del tejido orbitario.

DRENAJE VENOSO

El sistema de drenaje venoso del encéfalo consta de un sistema superficial y de un sistema profundo. Ambos sistemas drenan a un sistema colector de senos venosos. Este sistema colector finalmente drena la sangre del encéfalo hacia las venas yugulares internas que dejan el cráneo a través de agujero yugular.

Una pequeña porción de la sangre abandona el cráneo a través de anastomosis entre los senos durales y venas del cuero cabelludo, venas diploicas y venas emisarias.

Debemos destacar además que las venas por lo general no acompañan a las arterias en su recorrido y se ubican en la superficie de los hemisferios cerebrales a diferencia de las arterias que se encuentran en la profundidad de las fisuras.

La sangre venosa abandona el encéfalo a través de 2 sistemas venosos:

Sistema venoso superficial o cortical

Sistema venoso profundo o central

Sistema Venoso Superficial

-Está compuesto por grandes venas superficiales que se agrupan de la siguiente manera:

Grupo Superior:

- Está conformado por las venas superiores:

V. Prefrontales, V. Frontales, V. Parietales y V. Occipitales

- Las venas de este grupo se dirigen hacia arriba sobre la superficie lateral del hemisferio cerebral y drenan en el seno sagital superior.

Grupo Medio: También denominado horizontal

- Está conformado por la vena cerebral media superficial que drena la superficie lateral del hemisferio cerebral.

- La gran vena cerebral media superficial va incluida en el espacio donde está la arteria cerebral media; este espacio se denomina Fosa Lateral del Cerebro.

- Discurre por debajo de la cisura lateral y drena al seno esfenoparietal y posteriormente al Seno cavernoso.

- La vena más prominente de este grupo es la Vena Anatomática Superior

de Trolard, ubicada en el surco central, interconecta los grupos de venas superior.

- Se interconecta con el grupo inferior por medio de la Vena Anatomática Inferior o de Labbe.

Grupo inferior:

- Está conformado por la vena cerebral media profunda.

- Drena la superficie inferior del hemisferio y la ínsula

- Se une con las venas cerebral anterior y del cuerpo estriado para formar la vena basal (de Rosenthal).

- Drena hacia el seno cavernoso y transverso.

Sistema venoso profundo

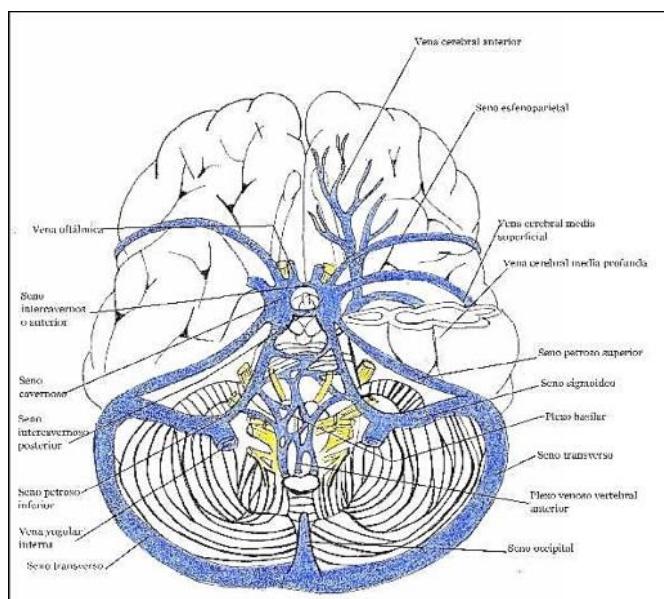


Figura 11.9. Vista basal de los senos que drenan el encéfalo

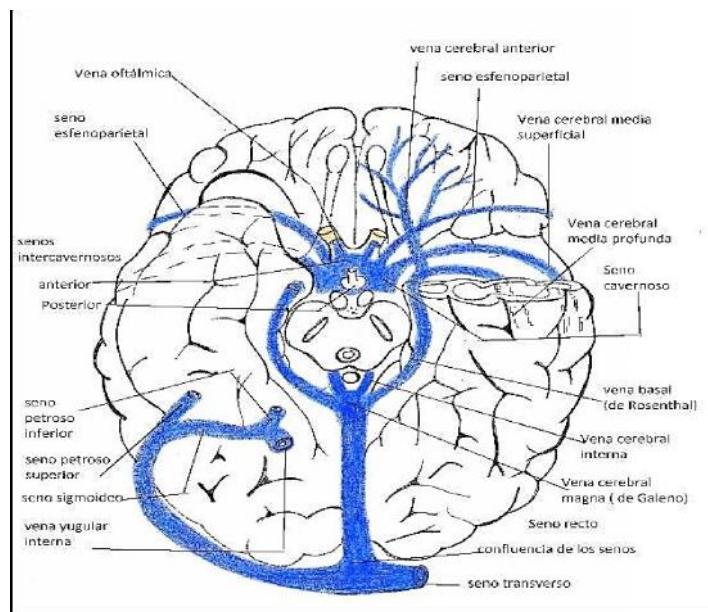


Figura 11.10. Vista basal del cerebro en donde se observan las venas cerebrales

Este sistema puede tener algunas ramas dirigidas hacia las venas superficiales, sin embargo, el sistema se vacía principalmente hacia venas ventriculares bastante grandes. Cerca del agujero interventricular, se unen un conjunto de venas (terminal o talamoestriada superior, septal anterior y, caudada anterior) para dar origen a dos venas cerebrales internas, que discurren posteriormente en la tela coroidea del tercer ventrículo y se unen por debajo del rodete del cuerpo calloso con las Venas Bales de Rosenthal, para formar la Vena Cerebral Magna (De Galeno), la cual drena en el seno recto (que se encuentra en la unión de la Tienda del Cerebelo con la Falce Cerebral). Es decir, este sistema está constituido por varias venas que drenan en 2 tributarias principales:

- Venas Cerebrales Internas
- Vena Basal (de Rosenthal)

Se forman por la unión de un conjunto de venas:

- La vena coroidea superior : Está constituida a lo largo de todo plexo coroideo del ventrículo lateral hasta llegar al agujero interventricular. Recibe ramas procedentes del hipocampo, el fórmix y el cuerpo calloso.
- La vena talamo estriada superior o vena terminal: discurre por el ángulo entre el tálamo y el núcleo caudado (surco talamoestriado) y termina en la vena coroidea superior.
- La vena anterior del septo pélucido: se origina a nivel de la sustancia blanca del lóbulo frontal y de la rodilla del cuerpo calloso, extendiéndose a través del

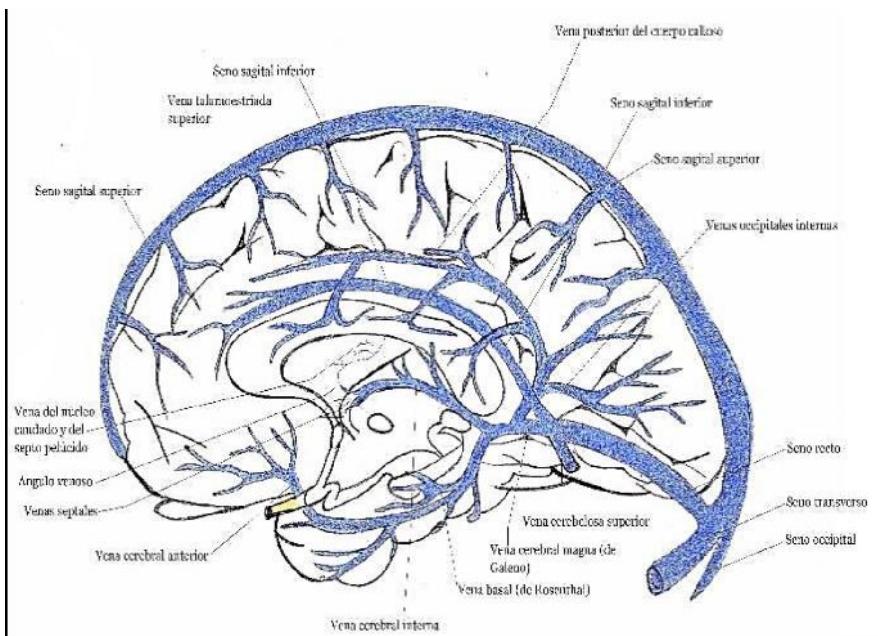


Figura 11.11. Vista de cara medial del cerebro en donde se aprecian los senos venosos y la Vena

septo pelúcido hasta la venatalamoestriada.

-Recibe las siguientes venas

V. Anteriores del Cerebro

V. Media Profunda del Cerebro: a la cual drenan:

- Venas Insulares,
- Vena Talamoestriadas Inferiores
- Vena del Giro Olfatorio
- Vena Ventricular Inferior
- Vena Coroidea Inferior
- Vena Pedunculares

-Drena la sangre de la región preóptica, hipotálamo y mesencéfalo rostral hacia la vena cerebral magna, o incluso directamente en el seno recto.

Vena Cerebral Magna (De Galeno):

-Se forma por la unión de las Arterias Cerebrales Internas y la Vena Basal.

-Se caracteriza por ser muy corta y frágil.

-Drena en el seno recto.

Polígono Venoso

Constitución:

Esta constituido por: Dos venas cerebrales anteriores, dos venas basilares, una vena comunicante anterior, cada mitad de las venas comunicantes posteriores.

Distribución: La vena cerebral anterior se origina en el tercio anterior del cuerpo callosos, luego se dirige hacia la cisura interhemisferica llegando a la circunvolución frontal interna para culminar en el lóbulo orbitario, donde

toma el nombre de: Vena Basilar; estas venas basilares a su vez están unidas entre sí por dos venas transversales: Comunicante Anterior, colocada delante del quiasma óptico, y Comunicante Posterior, corresponde borde posterior de la protuberancia.

IRRIGACIÓN DE LA MEDULA ESPINAL

El patrón básico de irrigación arterial de la médula espinal involucra tres vasos que corren longitudinalmente a lo largo de ella: arteria espinal anterior y dos arterias espinales posteriores

Arteria Espinal Anterior :

- Nace de la unión de dos ramas de la arteria vertebral que se unen a nivel de

la decusación de las pirámides para luego descender por la superficie anterior de la médula espinal un poco dentro de la fisura mediana anterior.

- Irriga parte del bulbo raquídeo, el nervio hipogloso y los dos tercios anteriores de la sustancia medular.

Arterias Espinales Posteriores

-Nacen directamente de las arterias vertebrales o indirectamente de las Arterias Cerebelosas Postero-inferiores para luego descender por la superficie posterolateral de la médula espinal cercanas a las raíces posteriores.

- Irriga el tercio posterior de la sustancia medular.

El sistema longitudinal es reforzado

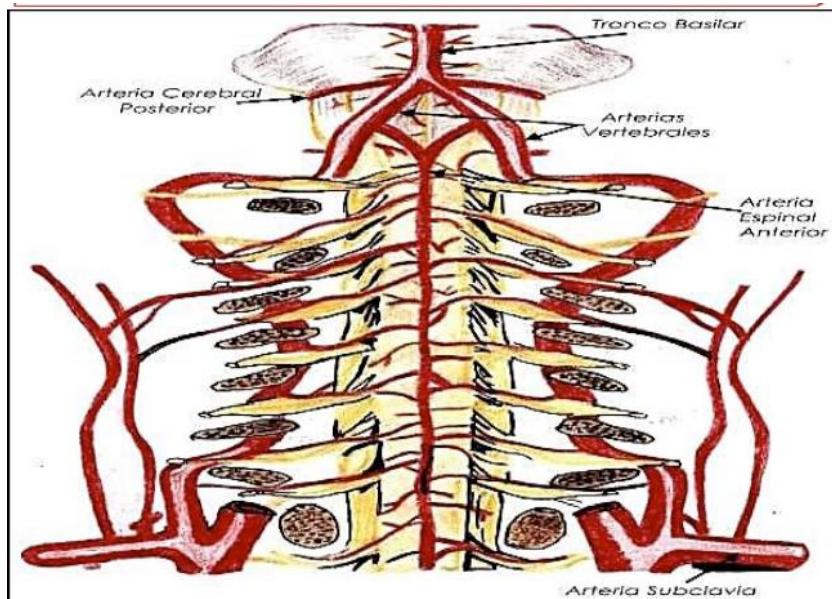


Figura 11.12. Esquema que representa la irrigación de la médula espinal basal.

por una serie muy variable de vasos tributarios transversales que penetran al canal medular por los agujeros intervertebrales junto a los nervios y raíces espinales. Las anastomosis entre los vasos longitudinales y los vasos segmentarios se producen en la superficie de la médula espinal.

De los 31 pares de vasos segmentarios que penetran con los nervios raquídeos, la gran mayoría no termina en la médula espinal.

Entre ellos existen diferentes tipos:

- Arterias radiculares propiamente tales: es decir, aquellas arterias que irrigan las raíces nerviosas y el ganglio sensitivo solamente. No alcanzan la médula espinal.
- Arterias radículo - piales: son aquellas que llegan sólo hasta la piamadre.
- Arterias radículo - medulares: son un grupo de 8 a 10 arterias que alcanzan la médula espinal, anastomosándose con el sistema longitudinal. Generalmente ingresan por un solo lado de la médula espinal y frecuentemente se dividen en dos ramas, una anterior y otra posterior, las que acompañan a las respectivas raíces nerviosas.

Con fines descriptivos, la médula espinal se divide en tres territorios según la vascularización que reciban:

-Superior o cérvico-torácico:

Comprende todos los segmentos cervicales hasta el segundo o tercer segmento torácico. Dentro de la gran variabilidad de la irrigación de este segmento, es más o menos frecuente

encontrar el siguiente patrón:

La primera porción de la médula espinal es irrigada sólo por el sistema de vasos longitudinales; existe una arteria radicular rama de la arteria vertebral que acompaña a la raíz C3, una rama de la arteria cervical profunda que penetra con la raíz C6, y una rama de la arteria intercostal superior que acompaña la raíz C8. Para asegurar la circulación de este territorio se producen una serie de anastomosis entre los distintos vasos del cuello, principalmente a través de la arteria cervical profunda y arteria cervical ascendente. Por tanto, frente a una obstrucción en la región del engrosamiento cervical, el déficit puede ser suplido por alguna de las numerosas colaterales.

Intermedio:

Este territorio se extiende entre los segmentos T4 y T8. Generalmente, existe una sola rama del sistema segmentario a nivel de T7 aproximadamente, la cual proviene de una arteria intercostal rama de la arteria aorta. Este territorio es el más pobemente irrigado, por tanto, es el más lábil de los tres segmentos ante una obstrucción vascular. La arteria espinal anterior puede estar extremadamente disminuida a este nivel.

Inferior:

El territorio medular inferior va desde los últimos segmentos torácicos hasta el cono medular. Depende en gran parte de una arteria radículo-medular llamada arteria radicular mayor (de Adamkiewicz)

que es la de mayor diámetro de todas las arterias radículo-medulares. Es rama de las primeras lumbares provenientes de la aorta, llega a la médula con mayor frecuencia por una de las raíces del lado izquierdo entre los segmentos T12 y L4 (85% de los casos), y emite una rama radicular anterior gruesa y una radicular posterior menor que terminan por irrigar el engrosamiento lumbar y constituirse en el mayor aporte nutriente para los dos tercios inferiores de la médula espinal. La cauda equina es irrigada por una o dos ramas de las arterias lumbar, iliolumbar y sacraslateral y media. Estas ramas también ascienden hasta el cono medular para formar una amplia red anastomótica llamada asa del cono medular al cual también contribuyen ramas de las tres arterias espinales y una rama descendente de calibre relativamente grueso que proviene de la arteria de Adamkiewicz. La región caudal de la médula espinal es un territorio con muy buena vascularización.

SISTEMA ARTERIAL INTRAMEDULAR:

El sistema arterial intramedular está formado por las arterias centrales y por el plexo perimedular.

Arterias centrales

- Nacen en ángulo recto de la arteria espiral anterior, penetran la fisura mediana anterior hasta alcanzar la comisura blanca anterior y emiten una rama para cada lado de la médula espinal.

- Se pueden encontrar varias por centímetro, siendo menos numerosas y de menor calibre en el territorio medular intermedio (torácico medio).

- Irrigan la parte más profunda de la sustancia blanca y la sustancia gris, exceptuando las puntas de las astas posteriores. Son funcionalmente arterias terminales.

Plexo perimedular

-Está formado por varias arteriolas anastomóticas provenientes de las arterias espinales anterior, posteriores y radiculares.

-Desde este plexo pial nacen numerosos vasos que penetran en forma radial a la médula, constituyendo así la corona radiada.

Las arterias espinales posteriores y sus ramos penetrantes irrigan las puntas de las astas posteriores y el cordón posterior. Estas últimas, al igual que las arterias centrales, son vasos funcionalmente terminales, sin embargo, hay una zona más o menos circular a la médula en que se pueden superponer ambos sistemas.

DRENAJE VENOSO DE LA MEDULA ESPINAL

A lo largo de la columna vertebral se extienden dos grandes plexos:

- Plexo Vertebral Interno

- **Plexo Vertebral Externo**

Estos dos grandes plexos forman anillos definidos en torno a cada nivel vertebral. Existe libre comunicación entre ambos. Algunas ramas provenientes de las vértebras, ligamentos y médula espinal llegan a conformar el plexo.

Son importantes las variaciones de presión del LCR o de la cavidad torácica, ya que estas venas son relativamente pobres en válvulas y son posibles grandes variaciones en el volumen sanguíneo de ellas.

PLEXO VERTEBRAL INTERNO:

Es una red anastomótica de venas que se entremezcla con el tejido conjuntivo laxo del espacio epidural. Se observan venas que corren longitudinalmente por la superficie posterior de los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales a cada lado del ligamento longitudinal posterior. Entre este ligamento y el cuerpo vertebral existen ramas que reciben la sangre proveniente de las arterias basivertebrales.

El aspecto posterior del plexo se apoya sobre las láminas vertebrales y el ligamento amarillo y suele ser menos desarrollado que en la región anterior. Existe un conjunto de pequeñas venas que perforan los ligamentos y comunican el plexo vertebral interno con el externo.

Este plexo es una vía de diseminación de células neoplásicas muy común, ya que el sistema nervioso no tiene vasos

linfáticos que permitan la metástasis, por lo tanto a través de este plexo viajan células neoplásicas hacia la parte superior y se localizan en alguna zona a nivel cerebral. Estos plexos venosos están conectándose hacia el exterior a través de las venas intervertebrales, logrando conectarse por ejemplo con el sistema ácigos a nivel torácico, con el sistema lumbar a nivel abdominal (vena lumbar ascendente), hemiácigos, etc. Por eso cuando hay un tumor maligno a nivel abdominal o torácico, la metástasis va por esta vía, ingresa al plexo vertebral donde ascienden a cerebro, cerebelo o puente.

Plexo vertebral externo:

Está formado por un conjunto de venas que corren longitudinalmente por la superficie externa de los cuerpos y láminas vertebrales. Tiene una porción anterior que se comunica con las venas basivertebrales.

La porción posterior forma una red en torno a las apófisis espinosas, transversas y articulares y se comunica con las venas occipitales, cervicales profundas y vertebrales.

A veces es posible que algunas ramas lleguen a los senos durales de la fosa craneal posterior.

La configuración del sistema venoso medular es muy similar al arterial. Sin embargo, se diferencian en que las venas centrales son menos numerosas que las arterias y drenan un territorio más

reducido (la parte más anterior de la sustancia gris y de la sustancia blanca).

Las venas penetrantes, por lo tanto, drenan la mayor parte de la sustancia gris y blanca y terminan en el plexo perimedular que conecta a las venas espinales anterior y posterior.

La vena espinal anterior, más superficial que la arteria, recibe la sangre del territorio de las arterias centrales y de la porción anterior delplexo perimedular. Se vacía en las venas radiculares anteriores que se encuentran cada dos o tres segmentos.

Por último, las venas radiculares anterior y posterior se anastomosan con las venas de los plexos vertebrales y conforman las venas intervertebrales. Estas venas drenan la mayor parte de la sangre de la médula espinal y

de los plexos vertebrales externo e interno hacia las venas intervertebrales, intercostal posterior, lumbar y sacra lateral, dependiendo de qué territorio se trate.

DRENAJE VENOSO DEL TRONCO ENCEFÁLICO

- V. Ponto Mesencefálicas Anteriores
- V. del Puente
- V. del Bulbo
- V. Dorsolateral del IV Ventrículo

DRENAJE VENOSO DEL CEREBELO

- V. Superior del Vermis
- V. Inferior del Vermis

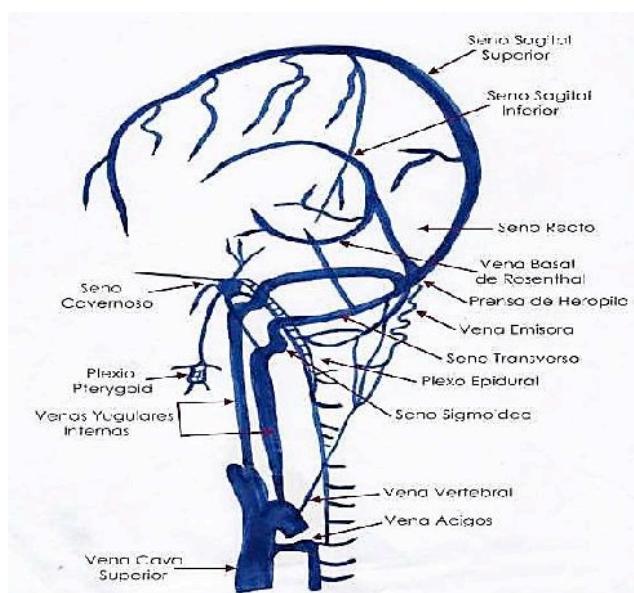


Figura 11.13. Diagrama del drenaje del sistema nervioso central en una vista lateral

Taller

1. Dibuje y describa la constitución e importancia del Polígono de Willis.
2. Grafique la circulación anterior y posterior describa su clínica.
3. Escriba el origen, recorrido, irrigación, ramas colaterales, ramas terminales de:
Arteria carótida interna
Arteria cerebral media

Arteria cerebral anterior

4. Escriba el nacimiento, irrigación, recorrido, ramas colaterales de: Arteria v
5. Escriba los senos venosos pare e impares.
6. Escriba las principales venas que conforman el sistema venoso superficial.

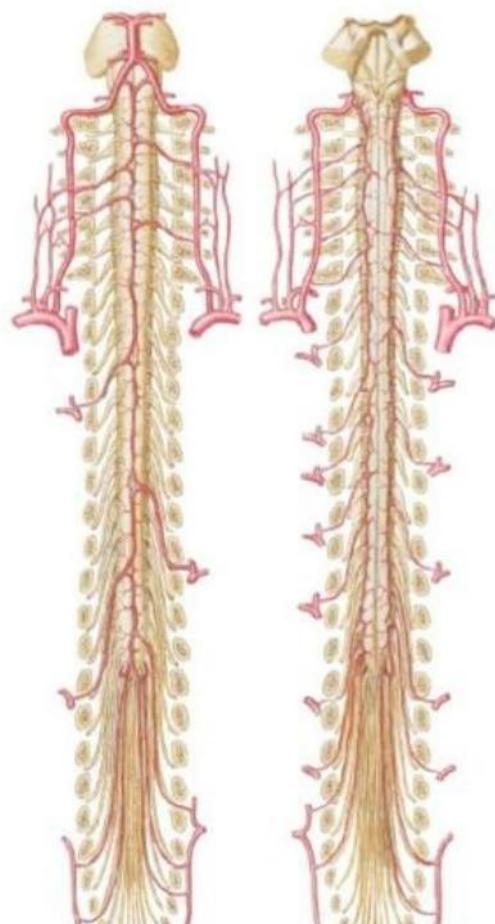
7. Describa cual es el recorrido, afluentes, drenaje, desembocacion de :

Venas cerebrales internas

Venas basales de Rosenthal

Vena de galeno.

8.- Describa en el siguiente gráfico, la irrigación de la medula espinal



Referencia Bibliográfica

1. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1195). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
2. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 516). Buenos Aires: Panamericana.
3. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 516). Buenos Aires: Panamericana.
4. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 516). Buenos Aires: Panamericana.
5. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 517). Buenos Aires: Panamericana.
6. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 517). Buenos Aires: Panamericana.
7. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 517). Buenos Aires: Panamericana.
8. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 517-518). Buenos Aires: Panamericana.
9. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 518). Buenos Aires: Panamericana.
10. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1205-1206). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
218
11. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 518). Buenos Aires: Panamericana.
12. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág.

- 518-519). Buenos Aires: Panamericana.
13. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 518). Buenos Aires: Panamericana.
14. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 519). Buenos Aires: Panamericana.
15. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 519). Buenos Aires: Panamericana.
16. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 519). Buenos Aires: Panamericana.
17. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 520). Buenos Aires: Panamericana.
18. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 520). Buenos Aires: Panamericana.
19. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 520). Buenos Aires: Panamericana.
20. Snell, R. S. (2008). Neuroanatomía Clínica 6º Edicion. En S. S. Richard, Neuroanatomía Clínica 6º Edicion (pág. 520). Buenos Aires: Panamericana.
21. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1208). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
- MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
22. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1208). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
23. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1210). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
24. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1209). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.
25. L. TESTUT Y A. LATARJET. (1902). Tomo II: Sistema Nervioso. En L. T. LATARJET, Tratado de Anatomía Humana (pág. 1210). BARCELONA - MADRID - BUENOS AIRES: SALVAT S.A.

Sistema Nervioso Periferico

Nervios Craneales

NERVIOS CRANEALES

Concepto: un nervio craneal es el conjunto de Fibras nerviosas que tienen conexiones con el encéfalo y en algún momento entran o salen por los diversos forámenes o agujeros del cráneo para distribuirse y dar inervación sensitiva y motora en la cabeza y cuello con excepción del Nervio Vago que incluso llega a dar inervación a algunas estructuras del tórax y abdomen.

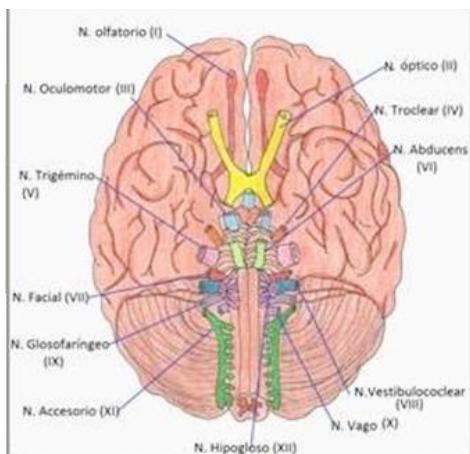


Figura 12.1. Nervios craneales.

Los nervios craneales son 12 Pares: N. Olfactorio (I), N. Óptico (II), N. Oculomotor o Motor ocular común (III), N. Patético o Troclear (IV), N. Trigémino (V), N. Motor ocular externo o Abducens (VI), N. Facial (VII), N. Vestibuloclear (VIII), N. Glosofaríngeo (IX), N. Vago (X), N. Espinal o Accesorio (XI), N. Hipogloso Mayor (XII). Los nervios tienen sus núcleos que son el lugar de donde se originan y debido a la función y constitución pueden ser: Sensitivos, Motores y Mixtos.

SENSITIVO	MOTOR	MIXTO
Olfactorio	Oculomotor	Trigémino
Óptico	Troclear	Facial
Vestibuloclear	Abducens	Glosofaríngeo
	Accesorio	Vago
		Hipogloso

Tabla 12.1. Clasificación según la función de los nervios craneales.

I PAR CRANEAL Nervio Olfatorio

Este nervio es totalmente sensitivo debido a la función que cumple. Tiene su

origen aparente a cada lado de la apófisis crista galli en la cara superior de la lámina cribosa del etmoides y por debajo del bulbo olfatorio.

Pero realmente se origina en la parte superior de las fosas nasales en las células bipolares de la mucosa olfatoria (mancha amarilla).

Estas células bipolares envían prolongaciones que atraviesan la lámina cribosa para ingresar al cráneo y formar las fibras nerviosas del nervio olfatorio que llegan hasta el bulbo olfatorio.



Figura 12.2. Distribución de los nervios olfatorios en la pared lateral de la nariz

En el bulbo olfatorio hacen sinapsis las células bipolares con las células mitrales y células en forma de penacho y forman el tracto olfatorio que rostralmente a la sustancia perforada anterior se divide en las estrías olfatorias medial y lateral y se dirigen hacia el área olfatoria primaria constituida por: Uncus, área entorrinal, el limen de la ínsula y parte del cuerpo amigdaloideo. Una vez que hacen contacto cortical se distribuyen las fibras a diferentes partes del área límbica; esta conexión es importante en la construcción de la memoria. La función que cumple este nervio

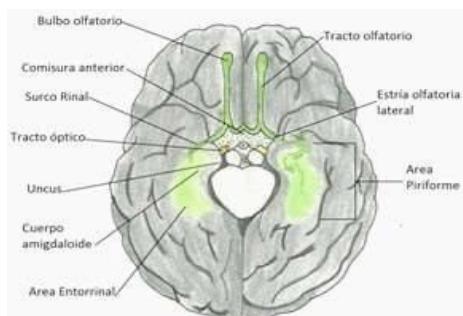


Figura 12.3. Área olfatoria primaria

Exploración:

La evaluación de este nervio se lo realiza presentando al paciente sustancias conocidas (chocolate o el café) por debajo de una fosa nasal mientras la otra fosa nasal se encuentra ocluida, para este proceso se le pide al paciente que mantenga los ojos y la boca cerrados, para saber si el paciente percibe algún olor y que identifique las sustancias. Este proceso se lo realiza en las dos fosas nasales por separado, es decir; primero en la una y luego en la otra.

Al paciente no se le debe presentar olores fuertes como el alcohol porque esta sustancia puede irritar las terminaciones nerviosas de la mucosa.

Anomalía:

Anosmia: es la pérdida del olfato por traumatismo del nervio olfatorio o por fractura de la lámina cribosa del etmoides.

II PAR CRANEOAL Nervio Óptico

Este nervio está constituido por axones de las células ganglionares de la retina, y

al igual que el Olfatorio se sitúa en la base de cada lóbulo frontal, éste II par craneal embriológicamente deriva del pedúnculo óptico; es únicamente sensitivo porque se encarga de transmitir información visual desde la retina hacia el cerebro. El recorrido de esta información lo realiza cuando la luz entra en los ojos y se transforma en señales eléctricas de la retina, luego el nervio abandona la órbita ocular por medio del conducto óptico (hueso esfenoides) para luego unirse con el nervio del lado opuesto y así formar el quiasma óptico en el que sus ángulos anterolaterales (delante) se continúan con los nervios ópticos y los ángulos posterolaterales (detrás) se continua con los tractos ópticos (formados por las fibras cruzadas y directas de ambos nervios ópticos) que van a rodear los pedúnculos cerebrales para terminar en el cuerpo geniculado lateral, desde allí formaran las radiaciones ópticas que entran en los hemisferios cerebrales para ubicarse en la corteza visual primaria (área 17 de Brodmann) y finalmente enviar señales visuales integradas hacia la corteza visual secundaria (áreas 18, 19) donde realizan su interpretación.

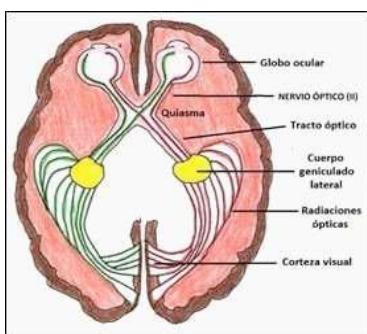


Figura 12.4. Vía Optica.

Exploración: Agudeza visual

Tabla de Snellen. Son filas de letras con tamaño decrecientes colocada a 6 m de distancia, primero se hace que el paciente tape uno de sus ojos y lea cada línea hasta que no sea capaz de distinguir detalles; luego se repite el mismo proceso con el siguiente ojo.

Anomalía:

Neuritis óptica idiopática. generalmente son unilaterales y es muy asociada con la esclerosis múltiple, esta lesión se presenta:

- Disminución de la agudeza visual.
- Alteración del campo visual.
- Alteración de los reflejos fotomotores.
- Dolor con los movimientos oculares.

III PAR

Nervio Oculomotor o Motor ocular común

El nervio MOC se origina en el mesencéfalo, es esencialmente motor ya que se encarga del movimiento del globo ocular junto con los nervios IV y VI y es el responsable del tamaño de la pupila.

La función motora somática de este nervio es de inervar los músculos extrínsecos del ojo (recto superior, recto medial, recto inferior y oblicuo inferior), y su función motora visceral es una

inervación parasimpática hacia los músculos intrínsecos del ojo (músculo ciliar y cons- trictor de la pupila), además este nervio también inerva al músculo elevador del párpado superior cuya función es la de elevar el párpado superior.

El nervio MOC posee dos núcleos motores:

- 1) núcleo parasimpático accesorio.
- 2) núcleo motor principal.

El núcleo parasimpático accesorio (núcleo de Edinger- Westphal) está ubicado por detrás del núcleo motor principal. Sus axones son preganglionares y acompañan a otras fibras oculomotoras hasta la órbita. Este núcleo recibe a fibras corticonucleares para el reflejo de acomodación y fibras del núcleo pretectal para los reflejos fotomotor directo yconsensual.

El núcleo motor principal, se ubica a nivel del colículo superior. El núcleo consiste en células nerviosas que inervan todos los músculos extrínsecos del ojo excepto el recto lateral y el oblicuo superior. Las fibras nerviosas eferentes pasan por el núcleo rojo y salen por la fosa interpeduncular (cara anterior del mesencéfalo) de allí se dirigen anteriormente pasando entre las arterias cerebral posterior y cerebelosa superior para alojarse en la parte lateral del seno cavernoso hasta por medio del anillo tendinoso (hueso esfenoides) entrar a la órbita, donde se divide en un ramo superior y otro inferior.

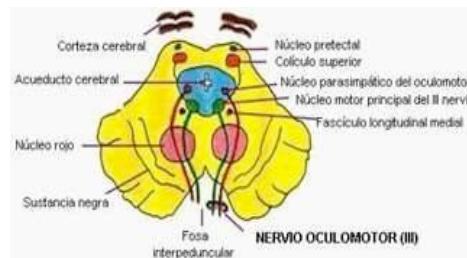


Figura 12.5. Nervio Oculomotor.

La rama superior inerva los músculos recto superior y elevador del párpado.

La rama inferior inerva los músculos recto medial, recto inferior y oblicuo superior.

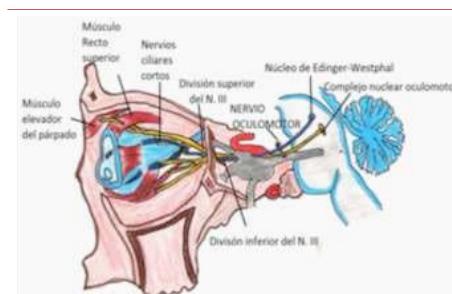


Figura 12.5. Distribución del nervio Oculomotor.

FUNCIÓN DE LOS MÚSCULOS OCULARES MEDIADOS POR EL NERVIO MOC.

MUSCULOS	ACCION PRIMARIA	ACCION SECUNDARIA
Recto medial	aducción	
Recto inferior	Mira hacia abajo	Extorsión
Recto superior	Mira hacia arriba	Intorsión
Oblicuo inferior	Mira hacia arriba	Abducción y extorsión

Tabla 12.2. Función de los mmúsculos Oculomotores.

Exploración:

Convergencia de los ojos

El núcleo MOC envía señales a los músculos rectos medial y lateral y hace que estos se contraigan para que los ojos se dirijan hacia la línea media.

Anomalía:

Ptosis palpebral.- es la caída del párpado superior por causas de una afección del III nervio.

IV PAR CRANEOAL

Nervio Troclear o Patético

El IV nervio al igual que el Oculomotor y Abducens es de tipo motor y es el único que sale de la superficie posterior del tronco encefálico y luego se dirige hacia delante, éste se origina en un núcleo pareado situado en el mesencéfalo a nivel del colículo inferior. Las fibras nerviosas dejan el núcleo y se dirigen hacia la parte posterior del mesencéfalo para decusarse con las fibras del lado opuesto.

El nervio Troclear desciende por el lado contrario del pedúnculo cerebral y pasa entre las arterias cerebral posterior y cerebelosa superior pero por fuera del nervio Oculomotor.

Finalmente entra en la órbita por la hendidura esfenoidal donde se dirige al músculo Oblicuo Superior para inervarlo y así permitir el movimiento del ojo hacia abajo.

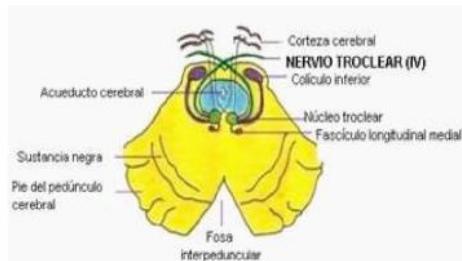


Figura 12.7. Núcleo del N. Troclear y sus conexiones centrales.

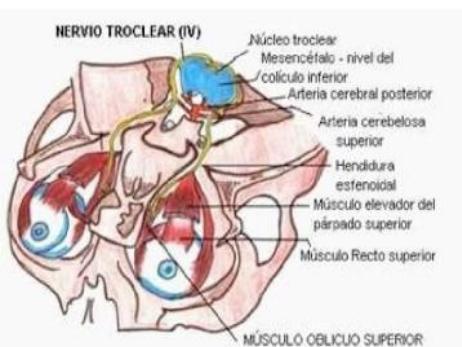


Figura 12.8. Distribución del nervio Troclear.

Exploración:

Acomodación

El examinador coloca su dedo frete los ojos del paciente, luego le pide que siga su dedo y mientras el dedo se aproxima más a la nariz del paciente, los ojos de este convergen y sus pupilas se contraen.

Anomalía:

Diplopia.- es la visión doble, es decir la percepción de dos imágenes de un único objeto, en la cual la imagen puede ser horizontal, vertical o diagonal.²

V PAR CRANEOAL

Nervio Trigémino

El V par craneal posee 3 divisiones: 1 oftálmica, 1 maxilar y 1 mandibular; por todo ello se le atribuye el nombre de nervio "Trigémino" siendo así el par craneal de mayor grosor ya que inerva todos los músculos del primer arco faríngeo (Músculos de la masticación, vientre anterior del digástrico, milohioideo, músculo del martillo, y el músculo periestafilino externo).

Además posee tres núcleos:

- 1) el núcleo sensitivo principal.
- 2) el núcleo mesencefálico
- 3) el núcleo motor.

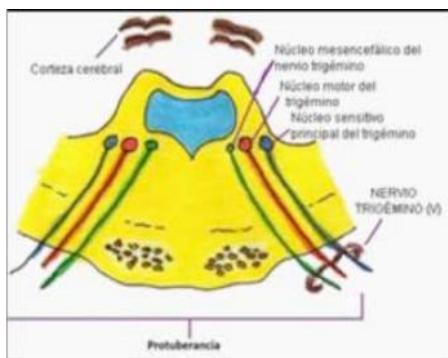


Figura 12.9. Núcleos del N. trigémino y sus conexiones centrales.

El trigémino es un nervio mixto ya que consta de una gran sensitiva y una rama motora corta.

El recorrido del V par inicia cuando aborda la cara anterior de la protuberancia dirigiéndose hasta adelante, luego sale de la fosa craneana posterior y se aloja en la fosita Gasseriana ubicada en el vértice de

la porción petrosa del hueso temporal. La raíz sensitiva se amplia y forma el Ganglio Trigeminal o Ganglio de Gasser donde nacen 3 ramas (oftálmica, maxilar y mandibular).

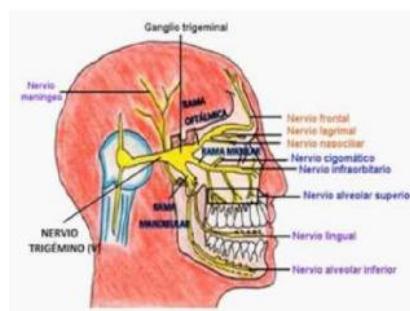


Figura 12.10. Distribución del nervio trigémino

Rama oftálmica: sensitiva, que se introduce en la órbita por el orificio esfenoidal del cual emite 3 ramas: lagrimal, frontal y nasociliar.

Rama maxilar: sensitiva, ingresa por el agujero redondo mayor, se ubica en el conducto suborbitario del cual da 4 ramas: cigomático, infraorbitario, alveolar superior, pterigopalatino.

Rama mandibular: es mixta, y sus fibras sensitivas inervan sienes, mejillas, dientes y gran parte de la mandíbula; mientras que sus fibras motoras controlan los movimientos de los músculos: temporal, masetero, pterigoides, periestafilino externo, milohioideo, cabo anterior del digástrico y músculo del hueso del martillo.

Fisiológicamente, se encarga del control de la sensibilidad de la mayor parte de la cara, de la motilidad de los músculos de la masticación, del hueso martillo y del

tensor del tímpano; también coparticipa en el control de la secreción lagrimal y salival; y constituye la vía para los reflejos córneos, estornutatorio, faríngeo y maseterino.

Exploración:

Puntos dolorosos de Valleix

- Se presiona suavemente en los puntos emergentes de las ramas del nervio:
 - En el medio del arco superciliar se inspecciona el nervio oftálmico.
 - A nivel el agujero suborbitario se inspecciona el N. Maxilar.
 - En el agujero mentoniano se inspecciona el N. Mandibular.

Anomalía:

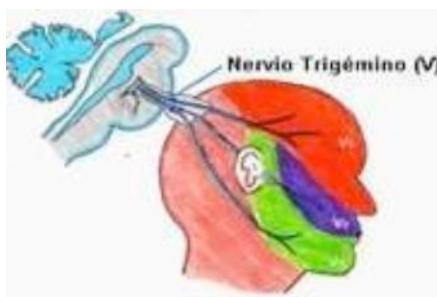


Figura 12.11. Inervación sensitiva de la piel de la cabeza y el cuello.

Parálisis del trigémino.- Es la pérdida o disminución de la motricidad, o pérdida de la contractilidad de uno o varios músculos, debido a lesión de las vías nerviosas de los mismos músculos.³

VI PAR CRANEAL

Nervio Abducens o Motor Ocular Externo

El nervio Abducens es un nervio motor pequeño cuya función es inervar al músculo recto lateral del ojo, haciendo así que el globo ocular se mueva lateralmente alejándose de la línea media.

Posee un núcleo motor pequeño que se ubica debajo del piso de la parte superior del cuarto ventrículo, por debajo del colículo facial.

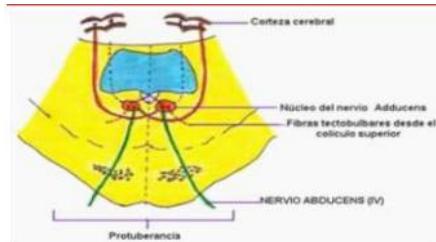


Figura 12.12. Núcleo del N. Abducens y sus conexiones.

Desde ese núcleo el nervio abducens se dirige hacia delante de la protuberancia y pasa por el surco bulbo protuberancial a cada lado del agujero ciego para dirigirse hacia el seno cavernoso y ubicándose lateral a la carótida interna y medial al III nervio craneal, y, a lado de la rama oftálmica y maxilar del trigémino. Luego ingresa a la órbita por la fisura orbitaria superior (hendidura esfenoidal).

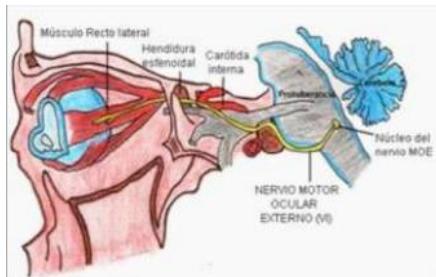


Figura 12.13. Distribución del N. Motor Ocular Externo.

Exploración:

Este nervio se evalúa juntamente con los nervios craneales III, VI; pero cuando se evalúa específicamente este nervio es importante llevar al ojo a través de toda la extensión del plano horizontal y asegúrese de que los ojos se muevan alejándose por completo de la línea media.

Anomalía:

Lesión del nervio MOE.- Resulta de la parálisis o debilitamiento del músculo recto lateral; este nervio puede ser lesionado por algún trauma craneocefálico cerrado o penetrante, o por algún trauma facial en el que esté envuelto la órbita óptica.

VII PAR CRANEOAL Nervio Facial

El nervio facial es un nervio mixto (motor - sensitivo), aunque principalmente es motor también es sensitivo y parasimpático. Su rama motora, la más grande, inerva los músculos de la expresión facial, músculos del cuero cabelludo y la oreja, así como los músculos que derivan del 2do arco faríngeo

(cutáneo del cuello, estapedio, estilohideo y vientre posterior del digástrico); por lo que estas fibras motoras son fibras eferentes viscerales especiales.

La división parasimpática y sensorial forman el nervio intermediario (Wrisberg), el cual contiene:

- Fibras secretoras parasimpáticas (son fibras eferentes viscerales generales) que inervan las glándulas salivales y lagrimales, así como la mucosa de la cavidad bucal y nasal.

- Fibras exteroceptivas (afferente visceral especial) transportan estímulos gustativos procedentes de los 2/3 anteriores de la lengua.

Y también las sensaciones somáticas del pabellón auricular y del conducto auditivo interno.

Este nervio está formado por tres núcleos:

- 1) núcleo motor principal
- 2) núcleo parasimpático
- 3) núcleo sensitivo

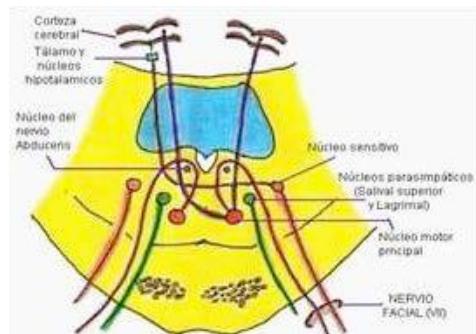


Figura 12.14. Núcleos del N. Facial y sus conexiones centrales

NÚCLEO MOTOR PRINCIPAL

Se ubica en la profundidad de la formación reticular de la parte inferior de la protuberancia. La parte del núcleo que inerva los músculos de la porción superior del rostro recibe fibras corticonucleares de ambos hemisferios cerebrales.

La parte del núcleo que inerva los músculos de la porción inferior del rostro recibe sólo fibras corticonucleares del hemisferio cerebral opuesto.

NÚCLEOS PARASIMPÁTICOS

Consta de 2 núcleos: salivatorio superior y lagrimal, que se ubican en posición posterolateral al núcleo motor principal.

- El núcleo salivatorio superior recibe fibras aferentes del hipotálamo a través de las vías autónomas descendentes, proporcionando inervación a las glándulas salivales submandibular y sublingual, y a las glándulas palatinas y nasales.

- El núcleo lagrimal recibe fibras aferentes del hipotálamo para las respuestas emocionales, y, de los núcleos sensitivos del nervio trigémino para la lagrimación refleja secundaria a la irritación de la córnea o la conjuntiva.

NÚCLEO SALIVATORIO

Este núcleo es también denominado núcleo gustatorio ya que recibe aferencias

gustativas del VII, IX y X par craneal que hacen sinapsis solo en su mitad rostral del núcleo. Los axones de estas neuronas pseudomonopolares, penetran al tronco encefálico y conforman el tracto solitario. El N. Sensitivo recibe aferencias gustativas de los 2/3 anteriores de la lengua, del piso de la lengua y del paladar.

Para culminar explicaremos el recorrido anatómico del VII nervio craneano que inicia cuando las dos raíces salen de la superficie anterior del encéfalo entre la protuberancia y el bulbo raquídeo, luego entran al conducto auditivo interno y se introduce en el canal facial (hueso temporal) para salir por el agujero estilomastoideo y de allí inervar a todos los músculos de la cara.

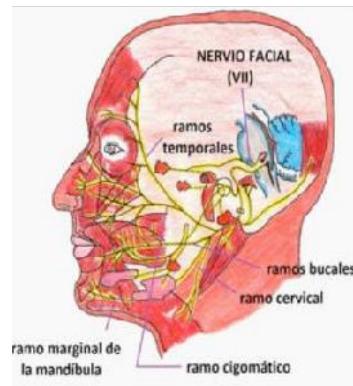


Figura 12.15. Distribución del nervio facial.

Exploración:

En este nervio se debe explorar cada función por separado:

Función motora

- Observe la cara del paciente, que debe parecer simétrica, es decir, con similar

número de arrugas (si existen) en la frente, surcos nasolabiales iguales y comisura labial a la misma altura.

- Pídale que eleve los párpados y que cierre fuertemente los ojos (músculo orbicular de los párpados), usted no debería poder abrirlos.

- Pídale que sonría o le enseñe los dientes, retrayendo los ángulos bucales, que deben situarse a la misma altura.

- Pídale que hinche los carrillos evitando que salga aire por la boca.

Función refleja

- Búsqueda de reflejos de parpadeo (amenaza), corneal y orbicular de los ojos o nasopalpebral, percutiendo con un martillo o con los dedos sobre el borde del arco superciliar.

Función sensorial

- Determinar el gusto en los dos tercios anteriores de la lengua aplicando sustancias saladas, dulces o ácidas en la parte anterior de la lengua manteniendo tapada la nariz.

Anomalía:

Parálisis de Bell.- Es un trastorno del nervio que controla el movimiento de los músculos de la cara causando debilidad o parálisis completa de estos músculos.

VIII PAR CRANEOAL Nervio Vestibulococlear

El VIII par craneal también llamado nervio auditivo es totalmente sensitivo y está formado por dos raíces: una vestibular (equilibrio) y una coclear (audición).

Este nervio es el único que no abandona el cráneo en ningún momento pues su recorrido hacia el tronco encefálico lo hace por medio del conducto auditivo interno.

Rama Vestibular: tiene su origen real en el ganglio Vestibular o de Scarpa que está situado en el punto de unión del nervio facial con la rama vestibular, de este ganglio envía prolongaciones dendríticas hacia el aparato vestibular del oído interno.

Mientras que desde el Ganglio de Scarpa envía prolongaciones axónicas hacia el complejo nuclear vestibular situados en el bulbo raquídeo por debajo del piso del cuarto ventrículo: Núcleo vestibular lateral, Núcleo vestibular superior, Núcleo vestibular medial y Núcleo vestibular inferior.

Desde el bulbo raquídeo van algunas fibras directamente sin pasar por los núcleos vestibulares a través del pedúnculo cerebeloso inferior al cerebro. También desde los núcleos vestibulares envía: fibras eferentes al cerebro por medio del pedúnculo cerebeloso inferior; y desde el núcleo vestibular lateral envía fibras eferentes homolateralmente hacia la médula espinal formando el tracto vestibuloespinal; desde los núcleos vestibulares superior y medial envían fibras por medio del fascículo longitudinal medial contralateralmente hacia los núcleos de los nervios III, IV y VI; también envía fibras ascendentes a través del tálamo hacia la corteza somatosensitiva.

Estas conexiones son importantes y están relacionados entre sí ya que ayudan a mantener el equilibrio mediante la

coordinación de movimientos oculares, cefálicos y musculares del cuerpo.

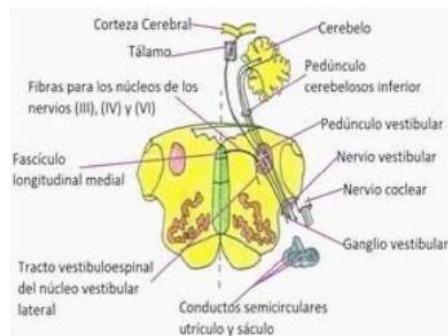


Figura 12.16. Núcleos del N. Vestibular y sus conexiones centrales.

Rama Coclear: se origina en el ganglio Espiral y de ahí envía sus prolongaciones axónicas hacia los núcleos cocleares: Núcleo coclear anterior y Núcleo coclear posterior que se encuentran en la superficie anterior de los pedúnculos cerebelosos inferiores.

De estos núcleos salen fibras eferentes que llegan a la corteza auditiva y algunas otras van hacia la zona reticular del tronco encefálico.

Las raíces del nervio Vestibulococlear se unen una vez que salen ventralmente al tronco encefálico entre el borde inferior de la protuberancia y el bulbo raquídeo (fosita supraolivar), de ahí recorre por la fosa craneal posterior y conjuntamente con el nervio Facial ingresa por el conducto auditivo interno hasta llegar al oído interno y dividirse en dos raíces (vestibular y coclear) la raíz vestibular se distribuye en el aparato vestibular del oído interno y la raíz coclear se distribuye por el caracol.

La salida del nervio Vestibulococlear entre el borde inferior de la protuberancia y bulbo raquídeo (fosita supraolivar) da al estudiante un origen aparente de este nervio.

Cumple las funciones:

- La rama vestibular regula el equilibrio, posición y movimiento de la cabeza y cuello.
- La rama coclear cumple con el sentido de la audición.

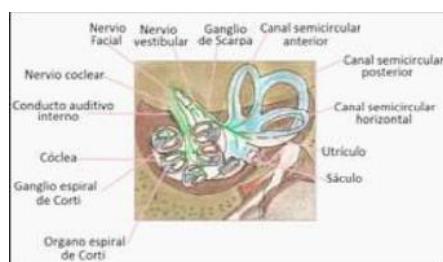


Figura 12.17. Distribución del N. Vestibulococlear.

Exploración:

En este nervio se debe explorar por porción separada. Porción Vestibular: hay muchas pruebas que nos ayudan en la exploración del nervio vestibular:

Prueba de los índices de Barany: el examinador se sienta con los brazos e índices extendidos frente al paciente y le pide que haga lo mismo, luego el paciente debe bajar los brazos y vuelva a levantarlos con los ojos cerrados y se verifica si mantiene la mismaposición.

Porción coclear: el examinador debe susurrar palabras al oído del paciente y pedirle que repita; también puede valerse del tic-tac del reloj. Si hay disminución del oído o sordera se aplica la siguiente prueba:

Prueba de Weber: se hace vibrar el diapasón y se lo coloca en la línea media por arriba del cráneo para ver si el sonido se escucha en ambos oídos.

Anomalías:

Cuando existe una lesión a nivel de la raíz vestibular el paciente puede contraer: Vértigo que es la sensación de que el cuerpo se mueve en el espacio o que todo lo que le rodea gira entorno a él.⁵

Pero cuando la lesión ocurre a nivel de la raíz coclear puede haber: Tinnitus que es cuando la persona escucha ruidos en el oído a pesar de que no existan en el ambiente externo.⁴

IX PAR CRANEOAL Nervio Glosofaríngeo

Este nervio es tipo mixto debido a que va a cumplir funciones sensitivas, motoras y vegetativas. Su nombre se debe a que va a inervar la lengua y faringe. Debido a que sale del tronco encefálico por detrás de la olivabulbar (surco retroolivar) por lo que se dice que su origen aparente es por fuera de la oliva.

Pero su origen real lo estudiaremos en relación con sus tres funciones: Sensitivo, Motor y Vegetativo o Parasimpático.

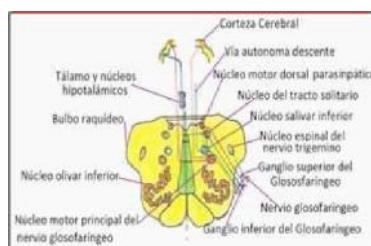


Figura 12.18. Núcleos del N. Glosofaríngeo y sus conexiones centrales.

Origen motor: tiene su origen en el núcleo motor principal que se encuentra localizado en la profundidad de formación reticular del tronco encefálico (parte superior del núcleo ambiguo que se lo localiza en un corte del bulbo raquídeo a nivel de las olivas).

Origen sensitivo: está formado por la parte superior del núcleo del tracto solitario pero su origen real se encuentra en los dos ganglios de Andersch y de Ehrenritter del nervio glosofaríngeo ubicados en el agujero rasgado posterior. Son las células de estos ganglios las que hacen sinapsis con el núcleo del tracto solitario y envía sus fibras contralaterales hacia algunos núcleos talámicos y de aquí hacia el área sensitiva primaria y a otros núcleos hipotalámicos.

Origen Parasimpático: su origen real es en el núcleo parasimpático o Núcleo salivar inferior.

Una vez que sale del tronco encefálico recorre entre la oliva bulbar y el pedúnculo cerebeloso superior de aquí junto y luego de atravesar lateralmente la fosa craneana posterior, sale del cráneo a través del agujero rasgado posterior junto con el nervio Vago y Espinal. Luego desciende en el cuello por el compartimiento retroestileo del espacio maxilofaríngeo concomitante con la vena yugular interna y la arteria carótida interna hasta que llega al borde posterior del músculo estilofaríngeo a darle inervación. Luego se dirige hacia adelante entre los músculos constrictores superior y medio de la faringe hasta llegar a la base de la lengua donde termina su recorrido.

Este nervio debido a sus orígenes va a cumplir funciones:

Sensitivas: sensibilidad del tercio posterior de la lengua y faringe; contribuye con el sentido del gusto; control de la presión arterial, volumen por minuto; y la respiración.

Motoras: Inerva los músculos de la faringe elevándola durante la deglución y el habla.

Parasimpática: estimula la secreción de saliva en la Glándula Parótida.

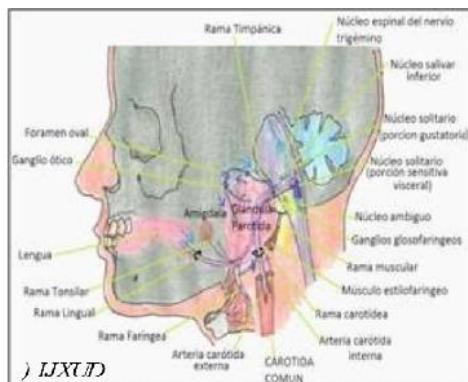


Figura 12.19. Distribucion del N. Glosofaríngeo.

Exploración:

La exploración de este nervio se lo realiza concomitante al nervio Vago. (Ver exploración del X Par craneal) Anomalías:

Cuando hay lesiones del nervio glosofaríngeo el paciente presenta dolor para deglutar, dolor en la garganta al momento de hablar o toser todos estos síntomas en conjunto se denomina Neuralgia del Nervio Glosofaríngeo.

X PAR CRANEAL

Nervio Vago o Neumogástrico

El nervio Vago también llamado Neumogástrico es un nervio mixto (sensitivo, motor y vegetativo) que se encarga de conducir la sensibilidad de la laringe, faringe y otras estructuras torácicas y abdominales; así como también da inervación motora a los músculos de laringe, faringe, y algunas vísceras. Es el más grande todos los nervios craneales y su nombre proviene del latín Va- gus que significa errante, ya que el nervio vago nace desde el tronco encefálico y llega hasta las estructuras abdominales.

Tiene su origen aparente por fuera de la oliva bulbar y por debajo del nervio glosofaríngeo.

Al igual que el IX nervio las fibras del nervio Vago tiene tres orígenes:

Origen motor: sus fibras motoras provienen de la parte media del núcleo ambiguo (núcleo motor principal) por debajo del Glosofaríngeo. Va a recibir conexiones de ambos hemisferios cerebrales por medio de las fibras corticonucleares. Y desde este núcleo envía fibras eferentes hacia el paladar blando, músculos constrictores de la faringe y músculos intrínsecos de la laringe.

Origen sensitivo: su origen real es ganglio inferior o plexiforme del vago los somas de este ganglio envían sus axones hacia el tronco encefálico para hacer sinapsis con la parte inferior del núcleo del tracto solitario. Las fibras sensitivas

a nivel del agujero rasgado posterior hacen sinapsis con las células del ganglio superior o ugular del nervio vago. Desde el núcleo del tracto solitario envía fibras contralaterales hacia el tálamo que luego de este pasan hacia el hipotálamo y a la corteza sensitiva primaria.

Origen vegetativo: está formado por dos núcleos que se encuentran por debajo del piso del cuarto ventrículo: núcleo dorsal del vago o también llamado núcleo viceromotor y el núcleo viscerosensitivo que se encuentra por fuera del núcleo dorsal del vago.

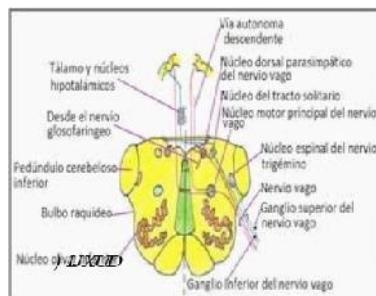


Figura 12.20. Núcleos del N. Vago y sus conexiones centrales.

Y sus fibras eferentes van a distribuirse por la musculatura involuntaria de las vísceras torácicas y abdominales como: bronquios, corazón, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso hasta el tercio distal del colon transverso.

El nervio Vago sale del tronco encefálico anterior y lateral al bulbo raquídeo por detrás de la oliva bulbar en el surco retroolivar, aquí se ven una serie de raicillas que se unen y se dirigen lateralmente por la fosa craneal posterior hacia delante para salir por el agujero

rasgado posterior donde a nivel de este agujero se encuentra por arriba con el ganglio superior y por debajo con el ganglio yugular inferior.

Luego el nervio desciende verticalmente por el cuello en el compartimiento retroestileo del espacio maxilofaríngeo para distribuir algunas fibras por la musculatura esquelética del cuello y garganta, de aquí el nervio desciende por la vaina carotídea conjuntamente con la arteria carótida interna, carótida común y la vena yugular interna, desde este punto el nervio vago derecho y el izquierdo toman recorridos distintos.

Nervio Vago derecho en el tórax pasa por debajo del hilio pulmonar y ayuda a formar el plexo pulmonar, luego pasa por la superficie superior del esófago y también Y sus fibras eferentes van a distribuirse por la musculatura involuntaria de las vísceras torácicas y abdominales como: bronquios, corazón, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso hasta el tercio distal del colon transverso.

El nervio Vago sale del tronco encefálico anterior y lateral al bulbo raquídeo por detrás de la oliva bulbar en el surco retroolivar, aquí se ven una serie de raicillas que se unen y se dirigen lateralmente por la fosa craneal posterior hacia delante para salir por el agujero rasgado posterior donde a nivel de este agujero se encuentra por arriba con el ganglio superior y por debajo con el ganglio yugular inferior.

Luego el nervio desciende verticalmente por el cuello en el compartimiento retroestilo del espacio maxilo-faríngeo para distribuir algunas fibras por la musculatura esquelética del cuello y garganta, de aquí el nervio desciende por la vaina carotídea conjuntamente con la arteria carótida interna, carótida común y la vena yugular interna, desde este punto el nervio vago derecho y el izquierdo toman recorridos distintos.

Nervio Vago derecho en el tórax pasa por debajo del hilio pulmonar y ayuda a formar el plexo pulmonar, luego pasa por la superficie superior del esófago y también

Exploración:

Reflejo nauseoso: se lo hace pidiéndole al paciente que abra la boca y con la ayuda de un baya lengua se toca los lados derecho e izquierdo de la faringe para ver si la pared faríngea se contrae y si hay desplazamiento hacia atrás de la lengua.

Anomalías:

A nivel del cuello una lesión del nervio puede provocar parálisis de las cuerdas vocales y tener problemas al momento de deglutar y hablar. Cuando hay una lesión de este nervio a nivel del esófago el paciente va a presentar problemas con el acto de la deglución de alimentos. Pero cuando hay lesión del nervio en la región torácica puede aumentar la frecuencia cardiaca.⁶

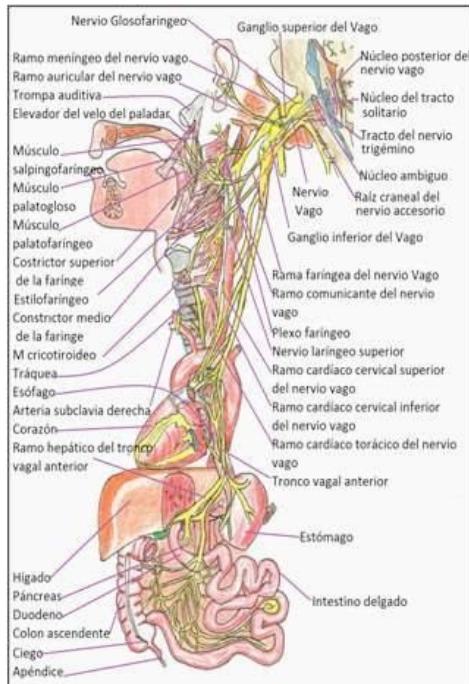


Figura 12.20. Distribución del nervio Vago.

XI PAR CRANEAL Nervio Espinal o Accesorio

El nervio espinal o accesorio es totalmente motor y tiene dos orígenes: uno craneal y otro espinal.

Raíz craneal: tiene su origen real en las células del tercio inferior del núcleo ambiguo. De aquí sus fibras salen entre la oliva bulbar y el pedúnculo cerebeloso inferior por el surco retroolivar por debajo del nervio vago (origen aparente), luego este nervio al igual que el nervio glosofaríngeo y vago se dirige lateralmente por la fosa craneal posterior donde se une con su raíz espinal y sale del cráneo por el agujero rasgado posterior. Al salir

del cráneo la raíz craneal (rama interna) y espinal (rama externa) del nervio se separan y la raíz craneal se une al nervio vago para distribuirse por los músculos del paladar blando, faringe y laringe por medio de los nervios faríngeo y laríngea recurrente.

Raíz espinal: tiene su origen real en las células del asta gris anterior de las primeras 5 o 6 segmentos medulares cervicales y forman un tronco común que se dirige hacia el cráneo e ingresa por el agujero occipital, se dirigen hacia delante lateralmente por la fosa craneal posterior para luego de un corto recorrido unirse a la raíz craneal del nervio y junto con el nervio vago y glosofaríngeo salir del cráneo por medio del agujero rasgado posterior donde se divide en Rama interna (craneal) y externa (espinal), de aquí la rama externa desciende oblicuamente hasta penetrar el esternocleidomastoideo al cual inerva y luego sale por el borde posterior del músculo y se dirige por el triángulo posterior del cuello hacia el borde anterior del músculo trapecio para inervarlo.

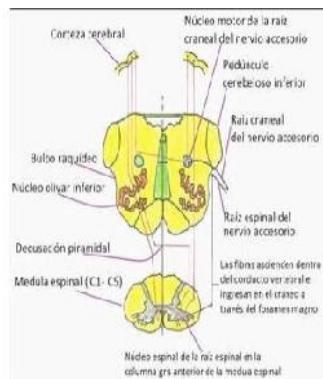


Figura 12.22. Núcleos craneal y espinal del N. Accesorio.

Las funciones que el XI par craneal van a ser:

- Inerva a los músculos esternocleidomastoideo y trapecio, por ende ayuda con los movimientos de la cabeza y cuello.
- Inerva el paladar blando, faringe y laringe, por lo tanto tiene que ver con los movimientos de la deglución.

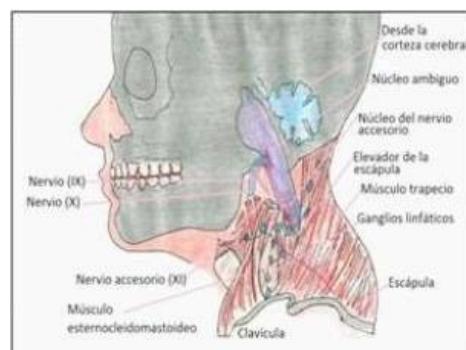


Figura 12.23. Núcleos craneal y espinal del N. Accesorio.

Exploración:

Se le pide al paciente que levante los hombros, que gire la cabeza hacia los lados, que levante la cabeza y que flexione el cuello hacia uno y otro lado para saber si los músculos esternocleidomastoideo y trapecio funcionan.

Para evaluar la fuerza de los músculos se pide al paciente que realice los mismos movimientos pero el examinador debe oponer resistencia con su mano del lado opuesto al movimiento que se realizara.

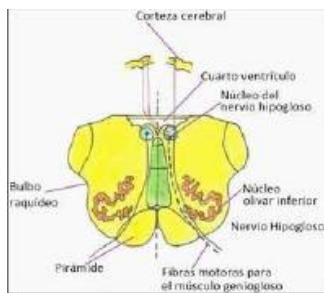
Anomalías:

Cuando existe un trauma en el triángulo posterior del cuello puede lesionarse la raíz espinal del nervio accesorio (enfermedad de la neurona motora) y el paciente presenta problemas para levantar los hombros y mover la cabeza ya

que los músculos esternocleidomastoideo y trapecio aparecen débiles o sin movilidad.

V PAR CRANEAL Nervio Hipogloso

Es un nervio de función motora debido a que inerva los músculos intrínsecos y extrínsecos de la lengua excepto el palatogloso.



Tiene su origen real en el bulbo raquídeo en un núcleo que se encuentra entre el núcleo dorsal del vago y la línea media por debajo del piso del cuarto ventrículo se lo puede observar en un corte transversal a nivel de las olivas bulbares. De aquí salen varias raicillas por el surco preolivar situado entre la oliva bulbar y la pirá- mide (origen aparente) donde se unen para formar el tronco común del nervio hipogloso y se dirige lateralmente por la fosa craneana posterior hacia adelante para salir del cráneo a través del agujero condíleo anterior y desciende por el compartimiento retroestileo entre la vena yugular interna y la arteria carótida interna hasta llegar al borde inferior del

vientre posterior del músculo digástrico y realiza una curva hacia adelante por arriba del cuerno mayor del hueso hioideas hasta llegar a la superficie lateral de la lengua donde se distribuye.

Las funciones que este nervio cumple son:

- Inerva los músculos intrínsecos de la lengua y los músculos estilogloso, hiogloso y geniogloso.
- Controla los movimientos de la lengua y su forma durante la deglución y el habla.

Exploración:

El paciente debe abrir la boca para observar si hay atrofias. La lengua debe estar simétrica. Se le ordena al paciente que saque la lengua para saber si la punta se encuentra centrada.

Para determinar la fuerza de la lengua se le ordena al paciente empujar con su lengua las mejillas mientras el examinador coloca su mano por fuera.

Anomalías:

Una lesión del nervio hipogloso puede provocar parálisis del nervio afectado causando problemas para hablar y deglutir los alimentos. Esta parálisis del nervio puede ser provocada por una compresión mecánica del nervio en cualquier parte durante su trayectoria.⁷

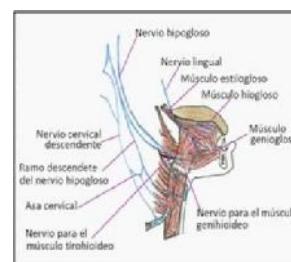


Figura 12.25. Distribución del Nervio

NERVIO CRANEO	COMPONENTES	FUNCION	CONEXION CON EL ENCEFALO	AGUJERO ASOCIADO	DÉFICITS
Olfatorio (I)	Sensorial	Sentido del olfato	Bulbo olfatorio, trigono olfatorio.	Agujeros etmoidales de la lámina cribosa	Anosmia, hiposmia, hiperosmia e hiporesistencia, hiporesistencia olfatoria.
Óptico (II)	Sensorial	Vision	Quiasma óptico (nervio óptico al quiasma y el tracto)	Conducto óptico	Ceguera, hemianopsia, cuadrantanopsia y pérdida del reflejo corneal, rama aferente.
Oculomotor (III)	Motor Somático	Movimiento ocular	Surco oculomotor, parte medial del pedúnculo cerebral.	Fisura orbitaria superior	Parálisis de la mayor parte de los movimientos oculares y diplopia.
	Motor visceral	Contracción de la pupila	Con raíz del NC III		Dilatación pupilar y pérdida del reflejo corneal, rama eferente.
Troclear (IV)	Motor somático	Movimiento ocular	Mesencéfalo, cauda al colículo inferior.	Fisura orbitaria superior	Incapacidad para mirar hacia abajo y hacia el lado, y diplopia.
Trigémino (V)	Sensitivo somático	Sensibilidad en cara, senos paranasales, cavidad bucal, dientes, párpados, córnea, lengua, frente, ATM y paladar.	Cara lateral del puente.	Fisura orbitaria superior; agujero redondo, agujero oval.	Pérdida de sensibilidad en áreas de la cara y en la cavidad bucal inervadas por cada división, pérdida de los reflejos corneal, rama aferente y masetericomiotáctico.
	Motor faríngeo	Motor para los músculos masticadores y otros.			Debilidad /parálisis de los músculos masticadores y pérdida del reflejo masetericomiotáctico, rama eferente.
Abducens (VI)	Motor somático	Movimiento ocular	Unión pontobulbar (localización medial)	Fisura orbitaria superior	Parálisis de la Mirada lateral y diplopia.
Facial (VII)	Motor faríngeo	Motor para los músculos de la expresión facial y otros.	Unión pontobulbar (localización intermedia)	Conducto auditivo interno y agujero estilomastoideo	Debilidad/ parálisis de los músculos faciales y pérdida del reflejo corneal, rama eferente.
	Motor visceral	A ganglios parasimpáticos			
	Sensorial	Sentidos del gusto procedente de los dos tercios anteriores de la lengua.			Disminución de las secreciones.
	Sensitivo somático	Sensibilidad de la oreja			Pérdida del gusto en los dos tercios anteriores de la lengua.
	Sensitivo visceral	Sensibilidad visceral de las glándulas salivales.			Pérdida de audición.

Tabla 12.2. - Ilustración de la Médula Espinal (liberación de b-endorfinas).⁷

Vestibuloclear (VIII)	Sensorial	Audición, estabilidad y equilibrio	Unión pontobulbar (localización lateral)	Conducto auditivo interno	Sordera, acúfenos, vértigo, marcha inestable y nistagmo.
Glosofaringeo (IX)	Motor faríngeo	Motor para el músculo estilofaríngeo	Surco retroolívar	Agujero yugular	Dificultad para deglutir y pérdida del reflejo faríngeo.
	Motor visceral	Al ganglio ótico y a continuación a la glándula parótida	Disminución de la función secretora.		
	Sensorial				
	Sensitivo somático	Gusto procedente del tercio posterior de la lengua			Pérdida del gusto en el tercio posterior de la lengua, no comprobado.
	Sensitivo visceral	Sensibilidad en el conducto auditivo externo Del cuerpo y seno carotídeo, glándula parótida y faringe.			Perdida de la sensibilidad en el conducto auditivo externo. Posible bradicardia o taquicardia.
Vago (X)	Motor faríngeo	Motor para los músculos constrictores de la faringe, intrínsecos de la laringe, mayor parte del paladar, esófago superior y cuerdas vocales.	Surco retroolívar	Agujero yugular	Disfagia, disartria, pérdida de la función de las cuerdas vocales y pérdida del reflejo faríngeo.
	Motor visceral				
	Sensorial	A los ganglios de la tráquea, bronquios, intestino y corazón.			Disminución de la acción secretora y efecto sobre la movilidad intestinal y la frecuencia cardíaca.
	Sensitivo somático	De las papillas gustativas sobre la epiglottis, la base de la lengua y el paladar.			Pérdida del sentido del gusto, no comprobado.
	Sensitivo visceral	Sensibilidad de la membrana del timpano, conducto auditivo externo y duramadre de la fosa craneal posterior. De la laringe, faringe, corazón, tráquea y bronquios, esófago e intestino.			Pérdida de la sensibilidad en el conducto auditivo externo y en la membrana del timpano. Disminución/pérdida de la sensibilidad visceral, puede afectar al reflejo faríngeo.
Accesorio (XI)	Motor somático	Motor para los músculos esternocleidomastoideo y trapecio.	Cara lateral de la médula espinal.	Entre por el agujero magno y sale por el agujero yugular	Debilidad de los músculos trapecio y esternocleidomastoideo.
Hipogloso (XII)	Motor somático	Motor para los músculos extrínsecos e intrínsecos de la lengua.	Surco preolívar	Conducto del nervio hipogloso	Desviación de la lengua al sacarla.

Tabla 12.3. Cuadro esquemático acerca de los pares craneales.⁷

Taller

1.- Mediante 1 cuadro sinóptico, explique los pares craneales y sus núcleos en el tallo encefálico (Waxman 108)

2.- Mediante 1 esquema , explique la acción de los músculos oculares (extra oculares) (Waxman 134)

3.- Enumeren y explique las lesiones de los pares craneales.

Referencia Bibliográfica

- 1.- SNELL, Richard S. Neuroanatomía Clínica. 6ta Edición. Editorial Médica Panamericana, 2007.
- 2.- Williams, P. L., et al. Grays Anatomy (38th Br. ed.). New York, Edinburgh: Churchill Livingstone, 1995.
- 3.- WILSON -PAUWELS; AKESSON, STEWART; SPACEY. Nervios craneales: En la salud y la enfermedad. 2da Edición. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana, 2003.
- 4.- ALFREDO GRACÍA - ALIX; Pares craneales relacionados con los sentidos GUARDERAS, Semiología de Nervios Craneales
- 5.- Med fam com. (s.f.). Recuperado el enero de 2010, de <http://medfamcom.files.wordpress.com/2012/08/pares-craneanos.pdf>
- 6.- Varios. (s.f.). Med Ufro. Recuperado el enero de 2010, de http://www.med.ufro.cl/Recursos/neuroanatomia/archivos/14_vias_aferentes_archivos/Page364.htm
- 7.- Varios. (s.f.). Scielo. Recuperado el enero de 2010, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1130-14732010000400006&script=sci_arttext

Nervios Raquídeos

CONCEPTO:

Son nervios que nacen de la médula espinal y atraviesan los agujeros de conjunción, para distribuirse por los órganos a los que están destinados a inervar, se diferencian de los pares craneales desde el punto de vista fisiológico por el hecho de que todos los 31 pares son nervios mixtos.

Los nervios raquídeos se distribuyen por diferentes partes del cuerpo comunicando al SNC con receptores sensoriales, músculos y glándulas. Los 31 pares de nervios espinales se designan y enumeran según la región y el nivel donde emergen de la columna vertebral.

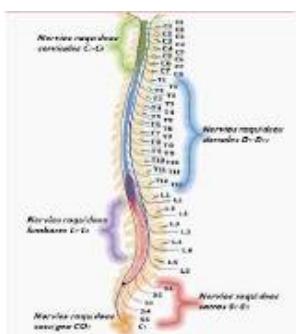


Figura 13.1. Distribución de los Nervios Raquídeos.

Ramas colaterales de los nervios raquídeos:

Ramas meníngeas intervertebrales (inervan las vertebras)

Ramos comunicantes (forman parte del SNA) Nervios sequentebral

Ramas terminales de los nervios intervertebrales:

Ramas posteriores (inerva músculos profundos y piel de la superficie dorsal del tronco)

Ramas anteriores: (inerva los músculos y estructuras de las extremidades superior e inferior.

RAMAS POSTERIORES O DORSALES DE LOS N. RAQUÍDEOS

Son 31 a cada lado y se separan de los troncos raquídeos inmediatamente por fuera de los agujeros de conjunción. Se dirigen hacia atrás y dan ramos cutáneos y ramos musculares. El modo de distribución es variable, depende de las regiones. Las dividiremos como los pares raquídeos en

5 regiones:

Ramas posteriores cervicales: 1er par cervical se divide en 2 ramas: 1 anastomótica; 2 ramos musculares: para los músculos de la región; el mismo se divide en 3 ramas: R. Interno (M. Recto post. Mayor y Menor) R. Externo (m. Oblicuo mayor) R. Inferior (m. Oblicuo mayor).

2do par cervical o gran Nervio Suboccipital de Arnold: da 2 ramas colaterales: 1 R. Anastomótica (R. Ascendentes y

R. Descendentes) 2 R. Musculares (M. Complejo mayor y menor, M. Esplenio y M. Trapecio); Rama Terminal: se encuentra en la región occipital distribuyéndose así al m. Occipital y a la aponeurosis epicraneana.

El ramo anastomótico descendente del 1er par cervical se une con el ramo anastomótico ascendente del 2do par cervical formando el plexo cervical posterior.

3ro al 4to par cervical: R. Musculares (M. Complejo, M transverso y M. Espinoso) y R. Cutáneos para piel de la nuca

Ramas posteriores dorsales: 1ro al 8vo par dorsal:

R. Externos o musculares (M. Dorsal largo y M. Sacrolumbar) y R. Interno o musculo cutáneo (M. Transverso espinoso y la piel del dorso y del hombro).

9no al 12vo par dorsal: inerva la parte postero inferior del tórax y paredes abdominales.

Ramas posteriores lumbares: Todos los pares colaterales tienen R. Colaterales (M.

Sacro lumbar, M. Dorsal ancho y M. Transverso espinoso) y ramas destinadas a los tegumentos de la región.

Ramas posteriores sacros: Se dividen en filetes musculares (masa común y m. Glúteo mayor) y filetes cutáneos para piel sacro coccígea

Ramos posteriores coccígeos: Los cuales se anastomosan con ramos posteriores del 5to par sacro;

además posee filetes cutáneos para la piel del cóccix.

RAMAS ANTERIORES DE LOS NERVIOS RAQUÍDEOS

Las ramas anteriores se anastomosan para formar plexos nerviosos; los cuales son en número de 5:

Plexo cervical:C1-C2-C3-C4

Plexo braquial:C5-C6-C7-C8-D1

Plexo lumbar:L1-L2-L3Nervios

Raquídeos



Figura 13.2. Plexo Cervical.

RAMA TERMINAL DEL PLEXO CERVICAL (NERVIO FRÉNICO)

Trayecto y relaciones del frénico

En el cuello: Este desciende en la vaina facial del músculo escaleno anterior. En el borde lateral de este músculo recibe su ramo accesorio comunicante proveniente del quinto cervical (C5) que se comunica con su ramo principal del cuarto cervical (C4), este ramo accesorio del quinto (C5) es el que a veces recibe el nombre de Frénico accesorio.

En la base del Cuello: El frénico está situado en la porción medial del músculo escaleno anterior.

A la entrada del tórax:

Frénico Derecho: Discurre entre la arteria y la vena subclavia. Siempre se relaciona lateralmente al nervio vago y al Asa Subclavia.

Frénico Izquierdo: Discurre lateralmente al arco del conducto torácico, posteriormente a la vena subclavia o al origen de la vena braquiocefálica izquierda.

En el tórax:

Frénico Derecho: El nervio desciende por la cara lateral derecha del pericardio. Aborda el diafragma por el lado antero lateral de la vena cava inferior.

Frénico Izquierdo: El nervio desciende por la cara lateral izquierda del pericardio oblicuamente anterior y a la izquierda. Su punto de entrada en el diafragma es, por tanto, más anterior y lateral.

PLEXO BRAQUIAL (CS A TL)

El plexo braquial se origina por la anastomosis de las ramas anteriores de los 4 últimos pares cervicales (C5 a C8) y el primer dorsal (T1).

La rama anterior de C5 puede recibir un pequeño filete nervioso de C4, y T1 de T2.

Constitución del Plexo Braquial.- Las ramas anteriores de los nervios raquídeos que forman el plexo braquial hacen lo siguiente:

C5 se une con C6 y forman el Tronco Primario Superior

C7 permanece independiente y forma el Tronco Primario Medio

C8 se une con T1 y forman el Tronco Primario Inferior

Cada uno de estos Troncos Primarios de una rama anterior y una posterior:

La rama anterior del Tronco Primario Superior se une con el Tronco Primario Medio y dan lugar al Tronco o Fascículo Secundario Antero- Externo o Mediolumbosculocutaneo.

La rama anterior del Tronco Primario Inferior queda INDEPENDIENTE y se denomina Tronco Secundario Anterointerno o Mediocubitocutaneo.

Las ramas posteriores de los Troncos Primarios se entrelazan y forman el Posterior o Radiocircunflejo

RAMAS COLATERALES DEL PLEXO BRAQUIAL

Ramas Anteriores: Destinadas a los músculos anteriores de la cintura escapular.

- 1) N. Subclavio
- 2) N. Pectoral Mayor o Lateral
- 3) N. Pectoral Menor o Medial

Ramas Posteriores: Destinadas a los músculos posteriores de la cintura escapular.

- 1) N. Supraescapular
- 2) N. Angularna

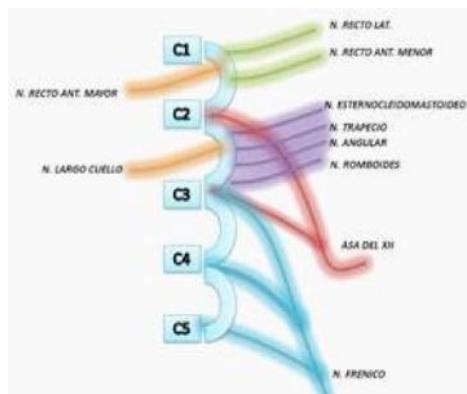


Figura 13.3. Plexo Cervical con sus ramas colaterales y terminales.

RAMA TERMINAL DEL PLEXO CERVICAL (NERVIO FRÉNICO)

Trayecto y relaciones del frénico

En el cuello: Este desciende en la vaina facial del músculo escaleno anterior. En el borde lateral de este músculo recibe su ramo accesorio comunicante proveniente del quinto cervical (C5) que se comunica con su ramo principal del cuarto cervical

(C4), este ramo accesorio del quinto (C5) es el que a veces recibe el nombre de Frénico accesorio.

En la base del Cuello: El frénico está situado en la porción medial del músculo escaleno anterior.

A la entrada del tórax:

Frénico Derecho: Discurre entre la arteria y la vena subclavia. Siempre se relaciona lateralmente al nervio vago y al Asa Subclavia.

Frénico Izquierdo: Discurre lateralmente al arco del conducto torácico, posteriormente a la vena subclavia o al origen de la vena braquiocefálica izquierda.

En el tórax:

Frénico Derecho: El nervio desciende por la cara lateral derecha del pericardio. Aborda el diafragma por el lado antero lateral de la vena cava inferior.

Frénico Izquierdo: El nervio desciende por la cara lateral izquierda del pericardio oblicuamente anterior y a la izquierda. Su punto de entrada en el diafragma es, por tanto, más anterior y lateral.

PLEXO BRAQUIAL (C5 A TI)

El plexo braquial se origina por la anastomosis de las ramas anteriores de los 4 últimos pares cervicales (C5 a C8) y el primer dorsal (T1).

La rama anterior de C5 puede recibir un pequeño filete nervioso de C4, y T1 de T2.

Constitución del Plexo Braquial.- Las ramas anteriores de los nervios raquídeos que forman el plexo braquial hacen lo siguiente:

C5 se une con C6 y forman el Tronco Primario Superior

C7 permanece independiente y forma el Tronco Primario Medio

C8 se une con T1 y forman el Tronco Primario Inferior

Cada uno de estos Troncos Primarios da una rama anterior y una posterior:

La rama anterior del Tronco Primario Superior se une con el Tronco Primario Medio y dan lugar al Tronco O Fascículo Secundario Antero-Externo O Mediomusculocutaneo.

La rama anterior del Tronco Primario Inferior queda INDEPENDIENTE y se denomina Tronco

Secundario Antero-interno O Medio-cubitocutaneo.

Las ramas posteriores de los Troncos Primarios se entrelazan y forman el Tronco Secundario Posterior O Radiocircunflejo

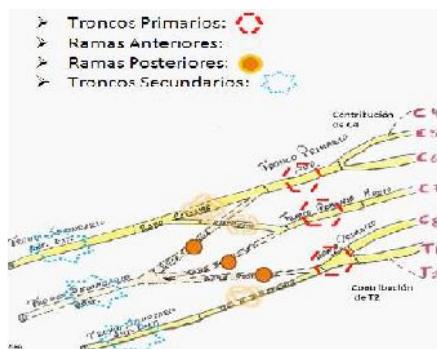


Figura 13.4. Constitución del Plexo Braquial.

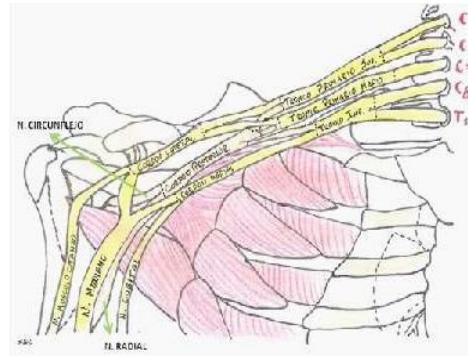


Figura 13.5. Ramas colaterales delplexo braquial.

RAMAS COLATERALES DEL PLEXO BRAQUIAL

Ramas Anteriores: Destinadas a los músculos anteriores de la cintura escapular.

- 1) N. Subclavio
- 2) N. Pectoral Mayor O Lateral
- 3) N. Pectoral Menor O Medial

Ramas Posteriores: Destinadas a los músculos posteriores de la cintura escapular.

- 1) N. Supraescapular
- 2) N. Angular
- 3) N. Romboides
- 4) N. Superior Del Subescapular
- 5) N. Inferior Del Subescapular
- 6) N. Dorsal Ancho o Toracodorsal
- 7) N. Redondo Mayor
- 8) N. Serrato Mayor o Torácico Largo

RAMAS TERMINALES DEL PLEXO BRAQUIAL

Tienen Origen De Los Troncos Secundarios en el Hueco Axilar. Tenemos DOS GRUPOS

de ramas terminales: LAS ANTERIORES Y POSTERIORES.

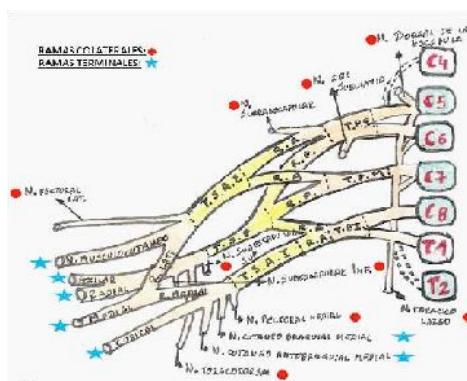


Figura 13.6. Ramas Terminales del Plexo Braquial

GRUPO ANTERIOR DE AFUERA ADENTRO	
NERVIOS	ORIGEN
Musculo-cutáneo	T.S.A-EXTERNO
Mediano	T.S.A-EXT E INT
Cubital	
Braquial Cutáneo Interno	
Accesorio Del B.C.I	T.S.A-INTERNO
GRUPO POSTERIOR	
NERVIOS	ORIGEN
RADIAL	TRONCO
CIRCUNFLEJO	SECUNDARIO POSTERIOR

Tabla 13.1. Ramas Terminales del Plexo Braquial

Inervación Mixta:



Inervación Sensitiva:



NERVIO MUSCULOCUTANEO
O PERFORANTE DEL
CORACOBRAQUIAL DE CASSERIO

RAMAS COLATERALES

1. N. Del Coracobraquial
2. N. Del Bíceps

3. N. Del Braquial Anterior
4. N. Diafisiario Del Humero, N. Vasculares Y N. Articular Anterior Del Codo

RAMAS TERMINALES

- 1) Rama Anterior: Para la piel de la región antero externa del antebrazo

Se origina de la unión de la Raíz Externa que emite el T.S.A-Externo y de la Raíz Interna queda el T.S.A.- Interno.

RAMAS COLATERALES

- 1) Ramos Articulares: Son dos filetes (superior e inferior) destinados a la cara anterior de la cápsula articular del codo.

- 2) N. Superior Del Pronador Redondo

- 3) Ramos Musculares:

Anteriores: Para los músculos Pronador Redondo, Palmar Mayor Y Menor, Y Al Flexor Común Superficial De Los Dedo.

Posteriores: Son 3, uno para el Superior Del Flexor Largo Propio Del Pulgar, y los otros 2 para los Fascículos Externos Del Flexor Común Profundo De Los Dedos.

- 4) N. Interóseo: Emite filetes para el Flexor Común Profundo De Los Dedos, Flexor Propio Del Pulgar, Pronador Cuadrado y termina algo por debajo de este músculo, en las Partes Blandas De La Articulación Radiocarpiana.

5) N. Cutáneo Palmar da:

*Ramo Externo: Distribuye en la piel de la eminencia tenar

*Ramo Interno: Ramifica por la piel de la región palmar media.

RAMAS TERMINALES

Son 6 de afuera a dentro:

a) 1era rama o ramo tenar.- Llegando a la eminencia tenar da 3 ramos:

Un ramo superficial: Dirigido al Musculo Abductor Corto del Pulgar

2 ramos profundos: Uno para el Oponente Del Pulgar y el otro para el Fascículo Externo del Flexor Corto del Pulgar

b) 2da rama.- Es únicamente cutánea y forma el Colateral Palmar Extero del Pulgar

c) 3era rama.- Constituye el Colateral Palmar Interno del Pulgar

d) 4ta rama o N. colateral externo del índice.- Suministra un filete al 1er Lumbrical, luego llega a la parte externa de la 1era falange del índice y emite dos ramos:

Anterior: Constituye el Colateral Palmar Extero del Índice

Posterior: Constituye el Colateral Dorsal Extero del Índice

e) Sta rama.- Emite un filete al 2do Lumbrical y en la raíz de los dedos se bifurca en dos ramos secundarios.

Un ramo secundario externo para la parte interna del índice y se divide para dar un ramo anterior que forma el

Colateral Palmar Interno del Índice, y un ramo posterior que constituye el Colateral Dorsal Interno del Índice.

Un ramo secundario interno para la parte externa del dedo medio y se divide para dar un ramo anterior que forma El Colateral Palmar Extero del Medio, y un ramo posterior que constituye el Colateral Dorsal Extero del Medio

e) 6ta rama.- En la raíz de los dedos se bifurca en dos ramos secundarios, uno externo para la parte interna del medio y otro interno dirigido a la parte externa del anular. Del mismo modo que la 5ta rama, los ramos secundarios luego se bifurcan en anterior y posterior para constituir las colaterales tanto palmar y dorsal del dedo correspondiente.

RAMAS COLATERALES

Las suministra al llegar a antebrazo:

1.- Ramos Articulares.- Destinados a la parte posterior e interna de la articulación del codo.

2.- Ramos Musculares.- Destinados para el músculo cubital anterior y para los dos fascículos internos del flexor común profundo de los dedos.

3.- N. cutáneo dorsal de la mano.- Voluminosa en la región posterior de antebrazo se divide en 3 ramos:

Ramo interno: Constituye el colateral dorsal interno del meñique.

Ramo medio: Da filetes a la piel de la región dorsal de la mano, y termina constituyendo el colateral dorsal externo del meñique.

Ramo Externo:Emite filetes tanto para el lado externo de la cara dorsal de la lera falange deldedo anular como para el lado interno de la cara dorsal de la lera falange del dedo medio.

RAMAS TERMINALES

Se divide en la muñeca en dos ramas:

1.- RAMA SUPERFICIAL.- Ofrece filetes para la PIEL de la eminencia tenar y al palmar cutáneo, luego se divide:

1.1) Rama interna: Constituye el nervio colateral palmar interno del meñique.

1.2) Rama externa:Se divide en dos ramos;Ramo interno que forma el colateral palmar externo del meñique y un Ramo externo que da a su vez un filete anterior que forma el colateral palmar interno del anular y un filete posterior que forma colateral dorsal interno del anular.

2.- RAMA PROFUNDA.- Describe una larga curva de concavidad hacia fuera y arriba (Arco Nervioso Palmar del Cubital).

De la concavidad se emiten filetes delgaditos, tenues para las articulaciones de la muñeca.

De la convexidad ofrece de afuera a dentro:

2.1) Ramos para el Aductor Corto, El Flexor Corto y el Oponente del Meñique.

2.2) Ramos delgados para los Lumbricales Internos. 2.3) Ramos para los 3 Interóseos Palmares Y Los 4 Interóseos Dorsales.

2.4) Ramos para el Aductor del Pulgar Y El Fascículo Interno del Flexor Corto Del Pulgar.

N. BRAQUIAL CUTÁNEO INTERNO

RAMAS COLATERALES.- Da un filete que se distribuye por la piel de la región interna del brazo.

RAMAS TERMINALES.-Por encima de la epitróclea se divide en dos ramas:

*Posterior: Distribuye por la piel de la región postero- interna del antebrazo desde el codo hasta la muñeca

*Anterior:Distribuye en la piel de la región antero-interna del antebrazo.

N. ACCESORIO DEL BRAQUIAL CUTÁNEO INTERNO

Desde su origen se dirige hacia abajo, en la parte inferior de la axila se anastomosa con el ramo perforante lateral del 2do nervio intercostal, atraviesa la aponeurosis en la parte superior del brazo haciéndose superficial y desciende por el lado interno del brazo hasta la epitróclea.

Suministra ramos sensitivos a la piel de la base de la axila y de la región interna del brazo, encima y por detrás de las ramificación del N.B.C.I.

NERVIO RADIAL

Nace de la parte posterior del plexo, se dirige inferior, posterior y lateralmente, entra en el canal de torsión del humero o surco del nervio radial de la cara posterior del humero sigue hasta el nivel de la

interlinea auricular en el cual se divide en sus 2 ramos terminales.

RAMAS COLATERALES

- 1) Ramo Cutáneo Interno.- Destinado a la piel de la región postero-interna del brazo
- 2) N. de La Porción Larga Del Tríceps
- 3) N. del Vasto Interno Y Del Anconeo
- 4) N. del Vasto Externo
- 5) Ramo Cutáneo Externo.- Destinado a la piel de la región postero externa del brazo

En la cara anterior del brazo el N. radialda filetes para los músculos externos:

- 1) N. del Supinador Largo
- 2) N. del Primero Y 2do Radiales
- 3) Ramo Para El Braquial Anterior

RAMAS TERMINALES

1.- Rama Posterior, Profunda O Muscular (Motora).- Emite filetes para los músculos de la región posterior del antebrazo.

2.- Rama Anterior, Superficial O Cutánea (Sensitiva).- Llega al 1/3 inferior del antebrazoalcanza su parte posterior pasando por encima del supinador largo, perfora la aponeurosis y se divide:

2.1) Ramo Externo.- Constituye el nervio colateral dorsal externo del pulgar y da a veces un filete para la eminencia tenar.

2.2) Ramo Medio.- Se subdivide: filete externo que constituye el colateral interno del pulgar y un filete interno para la piel de la cara dorsal de la 1era falange del índice.

2.3) Ramo Interno.- Ofrece filetes para la piel de la región dorsal de la mano.

NERVIO CIRCUNFLEJO

RAMAS COLATERALES

- 1.- Nervio del Redondo Menor
- 2.- Nervio Cutáneo del Hombro.- Cubre la piel del muñón del hombro y la cara externa del brazo

RAMAS TERMINALES

Son numerosas dispuestas en abanico destinadas a la masa deltoides y emite ramusculos a la articulación del hombro.²

N. INTERCOSTALES

Las ramas anteriores de los nervios raquídeos dorsales D1 a D12 constituyen los nervios intercostales. Después de dar el ramo comunicante para el SNA, se ubica lateral al espacio intercostal correspondiente recorriendo el canal subcostal junto con la arteria y vena, entre los 2 músculos intercostales antes de encontrar al musculo intercostal interno. A lo largo de su recorrido da ramas colaterales para los distintos músculos:

Ramas colaterales:

- N. Subcostal (M. Subcostal)
- N. Supracostal (M. Supracostal)
- N. Intercostal ext. (M. Intercostal Ext)
- N. Intercostal medio
- N. Intercostal Int. (M. intercostal Int.)
- R. Perforante lat.
- Filetes pleurales (pleura costal y diafragmática)
- R. Anastomoticos

Ramas terminales:

- 1ro al 6to: rama perforante Ant.
- 7mo al 12vo: músculo Ant. del abdomen y filetes sensitivos para la región Inf. Del abdomen.

Inervación:

1er N. Intercostal: se sitúa debajo de la 1ra costilla. Inerva los músculos intercostales.

2do al 6to N. Intercostal: inervan las paredes del tórax; los 6 primeros terminan en el esternón, y sus ramas inervan la piel de la parte ant. del tórax a la altura del cuello y costillas.

7mo al 11vo N. Intercostal: viajan como los nervios intercostales hasta que pasan por detrás de los cartílagos costales para entrar entre los músculos transverso y oblicuo interno e inerva los músculos y piel de la pared abdominal ant.

12vo N. Intercostal: es el más grande

de todo; da una rama para el primer nervio lumbar y sus ramas inervan a la piel de la porción anterior de la región glútea y trocanterica y la piel suprapubiana.

Características de inervación individual de cada nervio intercostal

1er N. Intercostal: No posee el R. Perforante lateral.

2do N. Intercostal: El R. Perforante Lat. Se ubica en la axila inervando la piel de la misma y la cara Int. Brazo.

3ro Y 4to N. Intercostal: El R. Perforante Lat. Se encuentra en el hueco de la axila inervando la piel de la r. Mamaria y la piel de la cara interna del brazo.

5to Y 6to N. Intercostal: Inerva el m. Serrato menor y el

R. Perforante Lat. Se divide en: filete Post. (Cara post del hombro); filete Ant. (región de la glándula mamaria y pezón) y el extremo anterior (M. Triangular).

7mo N. Intercostal: Inerva el músculo oblicuo mayor.

Svo- 9no-10mo Y 11vo N. Intercostal: Inerva el M.

Serrato menor; M. Oblicuo menor y el M. Transverso.

12vo N. Intercostal: Posee 3 filetes para: diafragma, M. del abdómen y el M. Piramidal. El R. Perforante Lat. Inerva la región glútea por lo que se conoce también con el nombre de ramo cutáneo glúteo del 12vo nervio intercostal.

PLEXO LUMBAR

El plexo lumbar está normalmente constituido por el conjunto de las anastomosis que contraen entre si, antes de su distribución periférica, las ramas anteriores de los tres primeros nervios lumbares y una parte de la rama anterior del cuarto nervio lumbar. La rama anterior de la primera raíz lumbar recibe a menudo un ramo procedente del duodécimo nervio intercostal.

Rama anterior del 4to par lumbar: Es la más delgada de todas las raíces del plexo. Despues de haber recibido a su salida del agujero de conjugación una anastomosis del duodécimo nervio intercostal, se divide en tres ramas; dos, que continúan la dirección del tronco principal, constituyen los abdóminogenitales mayor y menor; la tercera, descendente, se une a la rama anterior de la segunda lumbar.

La rama anterior del 2do par lumbar después de haber recibido una anastomosis procedente de la primera, da tres ramas; las dos primeras representan ramas colaterales, la femorocutánea y la génitocrural; la tercera, descendente, constituye un ramo anastomótico para la tercera lumbar. Pero de este ramo se desprende un filete que representa la raíz superior del nervio obturador.

La rama anterior del 3er par lumbar: Despues de haber suministrado un ramo de origen al nervio obturador, prosiguen un trayecto hacia dentro y constituye en nervio crural.

La rama anterior del 4to par lumbar: Se divide en tres ramos; un ramo ascendente, que se une al nervio crural y lo refuerza; un ramo medio, que no es, mas que la porción principal del nervio obturador; un ramo descendente, que se dirige hacia la rama anterior del quinto lumbar y se reúne con ella para constituir el tronco lumbosacro, una de las ramas más importantes del plexo sacro.

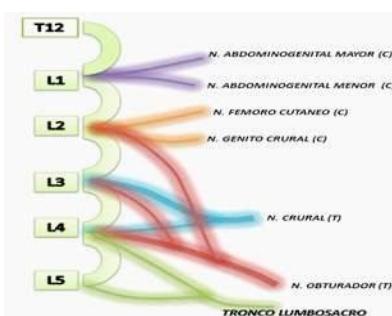


Figura13.7. Ramas colaterales del plexo

LARGAS

- N. Abdomino genital mayor
- N. Abdomino genital menor
- N. Fermorocutaneo
- N. Genitocrural CORTAS
- N. Intertransverso
- N. Cuadrado de los lomos
- N. Psoas iliaco

RAMAS TERMINALES:

- N. Obturador
- N. Crural

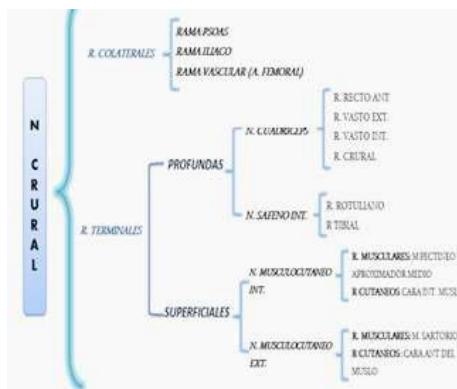


Tabla 13.2. Ramas Colaterales y Terminales del Plexo Lumbar.

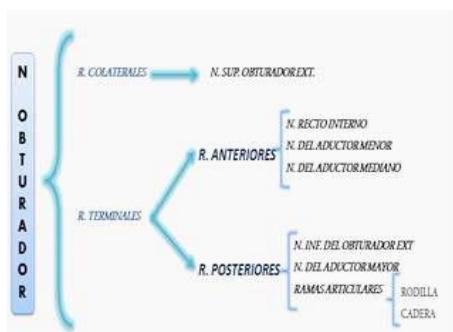


Tabla 13.3. Esquema de Ramas Colaterales y Terminales del Plexo Lumbar.

PLEXO SACRO (LS A S4)

Esta constituido por la unión del TRONCO LUMBOSACRO (formado por la fusión de la rama anterior de l5 con un aramo anastómica que ele emite l4) con los ramos anteriores de los 4 primeros

a). S1 se fusiona en la escotadura ciática mayor con el tronco lumbosacro.

b). S2 se divide en dos ramas: una superior que se une a las ramas precedentes y otro inferior que se dirige hacia el tercer par sacro.

c). S3 se anastomosa casi por completo con la división inferior de la rama anterior de S2.

d). S4 se divide en dos ramos: uno ascendente que se une con S3, un ramo descendente destinado a S5, este ramo forma parte del plexo sacro-coccígeo.

RAMAS COLATERALES DEL PLEXO SACRO

Son 5 anteriores y 5 posteriores, y a la mayoría se les asigna el nombre debido al músculo o región que inervan.

COLATERALES ANTERIORESO

1. Nervio Del Obturador Interno (LS a S2)
 2. Nervio Anal O Hemoroidal (S2, S3)
 3. Nervio Del Elevador Del Ano (S3, S4)
 4. Nervio Pudendo Interno (S2 a S4)
- .-Se bifurca:

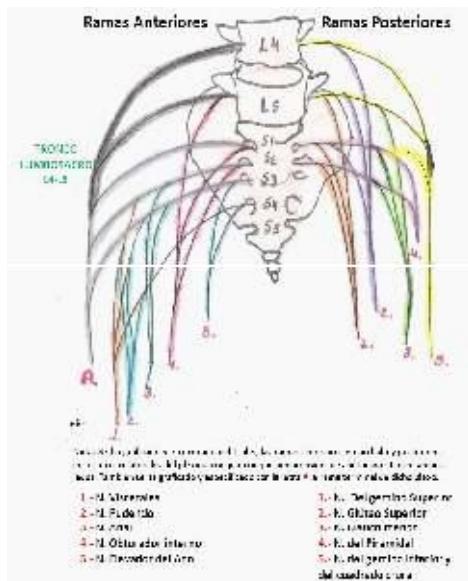


Figura 13.8. Ramas colaterales del plexo lumbar.

4.1) Rama inferior o perineal.- Se subdivide en dos ramos: Ramo superficial o cutáneo destinada a la piel del escroto y de la cara anterior del pene. El Ramo profundo, es motor y sensitivo:

Como nervio motor emite el nervio del transverso, el nervio del isquiocavernoso y el nervio del bulbo cavernoso

Como nervio sensitivo, emite: un filete bulbar para la mucosa de la uretra, un filete uretral para la porción esponjosa de la uretra.

En la mujer este ramo profundo inerva motoramente al músculo isquioclitorídeo y constrictor de la vagina y al transverso superficial del perineo. Sensitivamente se pierde en el bulbo de la vagina y filetes que llegan a la mucosa terminal de la uretra.

4.2) Rama superior o peneal.- En el hombre se llama Nervio Dorsal Del Pene,

se dispone en la cara dorsal del pene extendiéndose hasta el glande en donde termina y las últimas divisiones terminan en el tejido esponjoso de este órgano y la mucosa que lo cubre. En la mujer es el Nervio Dorsal Del Clítoris se distribuye en la mucosa del clítoris y del capuchón clitorídeo, como en la parte superior de los labios menores y parte antero-interna de los labios mayores.

5. Nervios Viscerales (S2 a S4).- En el hombre va al recto y vejiga; en la mujer va al recto, vagina y vejiga.

COLATERALES POSTERIORES O EXTRAPELVICA

1. N. Glúteo Superior (L4 a S1)
2. N. Del Piramidal (S1, S2)
3. N. Del Gemino Superior (L5 a S2)
4. N. Del Gemino Inferior Y Del Cuadrado Crural (L4 a S1)

5. N. Glúteo Inferior O Ciático Menor (LS a S2).- Sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor, y desciende hasta el hueco poplíteo, en donde termina. En su trayecto da ramas colaterales:

5.1) Ramo Perineal.- Emite filetes para la piel de la nalga, perineo y parte interna y superior del muslo y termina en la piel del escroto en el hombre y piel del labio mayor en la mujer.

5.2) Ramos Femorales.- Filetes para la piel de la región posterior del muslo.

Ramas Terminales.- En la fosa poplítea se hace subcutáneo, da dos ramos: uno para

la piel de la parte posterosuperior de la pierna y otro sigue a la vena safena hasta la mitad inferior de la pierna en donde se anastomosa con el nervio safeno

RAMA TERMINAL DEL PLEXO SACRO NERVIO CIÁTICO MAYOR

Se origina de la unión de las ramas anteriores desde L4 a S3. Discurre verticalmente a lo largo de la cara posterior del muslo hasta el vértice de la fosa poplítea donde termina dividiéndose. 3

RAMAS COLATERALES DEL N. CIÁTICO MAYOR

Las suministra en su trayecto por la región posterior del muslo y se les asigna el nombre por la región o músculo que inervan.

1. N. De La Porción Larga Del Biceps
2. N. De La Porción Corta Del Biceps
3. N. Del Semimembranoso Y Del Aductor Mayor
4. Ramos Articulares.- Se dividen en dos: un ramo superior para la articulación de la cadera y un ramo inferior para la cara externa de la articulación de la rodilla.

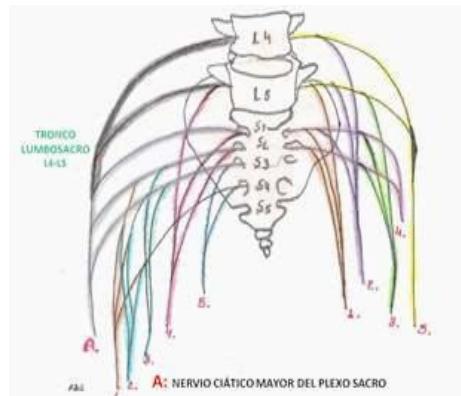


Figura 13.9. Ramas Terminales del Plexo Sacro

RAMAS TERMINALES DEL N. CIÁTICO MAYOR

Son dos ramas una externa y otra interna que nacen en el vértice del hueco poplíteo y descienden hacia el pie y hasta los dedos del pie:

- 1.- Rama Externa (Nervio Ciático Poplíteo Externo)

1.1.- Ramas Colaterales:

- a) Ramo Articular.- Distribuye en la parte posteroexterna de la articulación de la rodilla y hasta la articulación peroneo-tibial superior.

b) N. Accesorio Del Safeno Externo.- Se une con el N. safeno externo, se distribuye en filetes por la piel que cubre el maléolo peroneo y la cara externa del talón.

- c) N. Cutáneo Peroneo.- Distribuye por la piel de la cara externa de la pierna.

d) N. Superiores Del Tibial Anterior.- Destinados al extremo superior del músculo tibial anterior.

1.2.- Ramas Terminales

Son dos: una externa y una interna.

1.2.1) N. Musculocutáneo (Bifurcación

Externa

Ramas colaterales del Musculocutáneo:

- N. del peroneo lateral largo
- N. del peroneo lateral corto
- Filete maleolar.- Destinado a la piel de la parte inferior y externa de la pierna.

Ramas Terminales del Musculocutáneo:

1) Rama interna.- Se subdivide en 3 ramos en el dorso del pie:

a.-Ramo interno.- Constituye el colateral dorsal interno del dedo gordo.

b.-Ramo medio.- Se divide en dos filetes: Un interno que constituye el colateral dorsal externo del dedo gordo y otro externo que forma el colateral interno del 2do dedo

c.-Ramo externo.- Se divide en dos filetes que constituyen el colateral dorsal externo del 2do dedo y el colateral dorsal interno del 3er dedo.

2) Rama externa.- Se divide en dos ramos: uno interno que forma el colateral dorsal externo del 3er dedo del pie, y otro externo, que es el colateral dorsal interno del 4to dedo.

1.2.2) N. Tibial anterior (Bifurcación interna)

Ramas colaterales del N. Tibial anterior:

1. N. Del Tibial Anterior
2. N. Del Extensor Común De Los Dedos Del Pie
3. N. Del Extensor Propio Del Dedo Gordo
4. N. Del Peroneo Anterior

Ramas terminales del N. Tibial Anterior:

- Ramo externo.- Distribuye en el musculo pedio y emite filetes articulares para la articulación del tarso, del metatarso y hasta a la metatarsofalángicas.

Ramo interno.- Continuación del tibial anterior, se anastomosa con un filete del N. musculocutáneo: Anastomosado unas veces se distribuye en la piel que cubre el lejero espacio interóseo.

2.- Rama Interna (Nervio Ciático Poplíteo Interno)

Ramas colaterales:

a).- Ramos musculares.- Distribuyen por los músculos de la cara posterior de la pierna próximo a la fosa poplítea.

b).- Ramos articulares.- Distribuyen por los distintos elementos de la articulación de la rodilla.

c).- N. Safeno externo.- En un punto de su trayecto se anastomosa con el N. Safeno interno. Emite:

Ramas colaterales. Son filetes para la piel de la región anterior y externa

del tendón de Aquiles, también emite filetes a la articulación tibiotarsiana y astragalocalcánea.

Ramos terminales.- Las emite en el borde externo del pie:

- Ramo externo.- Forma el colateral dorsal externo.
- Ramo interno.- Se bifurca y constituye el colateral dorsal interno del 5to y el colateral dorsal externo.

N. TIBIAL POSTERIOR

Es continuación del N. precedente después de pasar por el anillo del soleo, siendo así su rama terminal. Desciende por la cara posterior de la pierna hasta el maléolo interno y termina en el conducto calcáneo bifurcándose.

Ramas Colaterales

1.- Ramos musculares:

- a) N. del poplíteo
- b) N. del tibial posterior, del flexor propio y flexor común de los dedos.
- c) N. inferior del soleo

2.- Ramo articular.- Se pierde en la cara externa de la articulación de la garganta del pie.

3.- N. calcáneo interno.- Distribuye por la piel de la cara interna del talón.

4.- N. cutáneo plantar.- Distribuye por la piel de la planta del pie.

Ramas Terminales

Son emitidas al llegar al canal calcáneo y son 2:

1.- NERVIO PLANTAR INTERNO

Ramas Colaterales.- son emitidas a nivel del tarso:

a).-Ramos cutáneos.- Distribuye por la piel de la cara inferior del talón y piel de la región plantar interna.

b).-Ramos musculares.- Destinados al aductor corto del dedo gordo, flexor corto plantar y el accesorio (porción interna) del flexor corto común del pie.

Ramas Terminales.- son 2 emitidas en la base del 1er metacarpiano:

a).Rama Interna.-Suministra filetes al flexor corto del dedo gordo y termina en el lado interno de este dedo formando el 1er colateral plantar.

b).Rama Externa.- Se divide en 3 ramos que son los N. Interóseos del 1ero, 2do y 3er espacio:

b.1).-N. Interóseo primero.- Se divide en dos y constituye el colateral plantar externo del dedo gordo y colateral plantar interno del 2do dedo.

b.2).-N. interóseo segundo.- Constituye el colateral plantar externo del 2do dedo y el colateral plantar interno del 3er dedo.

b.3).-N. interóseo tercero.- Emite un filete al 2do músculo lumbrical luego constituye el colateral plantar externo del

3er dedo y el colateral plantar interno del 4to dedo.

PLEXO SACRO-COCCÍGEO (S4, SS Y N. COCCÍGEO)

2.- N. PLANTAR EXTERNO

Colaterales.- Suministra dos filetes uno para el accesorio del flexor largo (porción externa) y otro para los músculos abductor y flexor corto del dedo pequeño.

Ramas terminales.- Son 2:

1) Rama Superficial.- Se divide en dos ramos:

a) Ramo interno.-Se bifurca y forma el colateral plantar externo del 4to dedo y colateral plantar interno del 5to dedo

b) Ramo externo.- Suministra filetes al flexor corto plantar y luego forma el colateral plantar externo del 5to dedo.

2) Rama Profunda.- Emite filetes que terminan en el abductor oblicuo del dedo gordo del pie, describe una larga curva, y de la convexidad que forma da ramas colaterales:

a) Ramos articulares.-Para las articulaciones tarsianas y tarsometatarsianas.

b) Dos ramos musculares.- Para el 3ero y 4to lumbricales.

c) Uno o varios filetes.- Para el aductor transverso del dedo gordo del pie.

d) Un ramo o varios.- Para cada uno de los músculos interóseos, tanto plantares como dorsales.

CONSTITUCIÓN:

La rama anterior de S5 al salir por el conducto sacro se divide en dos ramas que originaran dos asas nerviosas que caracterizan a este plexo:

1.-Una Rama Superior que se une con un ramo descendente de S4 (ASA SUPERIOR)

2.-Una Rama Inferior que se une con un ramo ascendente del nervio cocígeo. (ASA INFERIOR)

De estas dos asas se emiten dos tipos de ramos:

1) Ramos Anteriores.- Destinados al plexo hipogástrico

2) Ramos Posteriores.- Se dirigen hacia atrás y se unen con las ramas posteriores de los 2 últimos N. Sacros y terminan en la piel que cubre el cóccix.

-Por otro lado, el nervio cocígeo después de dar un filete ascendente para SS se divide en dos ramos:

1.- Ramo Interno.- Suministra un filete al músculo isquiococígeo y termina en la piel de la región cocígea.

2.- Ramo Externo.-Termina en los fascículos inferiores del músculo glúteo mayor.⁴

Taller

1.- Dibuje y Explique las lesiones de los nervios: Mediano, Cubital Radial, Ciático, etc.

Referencia Bibliográfica

- 1.- L. TESTUD Y A. LATARJET <<Tratado de Anatomía Humana>> 9na Edición 1972. Salvat Editores. Tomo III PÁGINAS: 238 - 356.
- 2.- HENRI ROUVIEREYANDRE DELMAS <<Anatomía Humana: Descriptiva, topográfica y funcional>> 11va Edición 2005. Masson Editores. Tomo IIPÁGINAS: 324 -338 y Tomo III PÁGINAS: 187 - 220.
- 3.- RICHARD S. SNELL << Neuroanatomía Clínica >>. 5ta Edición 2003. Editorial Médica Panamericana. PÁGINAS: 84, 87.
- 4.- Keith L. Moore Arthur F. Dalley II. <<Anatomía con orientaciónclínica>>. 5ta Edición 2007. Editorial Médica Pana-mericana. PAGINA: 380

Sistema Nervioso Autónomo

OBJETIVOS

- Conocer las diferentes funciones que desempeña el Sistema Nervioso Autónomo y los mecanismos que utiliza para cumplir sus trabajos.
- Aprender sobre las diferencias entre el Sistema Nervioso Autónomo y el Somático.
- Entender la constitución del S.N. Simpático y Para-simpático y además sus diferencias funcionales.
- Estudiar el Sistema Nervioso Entérico y su capacidad para regular las funciones gastrointestinales.

INTRODUCCIÓN

El sistema Nervioso Autónomo es parte del sistema nervioso central y periférico, encargado involuntarias y la homeostasis del medio interno. Para llevar a cabo sus funciones viscerales actúa con gran rapidez e intensidad por medio del Sistema Simpático y Parasimpático, los cuales

se constituyen a partir del S.N. central y periférico y cumplen con funciones antagónicas para ayudar a regular las funciones del organismo.

Así también como parte del S.N.A. al Sistema Entérico, que funciona por sí mismo aun en ausencia de inervación extrínseca y ayuda en las funciones de motilidad y secreción gastrointestinal.

SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

El S.N.A. es el encargado de dar inervación a los órganos internos, su función principal es la de controlar la actividad involuntaria e inconsciente de los mismos para mantener constante el medio interno y adecuarlo a las necesidades respecto a los cambios del medio ambiente.

Este sistema comprende dos partes que difieren por su anatomía y sus funciones antagónicas; estos son: Sistema Nervioso Simpático y Sistema Nervioso Parasimpático.

Comparaciones entre el Sistema Nervioso Autónomo y Somático.

Para comprender la diferencia entre ambos sistemas es necesario tener en cuenta la gran diferencia que existe entre la musculatura lisa y estriada. La primera, localizada en las vísceras trabaja haciendo posibles los procesos vitales del organismo; mientras que la esquelética participa en la reacción del organismo respecto a los estímulos exteriores, esta diferencia de funcionalidad interoceptiva y esteroceptiva está dada por la inervación somática y autónoma respectivamente.

La función del sistema vegetativo escapa al control de la voluntad y la conciencia a diferencia del somático, además dispone de centros y vías nerviosas propias las cuales se disponen frecuentemente en plexos con ganglios nerviosos.¹

CENTROS DEL SISTEMA NERVIOSO AU- TÓNOMO

Estos centros se ubican a lo largo del sistema nervioso central, desde el diencéfalo a la médula espinal, alrededor del conducto central.

SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO

CONSTITUCIÓN

- a. Neuronas centrales situadas en los centros autonómicos de la región torácica de la médula espinal.
- b. Tronco Simpático. Cadena ganglionar latero vertebral: es una formación de ganglios que recorren desde la base del cráneo hasta el cóccix, conectados entre sí mediante filetes nerviosos interganglionares y en cuyas

Sistema Nervioso Autónomo

- Impulso sensorial interoceptivo
- Controla la respuesta motora de forma involuntaria mediante: Sistema límbico, hipotálamo, tronco encefálico, y médula y limitado control de la corteza cerebral.
- Su vía de conducción es mediante dos neuronas: preganglionares y posganglionares que hacen sinapsis en el ganglio autónomo y el neurito posganglionar sinapta en efectores viscerales.
- Utilizan acetilcolina, adrenalina y noradrenalina como neurotransmisor
- Lleva a cabo su función en el músculo liso y cardíaco permitiendo su contracción y relajación y en ciertas glándulas para incremento y disminución de su secreción.

Sistema Nervioso Somático

- Impulso sensorial esteroceptivo
- Controla la respuesta motora de forma voluntaria mediante: la corteza cerebral, ganglios basales, cerebelo, tronco encefálico y médula espinal.
- Su vía de conducción es mediante una neurona: las neuronas motoras somáticas centrales que realizan sinapsis directas con los efectores.
- Utilizan acetilcolina como neurotransmisor
- Lleva a cabo su función en el músculo esquelético permitiendo la contracción.

Tabla 14.1. Sistema Nervioso Autónomo

fibras existe un flujo nervioso sea en sentido aferente o eferente.

Ganglios: son masas nerviosas de color grisáceo con variable volumen y forma, constituidas por cuerpos de las neuronas simpáticas, por ello los ganglios

constituyen en si un centro nervioso vegetativo periférico que a su vez establece conexiones con: la médula espinal, los ganglios adyacentes y la periferia.

Los ganglios del tronco simpático se encuentran distribuidos por regiones:

Centros del Diencéfalo o Centros Superiores (Graf. 14-1)	<ol style="list-style-type: none"> Región hipotalámica: Entre los más importantes tenemos: Núcleo posterior, n. supraóptico, n. ventromedial y n. paraventricular del hipotálamo Parte medial paraventricular del tálamo Adhesión intertalámica: N. reuniens Pared posterior del tercer ventrículo: Ocupada por la glándula pineal <p>Estos centros presentan conexiones con:</p> <ul style="list-style-type: none"> La hipófisis mediante las fibras procedentes de los núcleos paraventricular, supraóptico y ventromedial del hipotálamo. Los centros vegetativos de la región subtalámica y sublentiforme El mesencéfalo Los centros inferiores del S.N.A. Y, probablemente con la corteza cerebral.
Centros del Tronco Encefálico (Graf. 14-2)	<ol style="list-style-type: none"> En el mesencéfalo: N. Oculomotor accesorio, constituye el centro de los movimientos de la pupila En el romboencéfalo: Los centros están constituidos por los núcleos autónomicos de los nervios facial, intermedio, glosofaríngeo y vago: n. salival superior, n. salival inferior, n. dorsal del vago y n. lacrimo-muconasal.
Centros de la Médula Espinal	Se encuentran ubicados en la columna lateral y la comisura gris.

Tabla 14.2. Centros del Sistema Nervioso Autónomo

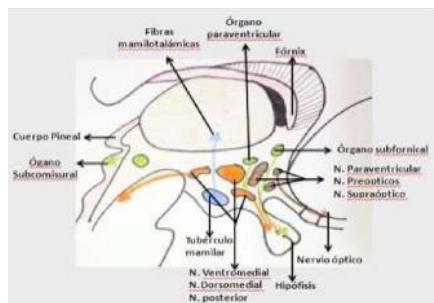


Figura 14.1. Centros del Diencéfalo



Figura 14.2. Centros del Tronco

Cervical		
Localización: Desde la base del cráneo hasta la apertura superior del tórax, en las apófisis transversas de las vértebras cervicales		
Ganglios	Descripción	Distribución y función
Cervical superior	Formado por la fusión de los ganglios C1 a C4. Es voluminoso y fusiforme, da origen a varios ramos colaterales. Se sitúa en el espacio retroestileo.	Numerosas ramas especialmente eferentes. Distribuidas en un gran territorio que cubre el cerebro y el órgano de la visión; ayuda en la vasomotricidad de la cara, de las glándulas salivales, tiroides, laringe e inerva la faringe y el esófago y glándulas sudoríparas de la cara.
Cervical Medio	Representa la fusión de los ganglios C5 y C6.	Transmite impulsos en sentido aferente, especialmente el impulso iridodilatador. Proporciona ramas tiroideas, vasculares para inervar las arterias carótida común y tiroidea superior, y ramas cardiacas.
Cervical Inferior	Generalmente fusionado al primer ganglio torácico formando el ganglio esternal presenta forma de estrella y volumen variable.	Este ganglio proporciona ramos comunicantes al plexo braquial; ramos vasculares para la arteria subclavia y sus colaterales; ramos descendentes para la subclavia y nervios cardíacos.
Torácica		
Localización	Descripción	Distribución y Función
Desde el ganglio cervicotóraco hasta su travesía diafragmática por debajo, desde donde se continua en el abdomen por el simpático lumbar.	Presenta forma de un cordón fino, con ganglios aplastados de forma variable, el último torácico a menudo se fusiona con el primer lumbar.	Presenta ramos que se anastomosan a los nervios intercostales para funciones vasomotoras, pilomotoras, y sudoríparas; ramos viscerales para el pulmón, esófago y aorta; y ramos abdominales que constituyen los esplácnicos mayor y menor.
Lumbar		
Localización	Descripción	Distribución y Función
Desde el diafragma hacia arriba hasta el promontorio, en la parte anterolateral de los cuerpos vertebrales lumbares.	Cordón delgado con ganglios voluminosos en número de 5, el primero por lo general fusionado con el último torácico y el último con el primer sacro	Presenta un ramo anastomótico para el plexo raquídeo dando inervación vegetativa a la pared abdominal; ramos óseos, musculares y vasculares que rodean a la aorta, proporcionando vasomotricidad al miembro inferior; y ramos viscerales para el colon y órganos pelvianos.
Sacra		
Localización	Descripción	Distribución y Función
Desde promontorio hasta la primera vértebra cocígea.	Aspecto de nervio delgado interrumpido por tres o cuatro ganglios	Presenta ramos comunicantes que van a las raíces sacras; ramos óseos, musculares y vasculares para los órganos vecinos; y ramos viscerales para el plexo hipogástrico inferior.

Tabla 14.3. Ganglios del Tronco simpático por regiones.²

- c. Fibras simpáticas
 - 1. Vías simpáticas eferentes (motoras) (Graf. 14-3)

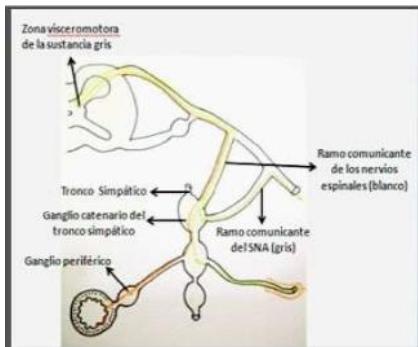


Figura 14.3. Vías simpáticas eferentes (motoras)

Primera Neurona: Mielinizada, se originan en los centros vegetativos de la médula espinal en la columna intermedio lateral, luego se dirige al asta anterior para salir por la raíz ventral y seguir al nervio espinal hasta llegar al ganglio simpático donde hace sinapsis o simplemente los atraviesan para hacer sinapsis en otros ganglios periféricos como el celiaco o el renal formando los nervios esplácnico mayor, menor e inferior.

Segunda Neurona: Amielinizada. Estas fibras posganglionares pueden ser somáticas o viscerales.

- **Fibras somáticas:** Se originan del ganglio del tronco simpático y desde aquí alcanzan el nervio espinal mediante un ramo comunicante gris para aportar a este su componente vegetativo y se dirigen a inervar el mismo territorio que los nervios espinales.

Fibras viscerales: el ganglio en que se origina la segunda neurona es un ganglio periférico que se halla próximo o distante de las vísceras, para desde allí dirigirse al órgano al que están destinadas a inervar ya

sea directamente o después de conformar un plexo nervioso simpático.

2. Vías simpáticas aferentes (sensitivas) (Graf 14-4): conducen la sensibilidad visceral y vascular mediante dos vías

Vías cortas: Llevan la sensibilidad de la víscera al ganglio periférico y desde el cuerpo celular se envía hacia otros centros y vías motoras.

Vías largas: Van al tronco simpático, al nervio espinal por el ramo comunicante blanco y alcanzan su cuerpo celular en el ganglio espinal de la raíz dorsal, este axón alcanza las diversas vías de la sensibilidad general consciente o inconsciente.

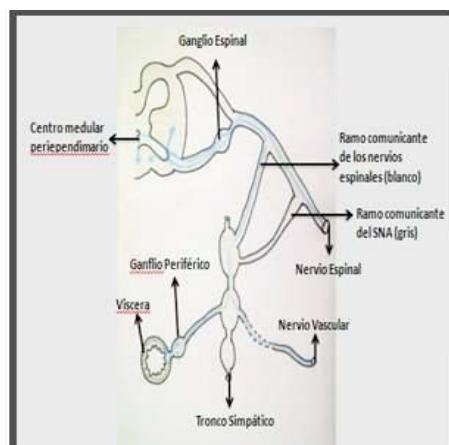


Figura 14.4. Vías simpáticas aferentes (sensitivas)

SISTEMA NERVIOSO PARASIMPÁTICO

Constitución

El sistema parasimpático está en gran relación con el sistema nervioso central debido a la localización de sus centros,

asegura la inervación de glándulas, músculos y vísceras en los mismos sitios que el simpático actuando de forma antagonista a este. Este sistema consta de dos porciones una craneana y otra pélvica.

1. Porción Parasimpática Craneal (Graf. 14-5): Las fibras nacen a partir de centros medulares, bulbares, pontinos y mesencefálicos, y salen al organismo a partir de nervios craneanos como son el oculomotor, facial, intermedio, glosofaríngeo y vago.

- o Nervio Oculomotor: Las fibras parasimpáticas nacen de núcleo accesorio del nervio oculomotor y por medio de la raíz parasimpática se dirige al ganglio ciliar de donde emerge la fibra posganglionar como ramos ciliares cortos, que dan inervación al músculo ciliar y al esfínter de la pupila.

o Nervio Facial: Parten del núcleo lagrimal, por medio del nervio petroso mayor se dirigen al ganglio pterigopalatino, y desde aquí por medio del nervio cigomático y maxilar terminan en la glándula lagrimal; y por medio de los ramos nasales posteriores, superiores palatinos menores y faríngeos, se dirigen a la mucosa nasal.

Nervio Intermedio: Parten fibras parasimpáticas del núcleo salivatorio superior, las cuales se dirigen al tronco del facial, continúan a los ganglios submandibular y sublingual, desde aquí las fibras pos ganglionares se dirigen a la glándula correspondiente.

o Nervio Glosofaringeo: sus fibras parasimpáticas nacen del núcleo

salivatorio inferior que constituyen el nervio petroso menor que pasa a través del timpano y termina en el ganglio ótico, desde aquí las fibras posganglionares se dirigen por medio del nervio auriculotemporal hasta la parótida.

o Nervio Vago: sus fibras preganglionares parten del n úcleo dorsal del vago, desde aqu í algunas alcanzan diversos plexos simpáticos y hacen sinapsis en sus ganglios para que las fibras posganglionares se dirijan a inervar órganos de la regi ón torácica; otras en cambio acompañan las ramas terminales del vago hasta el plexo solar y desde allí parten las fibras posganglionares para inervar vísceras del sistema digestivo hasta la flexura esplénica del colon.

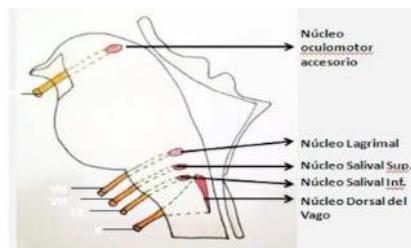


Figura 14.5. Porcion Parasimpatica Craneal

2. Porción parasimpática pélvica:
Las fibras preganglionares se originan en centros ubicados en la sustancia gris intermediolateral de la porción sacra de la médula espinal, desde donde salen como ramos comunicantes blancos, se incorporan a las ramas anteriores de los nervios sacros S2, S3 y S4, formando nervios esplácnicos pélvianos que se unen al plexo hipogástrico. Desde aquí las fibras

posganglionares ocupan su territorio en la parte terminal del intestino grueso, la vejiga, órganos genitales internos y órganos eréctiles.³

SISTEMAS ADRENÉRGICO Y COLINÉRGICO DEL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO. (NEUROTRANSMISORES)

Hace referencia a los neurotransmisores de los terminales sinápticos, habitualmente en el simpático es la noradrenalina y en el parasimpático la acetilcolina, de aquí se denominan adrenérgico y colinérgico respectivamente, aunque las fibras preganglionares simpáticas también utilizan noradrenalina como neurotransmisor. A su vez en ambos sistemas existen receptores:

R. Adrenérgico: Presenta receptores nicotínicos que permiten la repolarización de la membrana y generan potenciales postsinápticos rápidos; y receptores muscarínicos que permiten la despolarización de la membrana y producen potenciales postsinápticos lentos.

S. Colinérgico: Presenta receptores Alfa que permiten la función excitadora, y receptores Beta que cumplen con la función inhibidora.

El sistema nervioso vegetativo cumple con la función de mantener constante el medio interno, para esto ocupa sus dos partes el simpático y parasimpático, los cuales actúan de manera antagonista.

La estimulación simpática produce una actividad corporal elevada, que ocasiona incremento de la presión arterial, la frecuencia cardíaca y respiratoria, dilatación pupilar, erección de los pelos y aumento de la sudoración, a su vez disminuye la motilidad gastrointestinal y las secreciones digestivas. La estimulación parasimpática por el contrario produce incremento de la motilidad y secreciones gastrointestinales, activa los reflejos de defecación y micción, enlentece la frecuencia cardíaca y respiratoria y produce constricción pupilar. En resumen el simpático aumenta el rendimiento corporal en situaciones de estrés y emergencia y el parasimpático estimula el anabolismo, la regeneración y la formación de reservas corporales.

Comparando las zonas de distribución de ambas porciones del SNA se entiende que existen sectores donde es importante la inervación predominante de una de las dos partes del sistema, así por ejemplo la vejiga que en su mayoría recibe inervación parasimpática y la parte simpática no altera las funciones de la misma; las glándulas sudoríparas, los músculos pilosos de la piel y el brazo y los suprarrenales solo reciben inervación simpática. Por el contrario es muy importante en otras zonas la inervación de ambos sistemas los cuales actúan de forma antagonista como se explicó anteriormente.

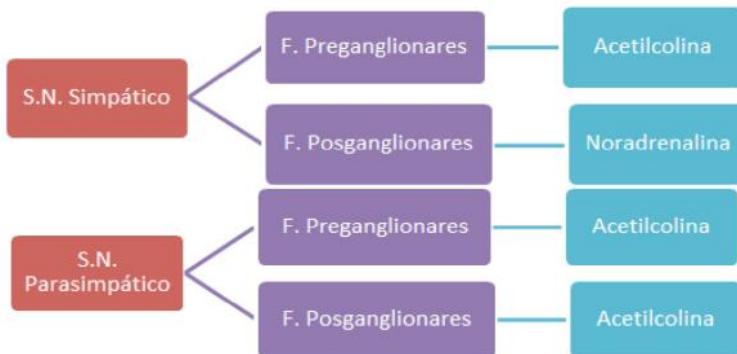


Tabla 14.4. Funciones, territorio y antagonismo de las porciones simpática y parasimática del SNA.

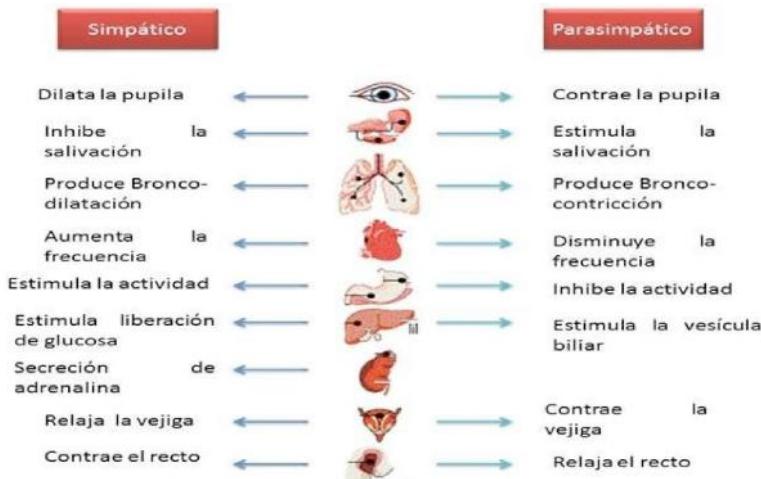


Figura 14.6. Diferencia funcional: simpático y parasimático

SISTEMA NERVIOSO ENTÉRICO

El sistema nervioso entérico es considerado como una tercera división del sistema nervioso autónomo, comienza a nivel del estómago y se extiende a lo largo del intestino delgado, duodeno, colon, recto y se conecta con el páncreas y la vesícula biliar para controlar ciertas secreciones hormonales. Este sistema que contiene más

neuronas que la médula espinal y contiene neuronas motoras (musculares excitatorias, m. inhibitorias, secretomotoras, entéricas vasodilatadoras y células G), sensitivas (mecanorreceptoras y quimiorreceptoras) e interneuronas.

Cumple con la función de transmitir información desde el sistema nervioso simpático y parasimático hacia el tubo digestivo controlando mediante reflejos locales la actividad motora y secretora

del mismo, aun en ausencia de inervación extrínseca, por ello se lo considera como un segundo cerebro.

En el epitelio gastrointestinal se originan terminaciones nerviosas sensitivas y envían fibras aferentes a los plexos entéricos y a los ganglios paravertebrales del sistema nervioso simpático, a la médula espinal y al tronco encefálico por medio del nervio vago, de esta forma estos nervios desencadenan reflejos locales dentro del propio intestino o reflejos que regresan al tubo digestivo a partir de los ganglios paravertebrales o de las regiones basales del encéfalo.

En el sistema entérico tienen gran importancia las células intersticiales de Cajal que actúan como marcapasos formadores de ondas eléctricas que determinan el ritmo peristáltico. Este

sistema está formado por dos plexos de importancia:

- o **Plexo submucoso de Meissner:**

Se encuentra ubicado entre las capas circular media y mucosa, regula sobre todo la secreción de hormonas, enzimas y otras sustancias y del flujo sanguíneo gastrointestinal; además recibe información sensorial de quimiorreceptores y mecanorreceptores del tubo digestivo.

- o **Plexo mientérico de Auerbach:**

Se sitúa entre las capas musculares longitudinal externa y circular media. Controla especialmente la motricidad del músculo liso gastrointestinal; sus efectos principales son el aumento de la contracción tónica, aumento de la intensidad y la frecuencia de las contracciones y aumenta la velocidad de conducción de las ondas excitatorias. 4

Taller

1.- Haga un cuadro, explicando la anatomía comparativa entre Sistema Nervioso Simpático y Sistema Nervioso Parasimpático.

2.- Haga un cuadro, explicando las diferencias funcionales entre Sistema Nervioso Simpático y Sistema Nervioso Parasimpático.

Referencia Bibliográfica

- 1.- Latarget M, Ruiz Liard A., Anatomía Humana, 3º Edición, Tomo 1, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina, 1995.
- 2.- Rouviere H., Delmas A., Anatomía Humana, 11º Edición, Tomo 4, Masson S.A., Barcelona, España, 2005
- 3.- Kahle W., Frotscher M., Atlas de Anatomía, 7º Edición, Tomo 3, Ediciones Omega, España, 2003.
- 4.- Guyton A., Hall J., Tratado de Fisiología Médica, 11º Edición, Elsevier, 2006.
- 5.- Testut L., Latarget A., Tratado de Anatomía Humana, Tomo 3, Salvat Editores

Métodos de Diagnóstico por Imágenes en Neuro Ciencias

INTRODUCCIÓN:

En los últimos 25 años, ha habido un desarrollo vertiginoso y continuo de los métodos de diagnóstico en neuroimagen. Dichos adelantos se han dado en la calidad de imagen, para ver la morfología, el flujo sanguíneo además la funciones cerebrales y aspectos metabólicos del sistema nervioso.

El médico actualmente dispone de algunas opciones en estudios por imágenes, las principales comprenden:

- La Radiología Simple
- La Tomografía Computarizada
- La Angiografía por CT
- La CT de Perfusión
- La Resonancia Magnética Nuclear
- La Angiografía por Resonancia Magnética

- La Resonancia Magnética Funcional

- La Espectroscopia por Resonancia Magnética
- Las Imágenes de Difusión por Resonancia Magnética

- Angiografía digital
- La Ecografía Transfontanelar

RADIOLOGIA SIMPLE

Utiliza radiaciones electromagnéticas conocidas como los rayos X, los cuales fueron descubiertos en forma accidental el 8 de Noviembre de 1985, por el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen, al trabajar con un tubo de Crookes observó de forma casual que al ser energizado producía fluorescencia en una pantalla de plato cianuro de bario y comprobó que al interponer la mano de su esposa entre el tubo y la pantalla podía visualizar la estructura ósea de los dedos sobre la pantalla, es así que descubre estos rayos a los cuales denomino Rayos X debido a que desconocía sus características.

Posiciones Radiológicas:

Las más utilizadas son las siguientes:

- Rx Anteroposterior de cráneo
- Rx Anteroposterior de Towne
- Rx Anteroposterior de Waters

- Rx lateral de cráneo
- Rx Posteroanterior de Caldwell
- Rx de base de Cráneo o de Hertz

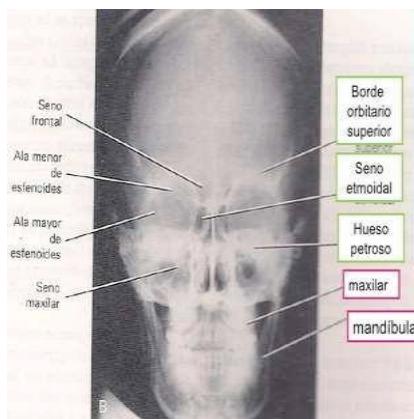


Figura 15.1. Rx Anteroposterior o de Cráneo

Puede ser parado o sentado; se observan estructuras vasculares (lagos venosos) en el espacio entre las dos capas de la bóveda craneal (tablas interna y externa), conocido como DIPLOE.

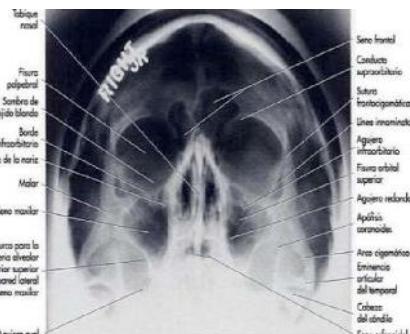


Figura 15.3. Rayos x anteroposterior de waters

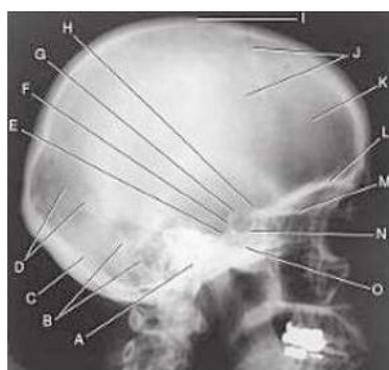


Figura 15.4. Rx lateral

El ángulo de incidencia del haz central de rayos x es de 30-35 grados caudales. Permite valorar occipital, peñascos, agujero magno y ambos mastoides, así como los poros acústicos internos y el dorso de la silla turca.

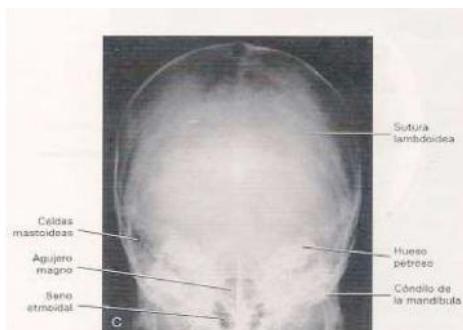


Figura 15.2. Rx Anteroposterior de Towne

También llamada occipitomentoniana, es una variación de la proyección PA, útil para evaluar los senos maxilares, pero además muestra el seno frontal y etmoidal, la órbita, la sutura frontocigomática y la cavidad nasal. También muestra la porción de la coronoides entre el maxilar y el arco cigomático.

- A. Conducto auditivo externo
- B. Porción mastoidea del hueso temporal.
- C. Hueso occipital
- D. Sutura lambdoidea
- E. Clivus
- F. Lámina cuadrilateral del esfenoides
- G. Apófisis clinoides posteriores
- H. Apófisis clinoides anteriores
- I. Vértice del cráneo
- J. Sutura coronal
- K. Hueso frontal
- L. Placas orbitarias
- M. Placa cribiforme
- N. Silla turca
- O. Cuerpo de esfenoides

Radiografía obtenida con un lado del cráneo apoyado contra la placa.

Ayuda a valorar: huellas vasculares, tamaño y forma, grosor y densidad, suturas y base craneal. 1

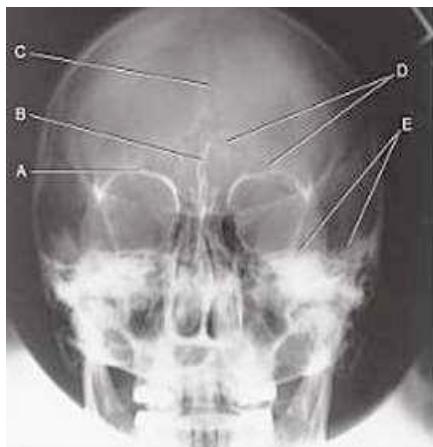


Figura 15.5. Rx posterior anterior de caldwell

Radiografía tomada con una discreta angulación del haz de rayos hacia abajo. Útil para determinar simetría del cráneo comparando ambos lados.

- A. Margen supraorbitaria
- B. Crista galli del eymoides
- C. Sutura sagital (cráneo posterior)
- D. Sutura lambdoidea
- E. Cresta petrosa.

ROL DE LA RADIOGRAFÍA DE CRÁNEO EN TRAUMA:

Su uso ha disminuido por la utilización extendida de la tomografía.

En trauma la ausencia de fractura no excluye lesión intracranial grave.

Rx de Columna:

Los distintos segmentos cervicales, torácicos, lumbares, y sacro coccígeos, se pueden explorar en posiciones básicas: Anteroposterior, lateral y oblicuas. Existen proyecciones adicionales como la transoral para ver la articulación atlanto/axoidea, las posiciones en flexión o extensión de la columna cervical y lumbar, estas últimas llamadas radiografías funcionales nos sirven para evaluar rigidez y signos de inestabilidad de la columna.

LO NORMAL:

- Las vertebras deben presentar características normales en cuanto a su tamaño, forma y apariencia.
- No deben observarse soluciones

de continuidad, pérdida de contacto articular u objetos extraños.

- Los tejidos blandos alrededor de las vértebras deben tener características normales.

- La columna no debe presentar curvaturas anormales

LO ANORMAL:

- Pueden verse fracturas, dislocaciones o cuerpos extraños.

- Pueden observarse enfermedades que afectan la columna, tales como disminución de la densidad (de osificación, desmineralización) o signos radiológicos de artritis o artrosis (osteofitosis).¹

- Anormalidades vertebrales adquiridas (neoplasias, infección, trauma) o congénitas (existentes desde el nacimiento).

- Deflexiones anormales de la columna (tales como la escoliosis)

La enfermedad discal puede a veces ser vista en una radiografía de la columna como un estrechamiento del espacio intervertebral.

de una matriz.

Distintas Modalidades:

Tomografía Axial Computarizada (TAC)

La tomografía axial computarizada o TAC, también conocida como escáner o TC (tomografía computarizada), es una prueba diagnóstica que, a través del uso de rayos X, permite obtener imágenes radiográficas del interior del organismo en forma de cortes trasversales o si es necesario, se reconstruyen estas imágenes para obtener imágenes tridimensionales.

**Tomografía
Computarizada Helicoidal
Multicorte**

En esta modalidad la mesa se mueve en forma continua a través de los Rx en rotación, y así genera una hélice de información que se puede mostrar en cortes de distinto grosor. Es un estudio más breve, permite generar imágenes dinámicas durante la administración de contraste.

Tomografía Multicorte.- En esta modalidad de tomografía se incorporaron a los tomógrafos helicoidales más de un detector (4, 11, 16 hasta 128 actualmente), pasando a disminuir la radiación a la que se expone al paciente y mejorando la calidad de las imágenes

Tipos de Estudio: Tomografía simple:

Corresponde a un estudio tomográfico sin la utilización de medios de contraste.

Todos los principios de la radiografía simple están presentes en la tomografía computarizada (TC) porque se usa un tubo de rayos X instalado en un soporte donde gira 360°. Hay detectores de rayos X que cubren la totalidad del círculo, mientras que un computador le da un valor numérico a cada una de las celdas (píxeles)

Tomografía Contrastada:

Nos permite al administrar un medio de contraste, realzar estructuras patológicas

Angiotac.- Es una variante de la tomografía computarizada que permite visualizar el flujo de los vasos arteriales o venosos cerebrales, luego de la administración de un medio de contraste, y luego del manejo de un software que permite realzar las estructuras vasculares.

Tomografía de perfusión.- Es un estudio tomográfico en el que mediante un software permite evaluar defectos en la perfusión cerebral, como por ejemplo en un accidente cerebro vascular.

Uso Diagnóstico la Tomografía-Una tomografía computarizada en neuroimagen se recomienda para ayudar a diagnosticar o vigilar las siguientes afecciones:

- Enfermedades congénitas del SNC
- Patologías Inflamatorias
- Lesiones tumorales
- Hidrocefalia
- Trauma de Cráneo y columna
- Accidente cerebrovascular
- Enfermedades degenerativas cerebrales

Los términos utilizados para la descripción de las imágenes hacen alusión a la densidad de las mismas y se denominan de baja densidad o hipodensa (agua) o de alta densidad o hiperdensa (calcio, sangre) o isodensa con relación a determinando tejido (de igual densidad).



Figura 15.6. Hematoma intraparenquimatoso con edema perilesional .



Figura 15.7. Hematoma epidural (Imagen en lente biconvexo frontal derecho .



Figura 15.8. Hematoma subdural parietal izquierdo con colapso del ventrículo lateral.³

RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR

Fundamento:

Inicialmente denominada Resonancia Nuclear Magnética. En RM, la imagen se obtiene por señales que provienen del núcleo del átomo (de ahí su denominación Resonancia Nuclear Magnética).

Los protones del núcleo atómico tienen un movimiento continuo de giro sobre si mismo (Spin) generando un pequeño campo magnético, al aplicar un campo magnético externo a través de un imán (Medido en Teslas), estos protones adquieren 2 orientaciones, a favor o en contra del campo magnético, al aplicar una energía externa en impulsos de radio frecuencia, los núcleos captan esa energía y cambian su orientación y el vector magnético, al suprimir el impulso de radiofrecuencia, los núcleos vuelven nuevamente a su posición original, liberando energía, que se puede detectar como tiempo de relajación, esta señal que es captada por una antena para cuantificar los tiempos en que la magnetización transversal desaparece (este es el tiempo de relajación transversal o T2) y el tiempo en que la magnetización longitudinal se restablece completamente (tiempo de relajación longitudinal o T1). Al intervalo transcurrido entre la aplicación del impulso de radiofrecuencia y la captación de la señal de resonancia magnética o eco se denomina tiempo de eco (TE). La manipulación de varios parámetros técnicos principalmente el tiempo de repetición del impulso, el tiempo de eco y el ángulo de deflexión de la magnetización originan distintas

secuencias en resonancia magnética con el objeto de lograr un contraste diferente entre los tejidos

En forma general en resonancia magnética los tejidos en neuroimagen ofrecen las siguientes características al visualizar las imágenes en T1 o en T2:

T1 NEGRO:

- Agua
- Vasos
- Aire
- Quistes

T1 BLANCO

- Grasa
- Hemorragia subaguda
- Contraste Magnético
- Sustancia Blanca

T1 GRIS

- Sustancia Gris
- Lesiones con Agua

T2 GRIS

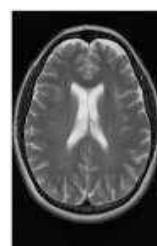
- Sustancia Gris
- Grasa

T2 NEGRO

- Sustancia Blanca
- Músculo
- Hueso cortical
- Aire
- Vasos



Pot en T1



Pot en T2

Figura 15.9. T2 Blanco

Los términos utilizados para la descripción de las imágenes hacen alusión a la mayor o menor intensidad de señalasíserán hiperintensas (blanco) o hipointensas (negro)

Uso diagnóstico:

La imagen por RM es la técnica más sensible para el estudio de los tumores cerebrales, accidentes cerebrovasculares (ictus), patologías inflamatorias, enfermedades congénitas y algunas enfermedades crónicas del sistema nervioso central (SNC) como la esclerosis múltiple. Además se usa para descartar alteraciones cerebrales en pacientes con demencia y también se usa para estudiar la hipófisis. La RMN también es capaz de detectar pequeñas alteraciones en los tejidos de los ojos y del oído interno

El medio de contraste es el gadolinio, el mismo que realza estructuras patológicas, tales como: Tumoraciones, patologías inflamatorias, malformaciones vasculares.

Angiografía por Resonancia Magnética.

- Es una modalidad de la resonancia magnética, que permite visualizar la estructura de los vasos sanguíneos y su flujo con el objeto de investigar alteraciones estructurales (malformaciones vasculares) y patologías obstructivas (estenosis, coágulos). Para eso se utilizan las secuencias TOF (Time of Flight) y PC (Phase Contrast),

estas secuencias anulan la señal del tejido estacionario y captan la señal de los espines móviles en la circulación, estas secuencias no requieren la utilización de contraste endovenoso, pero la administración de gadolinio en casos necesarios permite realizar mas las fases arterial y venosa, sobre todo en vasos pequeños, estenosis o regiones de vasos tortuosos ⁴



Figura 15.10. Angioresonancia de las estructuras del polígono de willis

Resonancia Magnética Funcional

Las imágenes obtenidas mediante la resonancia magnética funcional, nos permiten visualizar las áreas cerebrales funcionales en la realización de una tarea específica, o ante la exposición ante determinados estímulos, la visualización de las áreas reactivas en el cerebro se han explicado por el efecto BOLD (blood oxygenation level dependency effect) el mismo que se basa en el flujo sanguíneo cerebral, el metabolismo neuronal, y las propiedades magnéticas de la hemoglobina,

lo que permite tener una señal al someter al cerebro a un campo magnético.

Hombre de 32 años, diestro al que se le aplicó un test en el cual debió escuchar una historia pregrabada. Se obtuvo activación dominante a izquierda de área de Broca, área de Wernicke, giro supra marginal izquierdo, área motora y premotora. También el área de corteza auditiva se activó mayormente a izquierda.



Figura 15.12. Tractografía por resonancia.

Magnética.

Espectroscopia por Resonancia magnética.

Es un método no invasivo que permite un análisis del metabolismo de las lesiones con el objeto de determinar la naturaleza tumoral o no tumoral de la misma.

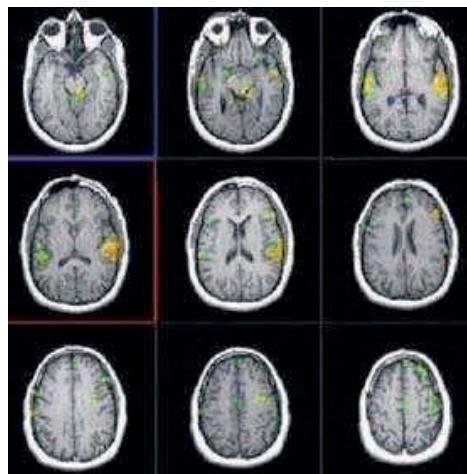


Figura 15.10. Espectroscopia de una lesión tumoral con incremento de la colina, disminución de NAA (N-ACETIL ASPARTATO) y un pico de lactato propios de un proceso tumoral.

Es un procedimiento que se usa para poner de manifiesto los tractos neurales, utiliza una técnica denominada imagen ponderada de difusión, que es sensible a la difusión del agua en el cuerpo, de tal manera que muestra una imagen tridimensional de los tractos, útil al neurocirujano para respetar el mayor número de tractos indemnes, para comprender también, déficits funcionales, asociativos y de aprendizaje.⁵



Figura 15.13. Imagenes de difusión de resonancia magnética.

Imágenes de difusión de Resonancia Magnética.

Esta técnica se basa en la detección en vivo del movimiento de moléculas de agua la que puede estar restringida en determinadas condiciones patológicas como isquemia y tumores, es utilizada desde hace tiempo en el diagnóstico precoz del infarto cerebral, evidenciando zonas de edema citotóxico presente 3 a 5 minutos después de presentarse este en lesiones isquémicas a diferencia de los cambios que se observan en tomografía en estos problemas a las 24 horas

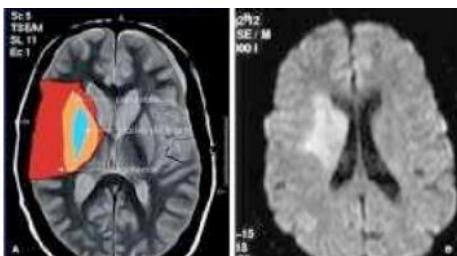


Figura 15.14. Rm de difusión 45 minutos luego de un ictus isquemico, se aprecia una area hiperintensa de difusión que corresponde a una zona de infarto

PET

La tomografía de emisión de positrones (PET) es una técnica de medicina nuclear que tiene la capacidad de detectar el cáncer por medio de mecanismos basados en las alteraciones moleculares de los procesos neoplásicos. Requiere la inyección de un trazador radiactivo, emisor de positrones.

Al igual que la medicina nuclear convencional, el principio de esta técnica se basa en el concepto de la cinética de

trazadores, posibilitando la detección de procesos fisiopatológicos que resultan de cambios bioquímicos.

Los radioisótopos emisores de positrones son elementos básicos de la química orgánica como: 11C, 13N, 15O y 18F. En consecuencia, es posible marcar fácilmente cualquier molécula biológica por sustitución o mediante alienación con 18F. Las moléculas a marcar pueden ser metabolitos, como la glucosa o sus análogos, aminoácidos, ácidos grasos, agua, oxígeno y moléculas afines a receptores celulares diversos.

Una característica importante de los isótopos emisores de positrones es que son producto de ciclotrón (equipo acelerador de partículas) y, debido a su vida media muy corta (2-110 minutos), el laboratorio de radiofarmacia, para la síntesis de los compuestos, y la cámara PET, para la adquisición de las imágenes, deben estar situados a corta distancia.

El PET tiene aplicaciones clínicas relevantes en tres grandes áreas: oncología, cardiología y neurología. Las aplicaciones oncológicas constituyen 90% de su uso actual, de forma que esta tecnología representa una herramienta fundamental en el manejo clínico de pacientes con cáncer.⁶

En forma general, podemos señalar que la tomografía PET se puede usar en la evaluación de pacientes oncológicos para (1,7):

Distinguir entre tumores benignos y malignos en donde las imágenes anatómicas

sean dudosas y existan contraindicaciones relativas para la biopsia.

- Identificar un tumor primario desconocido en pacientes con enfermedad metastásica.
- Establecer el grado de malignidad de un tumor.

Establecer el estadio de la enfermedad al diagnóstico y en la recaída (reestadificación).

- Evaluar la existencia de enfermedad recurrente o residual.

Establecer la topografía de las lesiones metastásicas en pacientes con niveles elevados o en ascenso de marcadores tumorales.

Evaluar la respuesta a la terapia oncológica.

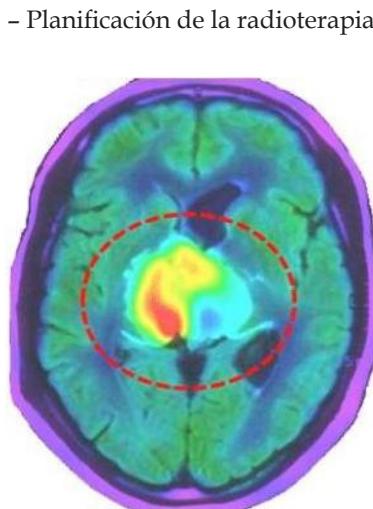


Figura 15.15. Imagen en pet de un tumor talámico.

SPECT (Tomografía Computada de Emisión Monofotónica)

Es una técnica que utiliza rayos gamma emitidos por un isotopo radioactivo como el tecnecio 99N el mismo que es introducido

en el cuerpo humano, colocando al paciente en una cámara de rayos gamma que gira alrededor de él con rotaciones completas de grados variables de acuerdo al equipo, para obtener imágenes con reconstrucciones tridimensionales.

Uso Diagnóstico: En el año de 1996, la academia Americana de Neurología, estableció la utilidad clínica del SPECT, en el estudio de la enfermedad vascular cerebral, de las demencias, y de la epilepsia.

En la enfermedad vascular cerebral, se observan áreas de isquemia hipocaptantes cuando la TAC y la Resonancia Magnética aún son negativas, en las demencias se observa patrones de baja perfusión temporoparietal bilateral o unilateral en la enfermedad de Alzheimer, y patrones de hipoperfusión frontal en las demencias frontales, como en la enfermedad de Pick, en las epilepsias, el foco epileptógeno, es captado como hiperactivo durante la crisis de epilepsia de gran utilidad para los neurocirujanos.

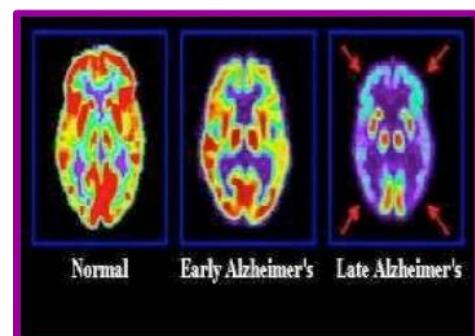


Figura 15.16. Pet del alzhimer

ANGIOGRAFIA DIGITAL

Es un método de diagnóstico invasivo que requiere la utilización de un equipo que emite rayos x ligado a una computadora que suprime estructuras óseas y blandas (sustracción digital) que requiere la introducción de un catéter generalmente en la arteria femoral llevándolo hasta los vasos supraaorticos e inyectando un medio de contraste a fin de obtener un registro detallado en cine de las fases arterial y venosa de la circulación cerebral. Tiene una muy buena resolución de las estructuras vasculares lo que supone una ventaja frente a los otros métodos que evalúan la circulación cerebral. Su desventaja la constituye el que es un método invasivo y la utilización de rayos X.⁷

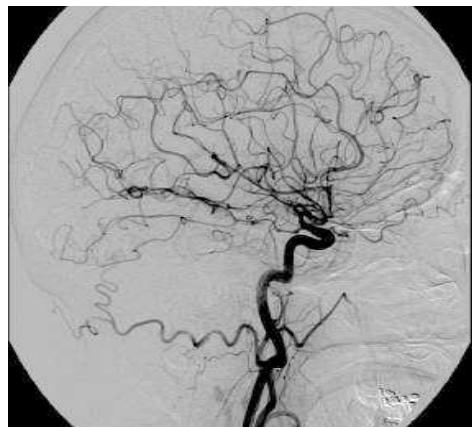


Figura 15.17. Angiografía.

Ecografía Transfontanelar.

Utilizada en niños, para evaluar el encéfalo a través de la fontanela anterior, mientras

esta permanece abierta con utilidad para la detección de la encefalopatía isquémica perinatal, hemorragias cerebrales, enfermedades congénitas, lesiones tumorales, hidrocefalias, tiene la ventaja de utilizarse a la cabecera del paciente y no utilizar radiaciones.⁸



Figura 15.18. Ecografía Transfontanelar.

Doppler Transcraneal.

Es una técnica diagnóstica no invasiva, que utiliza ondas de ultrasonido de baja frecuencia (2MHz) que atraviesan la barrera ósea/craneana, permite estudiar la circulación de las arterias cerebrales principales, a fin de diagnosticar diversas enfermedades vasculares cerebrales tales como: Vaso espasmo cerebral, infartos cerebrales, algunas malformaciones arteriovenosas, angiomas.

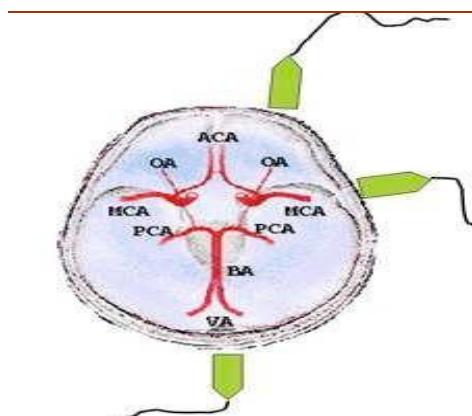


Figura 15.19. Doppler Transcraneal.

Referencia Bibliográfica

- 1.- Espanol Ninds. (s.f.). Recuperado el enero de 2010, de http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/diagnostico_neurologico.htm
- 2.-NLM NIH. (s.f.). Recuperado el ENERO de 2010, de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003786.htm>
- 3.- SALUD Y MEDICINAS. (s.f.). Recuperado el ENERO de 2010, de <http://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/dolor-fiebre/analisis-y-estudios-laboratorio/radiografia-craneo.html>
- 4.-Luis Pedroso Mendoza, B. V. (2005). IMAGENOLOGIA. En B. V. Luis Pedroso Mendoza, IMAGENOLOGIA (pág. 149). LA HABANA: Ciencias Medicas. (angioresonancia)(tac) helicoidal
- 5.-Hill, M. G. (s.f.). Diagnostico por imagen. En M. G. Hill, Diagnostico por imagen (pág. 647). INTER AMERICANA. (resonancia magnetica)
- 6.- HOSPITAL SAN JAVIER. (s.f.). Recuperado el ENERO de 2010, de http://www.hospitalsanjavier.com/03_Nosotros/01_hospitales_san_javier/04-tomografia-computarizada-helicoidal-multicorte.html
- 7.-Hill, M. G. (s.f.). Diagnostico por imagen. En M. G. Hill, Diagnostico por imagen (pág. 642). INTER AMERICANA. (angiografia resonancia)
- 8.-Hill, M. G. (s.f.). Diagnostico por imagen. En M. G. Hill, Diagnostico por imagen (pág. 644). INTER AMERICANA. (transfontelar)

Métodos de Diagnósticos en Neuro Ciencias

INTRODUCCIÓN:

En la actualidad se utilizan múltiples técnicas que con tecnología moderna proporcionan una forma segura de diagnóstico médico al paciente neurológico. En cuanto se refiere al estudio craneal y cerebral los métodos más utilizados para obtener imágenes del encéfalo y del cráneo son la Tomografía Computada y la Resonancia Magnética, además uno de los métodos más actuales como la Tomografía por Emisión de Positrones.

Además se puede evaluar a través de métodos de imagen la circulación cerebral y su actividad eléctrica.

Estos mismos métodos diagnósticos nos pueden ayudar en el diagnóstico de patologías en canal medular y meninges.

Es de importancia entender que las diversas técnicas de imagen médica aportan información complementaria sobre el estado físico-fisiológico del órgano en estudio, así como entender que una nueva técnica no sustituye la anterior sino la complementa aportando aspectos

diferentes que confirman, matizan y en algunos casos modifican un diagnóstico realizado con las técnicas mas antiguas.

El estudio de este capítulo llevará al estudiante a relacionarse con los métodos que se utilizan para diagnóstico, su desarrollo, evolución y uso.¹

RADIOGRAFÍA SIMPLE DE CRÁNEO

HISTORIA

En la evolución de la historia de la medicina, es de gran importancia el descubrimiento de los rayos X quienes han sido la base de siguientes descubrimientos de imagen más avanzados.

El descubrimiento de los rayos X esta atribuido al experimento realizado en el año 1895 WILHELM CONRAD ROENTGEN, cuando expuso la mano de su esposa por largo tiempo a la radiación de un tubo de CROOKES y colocó debajo una placa de fotografía, siendo el resultado de esto la primera radiografía de la historia.

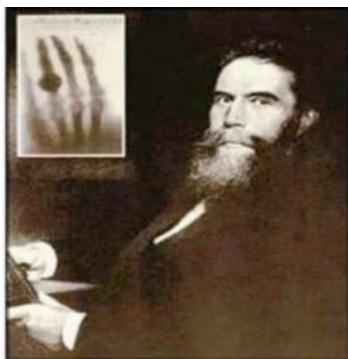


Figura 16.1. La primera radiografía en un humano con fines diagnósticos la realizó el Dr. Edmund Kells el que tomó la primera radiografía intraoral para procedimientos odontológicos, sería la primera radiografía tomada en un cráneo de un paciente vivo.¹

Equipo

Para producir rayos X se necesita una fuente de electrones que choque contra una diana con suficiente energía: el tubo de rayos X.

El tubo de rayos X es básicamente un vidrio (una ampolla de cristal) conteniendo en su interior, al vacío, un electrodo negativo llamado cátodo, y uno positivo llamado ánodo. En el cátodo hay un filamento (generalmente un alambre de tungsteno) que emite electrones cuando se calienta, los cuales son enfocados para chocar contra el ánodo en una zona llamada foco. De esta zona surge el haz de rayos X (radiación incidente), que se dirige al objeto en estudio (el cuerpo humano en nuestro caso), y éste absorbe una cantidad de rayos X, y otra cantidad lo atraviesa. Esta cantidad de rayos que atraviesa al objeto se puede visualizar como imagen permanente en una placa radiográfica.²

Cuando el cuerpo se somete a los rayos X, diferentes partes del cuerpo permiten que pasen cantidades variables de rayos X a través de ellas. Las imágenes se producen en grados de luz y sombra, según la cantidad de rayos X que penetren los tejidos. Los tejidos blandos del cuerpo (como la sangre, la piel, la grasa y el músculo) permiten que la mayoría de los rayos X los atraviesen y aparezcan en gris oscuro en la placa. Un hueso o tumor, que es más denso que los tejidos blandos, permite que pasen menos rayos X a través del mismo y aparece en color blanco en la radiografía. En una fractura de un hueso, el haz de rayos X pasa a través de la zona fracturada y aparece como una línea negra en el hueso blanco.³

USO DIAGNÓSTICO

La Rx. de cráneo en neurología en la actualidad es utilizada en casos muy puntuales, es requerida en forma básica para evaluación de estructura ósea craneal.

Proyecciones Habituales

La radiografía de cráneo puede ser realizada en varias proyecciones:

- Lateral: Ésta proyección nos permite analizar, huellas vasculares, tamaño y forma junto con la relación cráneo/ cara, grosor y densidad del hueso, suturas y base craneal lateral.



Figura 16.2. Proyecciones lateral de Rx de Cráneo

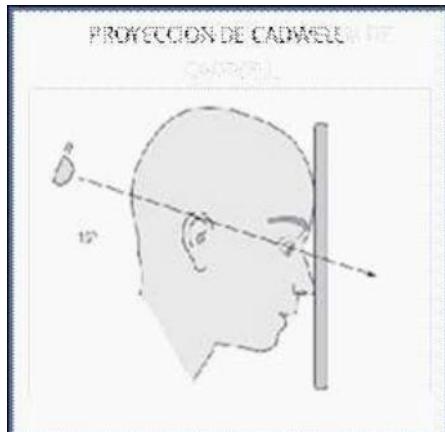


Figura 16.4. Proyección de Towne o Anteroposterior.

- Proyección de Cadwell o postero-anterior. Util para determinar la simetría del cráneo comparando ambos lados, permite determinar orbita, alas esfenoidales, apófisis clinoides, pirámides petrosas del temporal. Se obtiene con una breve inclinación del haz de rayos X hacia abajo.



Figura 16.3. Proyección de Cadwell.



Figura 16.5. Proyección de Towne

- Proyección de Hirtz o base de cráneo: Se consigue con la deflexión total de la cabeza de forma que el plano medio sagital sea perpendicular y coincida con la línea media de la mesa logrando la equidistancia entre los conductos auditivos externos, así el rayo central incide perpendicular al plano de apoyo y el haz transversal pasa por el CAE y emerge por el Vertex, consiguiendo así la visualización de la base de cráneo, los senos frontales, las fosas nasales, la orbita, el seno maxilar, el seno esfenoidal, rinofaringe, agujero redondo menor y el oval. Los peñascos, la columna cervical, el agujero occipital, apófisis odontoides y el mastoides. Debido a tecnologías nuevas esta proyección ya es utilizada comúnmente.²

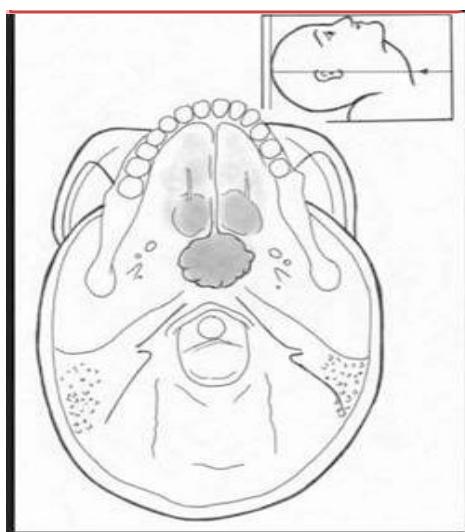


Figura 16.6. Proyección de HIRTZ.



Figura 16.7. Proyección de base de cráneo

INDICACIONES PARA REALIZACIÓN DE RX DE CRÁNEO

La radiografía de cráneo es un procedimiento que se utiliza de acuerdo a la necesidad diagnóstica ante determinado paciente, cuando éste haya sufrido Trauma Cráneo Encefálico y exista sospecha de fractura de huesos craneales.



Figura 16.8. Fractura Lineal de Cráneo.

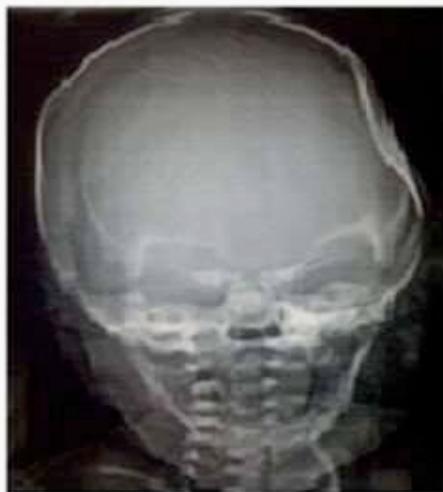


Figura 16.9. Rx con Hundimiento de H. Parietal Izq..

Además se la suele utilizar para el diagnóstico temprano de malformaciones congénitas, cierto tipo de trastornos endócrinos que suelen alterar la estructura ósea del hueso, y ciertas enfermedades que suelen causar calcificaciones cerebrales, y es muy útil en la valoración inicial de senos paranasales.

Se debería tomar muy en cuenta que en un paciente con antecedente de Trauma Cráneo Encefálico, es de gran importancia la valoración cervical mediante una Rx. Cervical, en donde las proyecciones en flexión y extensión, la odontoides y los pilares de la columna cervical pueden ayudar a excluir un daño ligamentoso y fracturas concomitantes.



Figura 16.10. Radiografía Lateral de Columna Cervical

Tomografía Computada Historia

La base de la evolución en Radiodiagnóstico es sin duda el descubrimiento de Rayos X, cuyo concepto es empleado en la tomografía computada, la misma que mantiene al tubo de rayos X pero que cambia a placa radiográfica por sensores electrónicos, cien veces mas sensibles. Este sistema fue inventado por el Inglés Godfrey Hounsfield, quien se baso en estudios realizados por Radom en 1917 los mismos que le permitieron la posibilidad de reconstruir planos anatómicos con las mediciones de absorción radiológica de varios puntos.



Figura 16.11. Sir. Godfrey N. Hounsfield (1919-2004)

En 1972 fabricó su primer tomógrafo computarizado cuyos resultados de radiación se proyectaban en unidades de superficie (PIXEL) en un monitor de computadora y posteriormente a través de una cámara fotográfica multiformato en placas radiográficas. Años después su creación le otorga el Premio Nobel de Medicina en 1979.

Equipo de Tomografía

La evolución de la tomografía atravesó por cuatro generaciones para poder alcanzar la tecnología actualmente utilizada. Los equipos de cuarta generación consisten en un tomógrafo espiral el mismo que emite una radiación permanente alrededor del paciente por medio de un tubo de rayos X que gira constantemente, mientras que la camilla en la que está el paciente en estudio se desliza uniformemente hacia el exterior del tomógrafo.



Figura 16.12. Equipo de topografía.

Los escáneres de TC de última generación, conocidos como escáneres de TC helicoidal, espiral o volumétrica

permiten obtener imágenes de una porción espiral seleccionada previamente. El sistema informático convierte esta información en cortes contiguos del grosor elegido. Esta técnica elimina artefactos producidos por algún movimiento realizado por el paciente y permite obtener imágenes tridimensionales de las partes blandas, del hueso o de los vasos llenos con un medio de contraste, las mismas que pueden ser modificadas de acuerdo a la necesidad diagnóstica para ser observadas en cualquier plano del espacio.

La TC con contraste es una técnica utilizada en la cual se inyecta al paciente un medio de contraste yodado antes de realizar exploración por TC. El yodo es una sustancia que tiene un número atómico elevado por lo que atenua los rayos X y como consecuencia permite una mejor visualización del vaso sanguíneo en estudio.

Uso Diagnóstico

La tomografía computada es uno de los métodos diagnósticos primordiales que se debe realizar ante la sospecha de trastorno neurológico, si la unidad cuenta con la capacidad para efectuarla.

La TC es un método rápido y preciso que está indicado en TCE no penetrante con alteración del nivel de conciencia o alteraciones encontradas en la exploración neurológica con causa o sin causa aparente, debido a que este nos permite detectar

de forma rápida y precisa hemorragias subaracnoideas recientes.



Figura 16.13. Hemorragia Subaracnoidea Postraumática

En una TC sin contraste, la hemorragia subaracnoidea aguda aparece hiperdensa (blanca), lo que contrasta con los espacios y cisternas subaracnoideas que suelen presentarse hipodensos (oscuros).

Al existir técnicas de TC con contraste éstas nos permiten visualizar de mejor manera la presencia de neoplasias y las áreas de inflamación ya que el medio inyectado sale de los vasos hacia los espacios extracelulares debido a que en estos casos la barrera hematoencefálica suele estar rota, mostrando así los tumores, las meninges inflamadas o el parénquima cerebral mostrarán diferentes grados de densidad.



Figura 16.14. Lesión Tumoral correspondiente a Meningioma TC

El uso diagnóstico de TC permite un diagnóstico de forma multidisciplinaria de alteraciones producidas tanto por enfermedades extrapiramidales con la Enfermedad de Parkinson, alteraciones vasculares como malformaciones arteriovenosas aneurismáticas además se las puede usar para evidenciar isquemias e infarto cerebral y hemorragias subaracnoideas, además hematomas de tipo subdural y epidural, también son utilizadas en diagnóstico de tipo inflamatorio como Absceso Cerebral.³



Figura 16.15. TC. Absceso cerebral

Resonancia Magnética Historia

La evolución tecnológica y el conocimiento de computadoras e imágenes digitales, permitieron la utilización de la Resonancia Magnética.

El fenómeno de resonancia es descubierto en 1946 por F. Bloch y por E. Purcell, quienes a base de este trabajo se hacen merecedores del Premio Nobel de Medicina en 1972, pero no es hasta el año 1977 donde Hinshaw obtuvo las primeras imágenes Tomográficas por Resonancia Magnética y es en 1981 que se construye el primer equipo para exámenes médicos de este tipo.

Equipo

La Resonancia Magnética es una técnica que está basada en la constitución protónica (iones de Hidrógeno) que están formando gran parte de tejidos corporales, los mismos que son átomos con un núcleo, una capa de electrones y unos polos norte y sur que giran alrededor de un eje, este movimiento alrededor de su eje produce una corriente eléctrica que crea un campo magnético, cuyos átomos funcionan como una especie de barras imantadas que giran, cuando estos protones son expuestos a un campo magnético externo dejan de orientarse al azar y se alinean en paralelo al campo magnético externo, aunque en diferentes niveles de energía. Por ende

cuando se somete a un procedimiento de RM el paciente se convierte en un imán, con todos los protones alineados a lo largo del campo magnético externo y girando en un ángulo concreto con una determinada frecuencia.

El equipo de Resonancia Magnética está conformado por un gran imán capaz de generar un campo magnético constante de gran intensidad en forma de cilindro. La intensidad del campo y el momento magnético del núcleo determinan la frecuencia de resonancia de los núcleos, así como la proporción de núcleos que se encuentran en cada uno de los dos estados.

Efectos Magnéticos en la Producción de Imágenes

En la resonancia magnética una onda de radio es una onda electromagnética, cuando esta onda es enviada en forma de pulso breve hasta el imán que contiene al paciente se la conoce como pulso de radiofrecuencia (RF), este pulso de RF puede tener diferente potencia de frecuencia. La resonancia es el resultado de la absorción de energía del protón cuando la potencia de frecuencia del pulso de RF coincide con la potencia de frecuencia del propio protón.

La resonancia tiene como consecuencia, anular los efectos magnéticos de ciertos protones e incrementar los niveles de energía y los efectos magnéticos de otro grupo de protones. Entonces dentro del

procedimiento cuando cesa la onda del radio, los protones anulados regresan de forma gradual a su estado y fuerza magnética originales a esto se le conoce como relajación, que es definida por una constante de tiempo conocida como T1, sin embargo existen protones agrupados en niveles mayores de energía y fuerza magnética que posteriormente también empiezan a perder energía a esta constante en el tiempo se le denomina T2. A partir de esto hay que tomar en cuenta que el tiempo de relajación en T1 es más prolongado que el T2. Los protones relajados liberan su energía en forma de eco y un selenoide receptor absorbe esta información y un ordenador determina las características de las ondas de radio emitidas por cada uno de los puntos concretos de la estructura en estudio construyendo la imagen y emitiéndola a un ordenador o placa, cabe destacar que las imágenes obtenidas en T1 o en T2 pueden ser modificadas al alterar los tiempos de recepción de los ecos.

La resonancia magnética también puede ser realizada con medio de contraste, para visualizar de mejor manera tumores o vasos sanguíneos, para lo cual se utiliza el gadolinio un metal pesado paramagnético que se lo emplea quelado a una determinada molécula y se comercializa en solución para su inyección intravenosa.

Uso Diagnóstico

En Neurología, las imágenes del cerebro suelen obtenerse en los planos coronal,

axial y sagital, cada plano permite evaluar diferentes estructuras.

En el plano coronal las imágenes se orientan perpendicularmente al eje rostrocaudal del prosencéfalo, pero son casi paralelas al eje rostrocaudal del tronco del encéfalo y de la médula espinal, por lo tanto una imagen obtenida a un nivel relativamente rostral de los hemisferios cerebrales solo mostrara estructuras procerebrales y estas aparecerán cortadas transversalmente. Fig. Sin embargo si el plano se desplaza entonces aparecerán en la imagen estructuras troncoencefálicas, tomando en cuenta que el tronco del encéfalo se corta casi paralelo con respecto a su eje rostrocaudal.

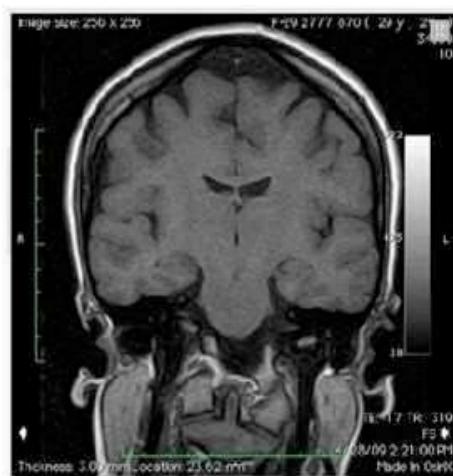


Figura 16.16. Resonancia Magnética Cerebral corte coronal en T1

Las imágenes obtenidas bajo un plano axial se orientan paralelamente al eje rostrocaudal de los hemisferios cerebrales, pero casi perpendiculares al eje mayor del tronco del encéfalo y de la médula espinal.

Una imagen axial que pase por el centro de los hemisferios cerebrales mostrará solo estructuras prosencefálicas y el extremo rostral de cada hemisferio quedará en la parte superior de la imagen y el extremo caudal quedará en la parte inferior de la misma.

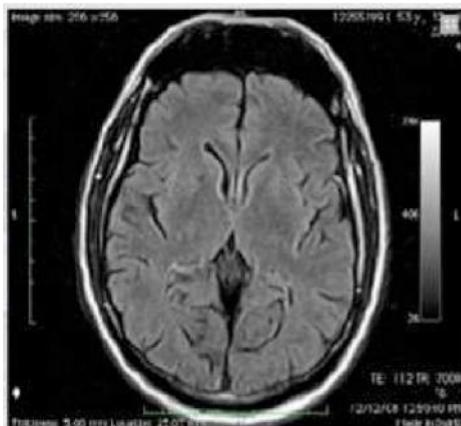


Figura 16.16. Resonancia Magnética de Cerebro Corte Axial en T2

La Resonancia Magnética en algunas secuencias son sensibles para valorar hemorragia aguda pero ciertos factores pueden limitar esta exploración. Sin embargo con técnicas especiales se puede valorar con RM infartos e isquemias cerebrales y determinar si están cursando fases agudas o subagudas.

Las contraindicaciones para realizar RM son los marcapasos cardiacos, los implantes cocleares, los cuerpos extraños ferromagnéticos y ciertas grapas usadas en procesos aneurismáticos.⁴

Tomografía por Emisión de Positrones Historia

La tomografía por emisión de positrones es una de las representaciones mas tangibles de la medicina nuclear por ende su historia nace posiblemente con el descubrimiento de la radioactividad artificial en 1934 y la producción de radionúclidos por el laboratorio nacional de Oak Ridge para medicina relacionados con el uso, en 1946.

El descubrimiento de los radioisótopos producidos artificialmente por Frédéric Joliot-Curie y Irene Joliot- Curie en 1934 serían la base mas importante para el desarrollo de la medicina nuclear.

En un inicio el uso de un radiofármaco fue dirigido hacia la terapia de cáncer de tiroides, luego se la usaría para obtener imágenes de la glándula tiroideas para la cuantificación de la función tiroidea y tratamiento del hipertiroidismo.

Hacia el año 1970 se dedujo que la mayoría de órganos podrían visualizarse mediante procedimientos de Medicina Nuclear, y es así como en 1971, la Asociación Médica Americana reconoce oficialmente la medicina nuclear como una especialidad médica.

Luego de una larga evolución de investigaciones traen como resultado los acontecimientos más recientes en Medicina Nuclear que incluyen la invención del primer escáner de tomografía por emisión de positrones (PET). Alrededor del año 1950 David E. Kuhl y Roy Edwards

presentan el primer diseño de tomografía por emisión y transmisión, que más tarde se convirtió en la tomografía de emisión calculada de fotón único (SPECT), este trabajo fue la base que condujo al diseño y construcción de varios instrumentos Tomográficas usados en la Universidad de Pennsylvania.

En 1998 D. W. Townsend de la Universidad de Pittsburgh en 1998 diseñan el primer prototipo de PET/CT. En la actualidad las Imágenes de PET/CT son un instrumento integral para el diagnóstico, ensayo y control de tratamiento, en todas las especialidades oncológicas.

Equipo

El equipo para la realización de esta técnica de imagen consta de una gammacámara PET, que se encargará de la detección y reproducción de la imagen, tras la administración endovenosa de radiofármaco respectivo según el estudio a realizar. Esta cámara detecta los diferentes fotones y crean imágenes que serán visualizadas en un tomógrafo.

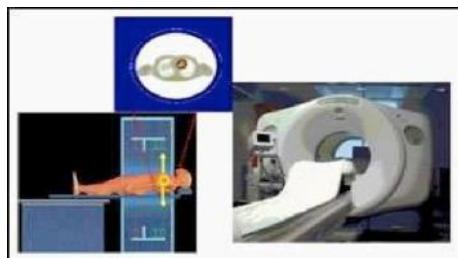


Figura 16.18. Tomografía por emisión de positrones

Además se necesita del apoyo de un equipo informático de alto nivel, el que permitirá almacenar datos, reconstrucción de imagen y visualización de la misma.

Mecanismo de producción de imágenes

La Tomografía por Emisión de Positrones es una técnica no invasiva de diagnóstico e investigación "in vivo" por imagen capaz de medir la actividad metabólica del cuerpo humano.

Al ser inyectados vía endovenosa radioisótopos estos son captados normalmente por los tejidos sanos y de manera anormal por los tejidos que presenten alteración patológica esta anormalidad puede estar representada en exceso, en forma reducida o nula, esta respuesta química es captada por una gammacámara que demuestra esta reacción a través de imágenes.

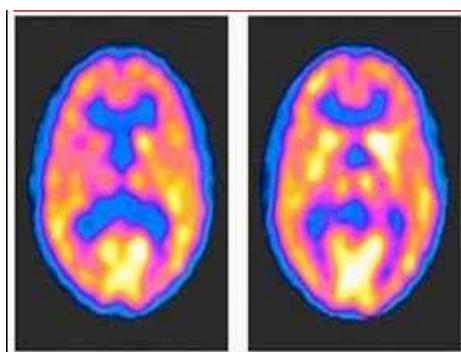


Figura 16.19. Tomografía por emisión de positrones.

La tomografía por emisión de positrones se basa en detectar y analizar la distribución tridimensional que adopta en el interior del cuerpo un radiofármaco de vida media ultracorta, estos radiofármacos como el C11, el N13 o el 015, que al ser incorporados en soluciones al torrente sanguíneo emiten partículas cargadas en forma positiva (positrones) las que se unen a los electrones de carga negativa en el tejido en estudio, como respuesta a esta interacción se producen radiaciones gamma lasque son detectadas y registradas por receptores electrónicos de un tomógrafo, esta conformación es captada por un equipo computarizado que emite imágenes a color que reconstruyen la imagen y demuestran donde se está produciendo el efecto del radioisótopo.

Además nos permite evaluar enfermedades de tipo neuropsiquiátrico, que sin alteración de estructura cerebral producen cambios bioquímicos de respuesta como la esquizofrenia, epilepsia, crisis maniacos depresivas y las demencias seniles. Se utiliza PET, para el análisis de la evolución de los diferentes tipos de demencias seniles.⁵

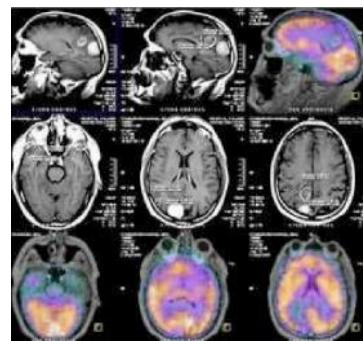


Figura 16.20. Metástasis Cerebrales

Uso diagnóstico

La PET por su capacidad de evaluar reacciones químicas a través de la imagen es una técnica que nos permite evaluar funciones biológicas como son la actividad metabólica, flujo sanguíneo, actividad celular del órgano en estudio.

En neurología uno de los principales usos diagnóstico es la detección de lesiones oncológicas cerebrales, y la detección de benignidad o malignidad de estas, y el estadiaje de la lesión oncológica, así como permite evaluar la respuesta al tratamiento y si existen recidivas posteriores.

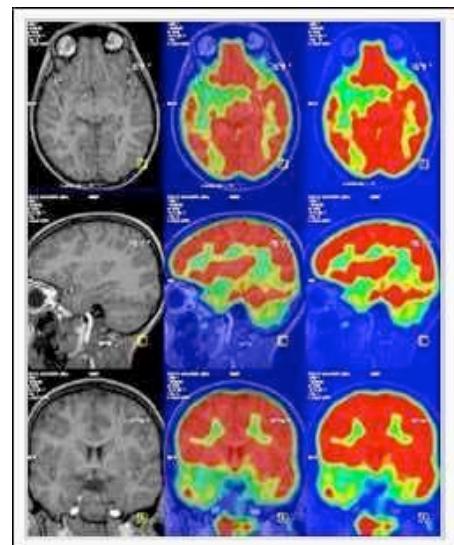


Figura 16.21. Epilepsia

Taller

1.- Investigue las indicaciones y contra indicaciones de los siguientes Métodos de diagnósticos :

- Radiografía de cráneo, Angiografía cerebral, Mielografía,
- Electromiografía, Electroencefalografía,
- Tomografía
- Resonancia

Referencia Bibliográfica

- 1.- Páez Z., R. (1997) Neuroimagen, texto de docencia médica, Ecuador-Color-Offset.
- 2.- Dr. Enrique Bosch O. Servicio de Radiología. Clínica Alemana. Santiago de Chile, Revista Chilena de Radiología. Vol. 10 N° 4, año 2004; 183-185
- 3.- Duane E. Raines (2010), Principios de Neurociencia, introducción a la estructura del sistema nervioso central y a la neuroimagen. Segunda Edicion 2010; 3-14.
- 4.- Teplick, G.(1979) Diagnóstico radiológico, complemento radiológico del Tratado de Medicina Interna de Beeson y Mc Dermott, Mexico, Editorial interamericana
- 5.- Squire, Lucy Frank; Novelline, Robert A. (1997). Squire's fundamentals of radiology (5^a edición).Cambridge: Rarvard UniversityPress. ISBN 0-674-83339-2.

Neurotransmisores

OBJETIVOS

1. Conocer las diferentes sustancias neurotransmisoras y sus receptores para comprender la función que ejercen en el organismo.
2. Analizar las vías por las que los neurotransmisores

NEUROTRANSMISORES

Es una sustancia producida por una célula nerviosa capaz de alterar el funcionamiento de otra célula de manera breve o durable, por medio de la ocupación de receptores específicos y por la activación de mecanismos iónicos y/o metabólicos.

Existen muchas moléculas que actúan como neurotrasmisores entre las cuales tenemos:

Los aminoácidos glutamato y aspartato

Son los principales neurotrasmisores excitatorios del SNC. Están presentes en

la corteza cerebral, el cerebelo y la médula espinal.

El ácido g-aminobutírico (GABA)

Es el principal neurotrasmisor inhibitorio cerebral. Deriva del ácido glutámico, mediante la decarboxilación realizada por la glutamato-descarboxilasa. Tras la interacción con los receptores específicos, el GABA es recaptado activamente por la terminación y metabolizado.

La serotonina (5-hidroxitriptamina) {5- HT}

Se origina en el núcleo del rafe y las neuronas de la línea media de la protuberancia y el mesencéfalo.

Acetilcolina

Es el neurotrasmisor fundamental de las neuronas motoras bulbo-espinales,

las fibras preganglionares autónomas, las fibras colinérgicas posganglionares (parasimpáticas) y muchos grupos neuronales del SNC (p. ej., ganglios basales y corteza motora). Al ser liberada, la acetilcolina estimula receptores colinérgicos específicos y su interacción

finaliza rápidamente por hidrólisis local a colina y acetato mediante la acción de la acetilcolinesterasa. Los niveles de acetilcolina están regulados por la colinacetiltransferasa y el grado de captación de colina.

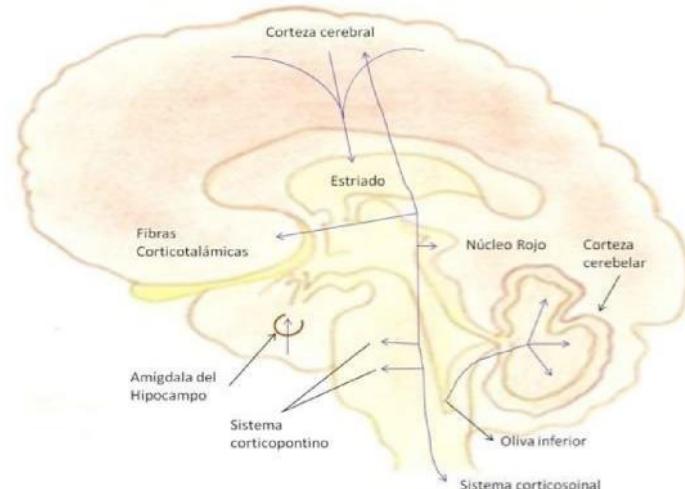


Figura 17.1. Localización de las neuronas de F. Glutamato y sus proyecciones.

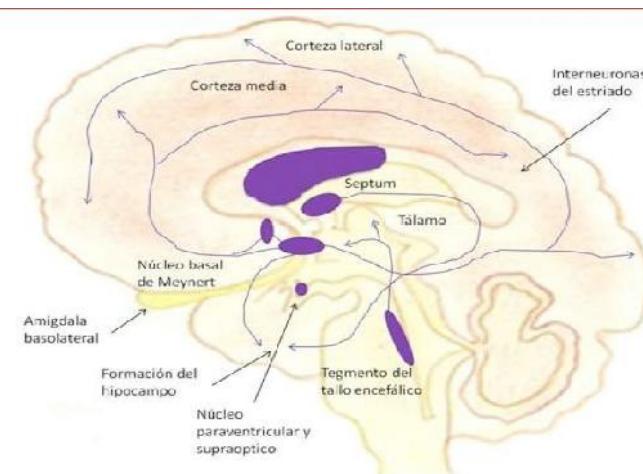


Figura 17.2. Localización de las neuronas de acetilcolina y sus proyecciones

Dopamina

Es el neurotransmisor de algunas fibras nerviosas y periféricas y de muchas neuronas centrales (p.ej., en la sustancia negra, el diencéfalo, el área tegmental ventral y el hipotálamo). El aminoácido tirosina es captado por las neuronas dopaminérgicas y convertido en 3,4-dihidroxifenilalanina (medio de la tirosina- hidroxilasa). Al ser liberada, la dopamina interactúa con los receptores dopaminérgicos y el complejo NT-receptor escaptadodeforma activa por las neuronas presinápticas.

Noradrenalina

Es el neurotransmisor de la mayor parte de las fibras simpáticas posganglionares y muchas neuronas centrales (p. ej., en el locus ceruleus y el hipotálamo). El precursor es la tirosina, que se convierte en dopamina, ésta es hidroxilada por la dopamina b-hidroxilasa a noradrenalina. Cuando se libera, ésta interactúa con los receptores adrenérgicos, proceso que finaliza con su recaptación por las neuronas presinápticas, y su degradación por la MAO y por la catecol-0- metiltransferasa (COMT), que se localiza sobre todo a nivel extraneuronal.

B-endorfina

Es un polipéptido que activa muchas neuronas (p. ej., en el hipotálamo, amígdala, tálamo y locus ceruleus). Tras su liberación

e interacción con los receptores opiáceos, se hidroliza por acción de peptidasas en varios péptidos menores y aminoácidos.

Otros neurotrasmisores con menor importancia son: la histamina, la vasopresina, la somatostatina, el péptido intestinal vasoactivo, la carnosina, la bradicinina, la colecistocinina, la bombesina, el factor liberador de corticotropina, la neurotensina y, posiblemente, la adenosina¹

RECEPTORES DE LA MEMBRANA

Son complejos proteicos presentes en la membrana celular y tienen tres partes:

- í Parte extracelular.- Es donde se produce la glucosilación.
- í Parte intramembranosa.- Es el que forma una especie de bolsillo donde actúa el neurotrasmisor.
- í Parte intracitoplasmática.- Es donde se produce la unión de la proteína G o la regulación mediante fosforilación del receptor.

Los principales receptores son:

Receptores colinérgicos

Se clasifican en nicotínicos N1 (en la médula adrenal y los ganglios autónomos) o N2 (en el músculo esquelético) y muscarínicos m₁ (en el sistema nervioso autónomo, estriado, corteza e hipocampo) o m₂ (en el sistema nervioso autónomo, corazón, músculo liso, cerebro posterior y cerebelo).

Receptores adrenérgicos

Se clasifican en a₁ (postsinápticos en el sistema simpático), A₂ (presinápticos en el sistema simpático y postsinápticos en el cerebro), b₁ (en el corazón) y b₂ (en otras estructuras inervadas por el simpático).

Los receptores dopaminérgicos se dividen en D₁, D₂, D₃, D₄, donde, D₅, D₃ y D₄ desempeñan un papel importante en el control mental (limitan los síntomas negativos en los procesos psicóticos) mientras que la activación de los receptores D₂ controla el sistema extrapiramidal.

Receptores de GABA

Se clasifican en GABA_A (activan los canales del cloro) y GABA_B (activan la formación del AMP cíclico). El receptor GABA_A consta de varios polipéptidos distintos y es el lugar de acción de varios fármacos neuroactivos, incluyendo las benzodiacepinas, los nuevos antiepilepticos (p. ej. lamotrigina), los barbitúricos, la picrotoxina y el muscimol.

Receptores serotoninérgicos (5-HT)

Constituyen al menos 15 subtipos, clasificados en 5-HT₁ (con cuatro subtipos), 5-HT₂ y 5-HT₃. Los receptores 5-HT_{1A}, localizados presinápticamente en el n úcleo del rafe (inhibiendo la recaptación presináptica de 5-HT) y postsinápti-

camente en el hipocampo, modulan la adenilato-ciclasa. Los receptores 5-HT₂ localizados en la cuarta capa de la corteza cerebral, intervienen en la hidrólisis del fosfoinosítido. Los receptores 5-HT₃ se localizan presinápticamente en el n úcleo del tracto solitario.

Receptores de glutamato

Se dividen en receptores ionotropos de N-metil-daspartato (NMDA), que se unen a NMDA, glicina, cinc, Mg⁺⁺ y fenciclidina (PCP, también conocido como polvo de ángel) y producen la entrada de Na⁺, K⁺ y Ca⁺⁺; y receptores no-NMDA que se unen al quisqualato y kainato. Los canales no-NMDA son permeables al Na⁺ y K⁺ pero no al Ca⁺⁺. Estos receptores excitadores median en la producción de importantes efectos tóxicos por el incremento de calcio, radicales libres y proteinasas. En las neuronas, la síntesis del óxido nítrico (NO), que regula la NO-sintetasa, aumenta en respuesta al glutamato.

Receptores opiáceos (de endorfina-encefalina)

Se dividen en m₁ y m₂ (que intervienen en la integración sensitivo-motora y la analgesia), D₁ y D₂ (que afectan a la integración motora, la función cognitiva y la analgesia) y k₁, k₂ y k₃ (que influyen en la regulación del balance hídrico,

la analgesia y la alimentación). Los receptores s, actualmente clasificados como no-opiáceos se unen a la PCP y se localizan fundamentalmente en el hipotálamo.

ORGANIZACIÓN NEURONAL MONOAMINÉRGICA

Se han designado mediante mapas de nomenclatura sencilla, la localización neuronal monoaminérgica a nivel del encéfalo.

Las neuronas que contienen catecolaminas se les ha dado una nominación numérica que se dirige de A1 a A14, en orden caudo-rostral, en cambio los cuerpos neuronales serotoninérgicos se les representa de B1 a B9.

Cuerpos celulares noradrenérgicos

Los cuerpos celulares que contienen norepinefrina se localizan a nivel del cerebro posterior, es decir en los niveles bulbo-pontinos, el cual a su vez se lo puede dividir en tres grupos neuronales: complejo locus ceruleus-subceruleus, el sistema noradrenérgico lateral tegmental y el grupo celular dorsal del bulbo raquídeo.

El grupo neuronal A1 se ubica en niveles adyacentes adenilato-ciclasa. Los receptores 5-HT₁, localizados El grupo neuronal A1 se ubica en niveles adyacentes al núcleo reticular lateral. Las neuronas pertenecientes al grupo A2 se localizan en

el núcleo del fascículo solitario, mientras que el grupo A3 está distribuido en forma difusa y próxima a lo largo del fascículo longitudinal medial.

Los grupos neuronales de A1 y A2 proyectan axones con NE hacia la medula espinal. Hay evidencias experimentales que demuestran que desde los núcleos reticulares laterales emergen axones que llegan al cerebro anterior.

Los grupos neuronales A5 parecen ser una extensión rostral del grupo neuronal A1 y están situados lateralmente a la oliva superior, internamente a las raíces del V y VII par craneal.

El locus ceruleus (LC)

Corresponde a la agrupación A6 y cuantitativamente la NE es abundante en esta región anatómica. El A7 ocupa una pequeña región localizada ventrolateral a los niveles rostrales del locus ceruleus (LC) y por lo cual se lo denomina núcleo supraceruleus, en cambio el grupo A4 se encuentra distribuido caudalmente al locus ceruleus y al igual que el A7 conforma una pequeña población de cuerpos neuronales. Los grupos neuronales del A4 se ubican laterodorsal al locus ceruleus y sus axones se dirigen al cerebelo.

Cuerpos Celulares Adrenérgicos

Los grupos neuronales fueron descubiertos en el bulbo raquídeo, en la misma región que pueblan los cuerpos celulares que

contiene norepinefrina (NE) de donde surgen escasas proyecciones a la medula espinal, tronco cerebral, tálamo, e hipotálamo. En el tronco cerebral inerva el locus ceruleus, núcleos, visceromotores y la región periventricular del 4to ventrículo.

El sistema epinefrinico es el más pequeño componente de neuronas monoadrenérgicas que existe en el cerebelo de los mamíferos a tal punto, que su concentración en el sistema nervioso central representa aproximadamente el 5 al 17% del contenido de norepinefrina.

Cuerpos Neuronales Dopaminergicos

Desde un punto de vista morfológico, hay 2 tipos de neuronas dopaminérgicas. Las neuronas DA con axones largos y aquellas neuronas que emiten axones cortos y ultracortos. Las primeras se encuentran en el mesencéfalo y las últimas están en el hipotálamo, área preóptica, sistema periventricular, retina y bulbo olfatorio. Desde el punto de vista funcional, se ha demostrado que los diversos sistemas de proyección dopaminérgicas son importantes para la regulación de funciones mentales, motoras y endocrinas.

Los núcleos DA, que están sistematizados en una nominación numérica que va de A8 a A14. El grupo A8, está contenido en el núcleo cuneiforme y en las regiones del tegmento ventrolaterales al núcleo rojo. Se localizan en las partes bajas del mesencéfalo, mas rostralmente,

sus células se confunden con las neuronas del grupo A9.

Las concentraciones de cuerpos celulares A9, se forman una gran masa nuclear localizada preferentemente en la zona compacta de la sustancia nigra, parcialmente en la zona reticulada y la región ventromedial al lemnisco medio. Los axones que arrancan desde A8 y A9 se unen para formar el tracto nigroestriatal.

Los cuerpos neuronales del grupo A10 están contenidos en la región media del área tegmental ventral del mesencéfalo, sobre el núcleo interpeduncular de la decusación del pedúnculo cerebeloso superior. Dentro de este grupo se encuentran dos de las vías dopaminérgicas más importantes, la vía nigroestriatal y la vía mesolímbica.

El grupo celular A11, se encuentra ubicado en el tálamo caudal y área hipotalámica posterior, medialmente al fascículo retrorreflejo de ,eynert y al lemnisco medial. El sector A13 está contenido en la parte dorsal del núcleo hipotalámica dorsomedial, justo en posición medial al fascículo mamilotálmico y a la zona inserta. El agregado neuronal A13 constituye realmente una extensión rostral del grupo A11, a tal punto, que las fibras queemanan de ambos núcleos conforman un sistema definido llamado incertohipotalámico, que liga el hipotálamo dorsal y posterior con el hipotálamo dorsal anterior y el núcleo septal lateral. La agrupación neuronal del A11 también es considerada parte del sistema incertotalámico y está localizada en los niveles rostrales del núcleo periventricular. Se ha postulado, que las

fibras que surgen desde estos cuerpos celulares se distribuyen en el n úcleo preóptico, n úcleo supraquiasmático, área hipotalámica lateral y la porción más caudal del n úcleo septal lateral. Un grupo celular A12, forma parte del n úcleo arcuato del hipotálamo y sus axones cortos constituyen el tracto tuberoinfundibular que inerva la eminencia mediana y la gl ándula pituitaria con fibras dopaminérgicas.

El sistema DA periventricular

Tiene sus células ubicadas en la parte caudal de la médula oblongada, en las regiones adyacentes del n úcleo motor dorsal del vago y del n úcleo del tracto solitario, también en neuronas esparcidas en la sustancia gris periventricular y periacueductal del mesencéfalo rostral. Sus axones cortos se proyectan a la sustancia gris periventricular y periacueductal, pequeñas áreas del tálamo e hipotálamo, tegmentum, tectum y médula espinal.²

Cuerpos neuronales serotoninérgicos

La serotonina o (5-hidroxíptamina, o 5-HT) se localiza en todo el organismo en algunas células que no son neuronas, incluso esta demostrado que solo el 1 o 2 % de serotonina se encuentra en el cerebro y de forma particular en el sistema límbico, n úcleo caudado, hipotálamo epífisis y de

manera especial en los n úcleos centrales (del rafe).

La serotonina no atraviesa la barrera hematoencefálica por lo tanto se deduce que dicha sustancia se sintetiza en el mismo cerebro.

Adem ás casi el 90% se encuentran en las plaquetas y células intestinales; se liberan cuando se lesionan las paredes de los vasos sanguíneos y actúa como un potente vasoconstrictor. Mientras que en el S.N.C actúa como neurotransmisor.

En el sistema nervioso central, se cree que la serotonina representa un papel importante como neurotransmisor, en la inhibición del encéfalo, la inhibición de la agresión, la temperatura corporal, el humor, el sueño, el vómito, la sexualidad, y el apetito. Estas inhibiciones est án relacionadas directamente con s íntomas de depresión. Particularmente, los antidepresivos se ocupan de modificar los niveles de serotonina en el individuo.

La mayor parte de las neuronas serotoninérgicas se encuentran en los n úcleos del rafe aunque algunas tambi én se encuentran en la zona laterales de dicho sistema.

No todas las células del rafe contiene uniformemente serotonina pues se ha demostrado que en el encéfalo del gato el n úcleo dorsal del rafe contiene una alta acumulación de serotonina (70%) en comparación con los otros seis n úcleos, el que le sigue en porcentaje es el N úcleo Pálido con 50% .

Los grupos celulares B1-B2-B3 son los más caudales y ocupan la médula oblongada, este abarca a los núcleos pálido, oscuro y magno del rafe y se estima que proyectan sus axones hacia el mismo bulbo raquídeo y a la médula espinal.

Los cuerpos neuronales más rostrales (B7-B8-B9) proveen inervación a las regiones del telencéfalo y diencéfalo y dan fibras ascendentes y descendentes.

Los cuerpos neuronales B5 y B6 proyectan sus axones al cerebro anterior, tomando el recorrido del fascículo longitudinal medial.

El sector B7 envía fibras al cuerpo estriado, tálamo, corteza cerebral y corteza cerebelosa.

El sector B8 abarca el núcleo mediano del rafe y parece conformara buena parte del contenido serotoninérgico que inerva al sistema Límbico.

Los cuerpos celulares del sector B9 se ubican en el núcleo central superior de donde emiten axones que inervan una pequeña porción del tálamo y metatálamo.

Funciones y aplicaciones de la serotonina

Entre las principales funciones de la serotonina esta la de regular el apetito mediante la saciedad, equilibrar el deseo sexual, controlar la temperatura corporal, la actividad motora y las funciones perceptivas y cognitivas.

La serotonina interviene en otros conocidos neurotransmisores como la dopamina y la noradrenalina, que están relacionados con la angustia, ansiedad, miedo, agresividad, así como los problemas alimenticios.

La serotonina también es necesaria para elaborar la melatonina, una proteína que es fabricada en el cerebro en la glándula pineal, y es la encargada de la regulación del sueño.

La serotonina aumenta al atardecer por lo que induce al sueño y permanece elevada hasta el amanecer cuando comienza a descender. Otra función importante de este neurotransmisor, es actuar como el reloj interno de nuestro cuerpo, lo que a su vez determina nuestros ciclos de sueño y vigilia.

El reloj interno es el encargado de coordinar varias funciones biológicas como la temperatura corporal, la hormona del estrés, cortisol, y los ciclos del sueño. La correcta coordinación de estos cuatro elementos hace que podamos dormir profundamente y despertar descansados. Los hombres producen hasta un 50% más de serotonina que las mujeres, por lo tanto, estas son más sensibles a los cambios en los niveles de serotonina.

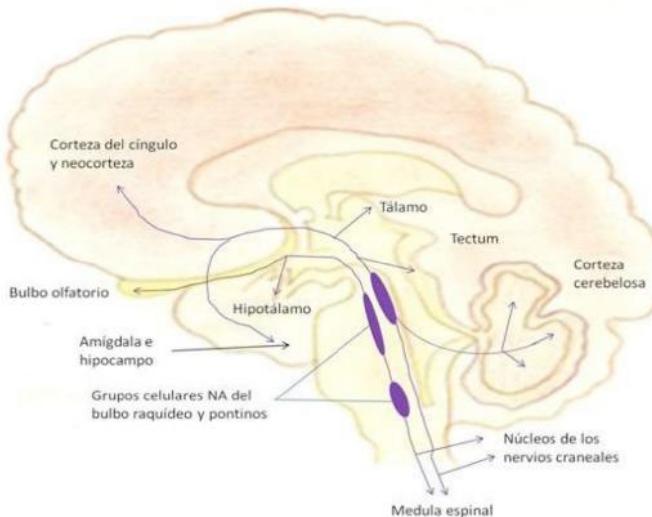


Figura 17.3. Localización de las neuronas noradrenérgicas y sus proyecciones

VÍAS NORADRENERGICAS CENTRALES

Las neuronas noradrenérgicas centrales están ubicadas en la formación reticulada del bulbo y de la protuberancia, distinguiéndose dos grupos principales:

- a) El locus coeruleus.
- a) El sistema neuronal tegmental lateral.

Las proyecciones axonales que parten de las neuronas que contienen norepinefrina, se dirigen hacia regiones superiores e inferiores del neuroeje, conformando fascículos ascendentes y descendentes. Las fibras NE descendentes cursan por los cordones laterales y ventrales para terminar en la sustancia gris de la medula espinal. Derivan en gran parte de A1 y A2, principalmente del área lateral del núcleo reticular lateral,

sin embargo, algunos axones se originan en las neuronas del locus coeruleus. Las vías NE ascendentes se proyectan hacia la corteza cerebelosa y ampliamente al cerebro anterior, conformando tres grupos de fibras: vía noradrenérgica dorsal, haz noradrenérgico ventral y tracto tegmental central. Según se piensa que la mayor parte de estas fibras que contienen norepinefrina son ipsilaterales, inclusive, en algunas especies solo el 25% de las fibras son cruzadas.

Los axones de la vía noradrenérgica dorsal emanan desde los cuerpos celulares del locus coeruleus, cursan a lo largo del tronco cerebral en posición ventrolateral a la sustancia gris para distribuirse en toda la corteza cerebral, tálamo específico, algunos núcleos hipotalámicos y el bulbo olfatorio. Estas fibras norepinefrínicas inervan también a los colículos, cuerpos geniculados y la habénula. (gráfico 6-3).

Algunas fibras NE situadas en el haz medial del cerebro anterior se desplazan por la banda diagonal de Broca para distribuirse en la corteza de la circunvolución del cíngulo. Otros axones norepinefrínicos entran por la región dorsal del fornix y la fimbria para inervar al hipocampo y circunvolución abollonada. Además está demostrado que desde el locus coeruleus también se proyectan fibras al núcleo amigdalino. (dibujo).

La vía noradrenérgica ventral se forma a partir de axones provenientes de las neuronas A1, A5 y A7, las cuales se dirigen rostralmente atravesando las regiones centrales de la formación reticular bulbo - pontina. Al llegar a los segmentos alto del tegmento pontino y al mesencéfalo, las fibras NE tienden a tomar una posición ventrolateral; mas rostralmente, la vía aparece bifurcada en una vertiente media que se une al haz medial del cerebro anterior y otra dorsolateral. Estos axones terminan sinaptando con las neuronas de la sustancia nigra, cuerpo mamilar, área periventricular hipotalámica. Área preóptica, región septal y núcleo amigdalino. Los núcleos del rafe son ricamente inervados por fibras originadas en el sistema neurotransmisor lateral del tegmento y del grupo celular dorsal de la médula oblongada.

VIAS DOPAMINERGICAS CENTRALES

El sistema dopaminérgico es el más complejo debido a su organización anato-funcional es decir tiene un mayor

número de células dopaminérgicas y una gran cantidad de núcleos que contiene dopamina que establece conexiones con diversas regiones del neuroeje, tales como las proyecciones a larga distancia de los sistemas:

- Nigroestriatal.
- Mesolímbico.

Sistema DA nigroestriado

El sistema DA nigroestriado parte de neuronas DA de la sustancia nigra (grupo celular A9), particularmente de la zona compacta, de esta zona se desprende proyecciones axonales que ascienden por la parte dorsolateral de la región hipotalámica lateral, atravesando la cápsula interna y el globus pallidus, y luego inervar al putámen y el núcleo caudado

La vía DA nigroestriada está degenerada en la enfermedad de Parkinson.

Sistema DA meso accumbens

Es un sistema que fue descubierto por K. Fuxe.

El sistema DA meso accumbens parte de los cuerpos celulares DA del mesencéfalo ventromedial (Grupo celular A10), de esta zona se desprende proyecciones axonales que ascienden por el área hipotalámica lateral para inervar el núcleo accumbens.

Función

La principal función consiste en regular la actividad somatomotora

La degeneración de las fibras de este sistema probablemente causa acinesia en los pacientes con enfermedad de Parkinson.

Sistema Da meso-límbico

El sistema DAmeso-límbico parte de neuronas del grupo mesencefálico A1O, de esta zona parten proyecciones axonales que ascienden por el área hipotalámica lateral y terminan ampliamente en estructuras límbicas

Función

El sistema DA meso límbico participa en el control del comportamiento instintivo-emocional y en la regulación de la actividad neuroendocrina.

Sistema DA mesocortical

Los botones terminales DA no están en toda la corteza cerebral como los adrenérgicos, solo están diseminados en la corteza límbica y prefrontal. Esta inervación se origina en el área tegmental (grupo A1O) y en la parte medial de la sustancia nigra (grupo A9). La lesión de A9 degenera las

fibras DA en corteza cingular y entorrinal. Las proyecciones de este sistema llevan terminales presinápticas ricas en DA a las siguientes regiones:

1. Corteza frontal, capas profundas V y VI.
2. Parte anterior de la circunvolución del cíngulo, capas II y IV
3. Todas las capas de la corteza piriforme
4. Corteza entorrinal, capas II y IV

Estas proyecciones fueron descubiertas por Thierry y Col. (1.973) y causan gran interés porque dicho sistema debe estar vinculado al control de funciones mentales superiores. Se ha demostrado que el sistema DA prefrontal se activa cuando hay stress y que las lesiones de las vías DA mesocorticales provocan un síndrome de hiperactividad locomotora e incapacidad a los animales para suprimir comportamientos previamente aprendidos. También se descubrió que este sistema está implicado en el comportamiento de autoestimulación.

Sistema DA tuberohipofisario

Hay grupos neuronales en las regiones tuberoinfundibulares del hipotálamo, cuyos cuerpos están en el núcleo arcuato (A12) y en el núcleo periventricular. Los axones se proyectan a la Eminencia mediana, tallo pituitario, lóbulo neural y parte intermedia de la adenohipófisis.

Desde neuronas tuberoinfundibulares se proyectan axones cortos en el interior de

la zona empalizada lateral de la eminencia media y dan terminales abundantes en DA, que hacen sinapsis con otras terminaciones que tienen el factor liberador de la hormona luteinizante (LHRF), este contacto inhibe la secreción de LHRF en los capilares del sistema porta-hipofisario.

Otras fibras que parten de A12 ingresan en la zona empalizada medial de eminencia media para terminar en vasos porta-hipofisarios. Aquí la DA actúa como factor inhibidor de prolactina.

Otras proyecciones dopaminérgicas

Hay evidencias de proyecciones DA desde el área tegmental ventral del mesencéfalo

a la habénula lateral, núcleo subtalámico e hipotálamo. También vías descendentes de las neuronas DA del mesencéfalo hacia el nucleo dorsal del rafe, locus ceruleus, núcleo parabraquial lateral y cerebelo.

El grupo A11 es la mayor fuente de fibras que corren por el sistema de proyección periventricular catecolaminérgico, que inerva el talamo medial, núcleos de la línea media y nucleos hipotalámicos. Este sistema es parte del fascículo longitudinal dorsal de Schutz, este es bidireccional ya que conecta el tronco cerebral bajo y la médula espinal con la sustancia gris periacueductal, áreas talámicas e hipotalámicas.

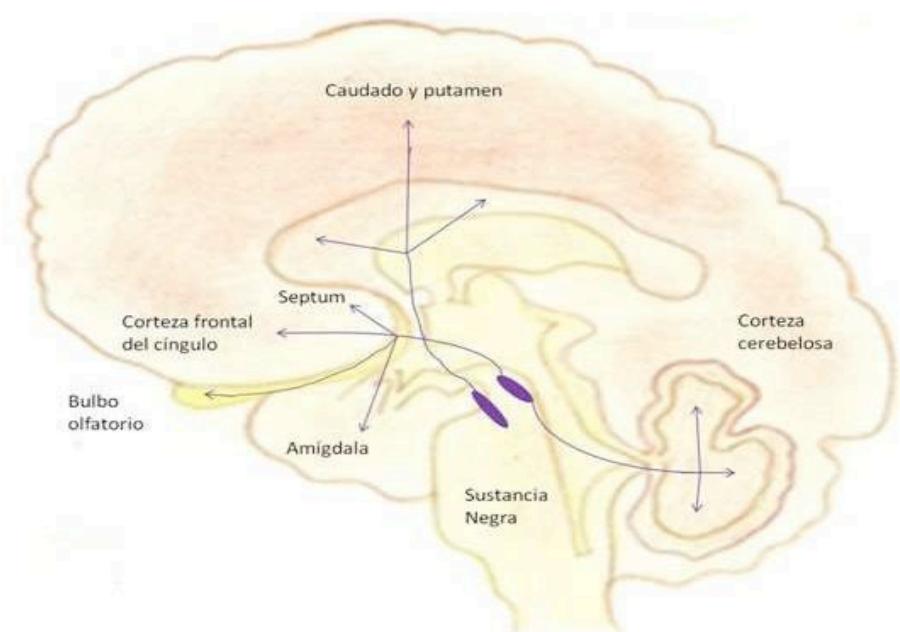


Figura 17.4. Localización de las neuronas dopaminérgicas y sus proyecciones.

VIAS SEROTONINERGICAS CENTRALES

Las pocas neuronas que tienen serotonina, emiten axones al neuroeje donde modulan sistemas sensoriales, somatomotores, visceromotores y neuroendocrinos. Su dispersión en el diencéfalo, sistema límbico y corteza cerebral, regulan el humor y otros procesos.

Vías 5-HT descendentes

Las vías descendentes que terminan en el tallo cerebral y la médula espinal provienen primordialmente desde B1, B2 y B3 aunque se originan en el núcleo dorsal del rafe. Cabe destacar en este aspecto, que existe evidencias que la 5-HT modula los procesos sensitivos y motores a nivel del tronco cerebral y la medula espinal.

Por ejemplo se ha establecido una evidente distribución de las fibras serotonineras inmunorreactivas en el complejo nuclear del trigémino.

En la médula espinal, densos plexos de fibras 5-HT inmunorreactivas están presentes en la sustancia gelatinosa de Rolando y alrededor de las neuronas motoras del asta ventral. Las terminales serotoninérgicas detectadas en el lugar de origen del tracto espinotalámico lateral provienen de las neuronas del núcleo magnó del rafe, mientras las terminales vistas en las motoneuronas probablemente vienen desde el núcleo oscuro del rafe.

Ante estas evidencias hoy se considera que existe una vía excitadora que va desde la sustancia gris periacueductal al núcleo magnó del rafe, que a su vez envía fibras descendentes a la médula espinal, cuyas terminales 5-HT inhiben la transmisión de impulsos aferentes del dolor a través de una interneurona que libera el neuropéptido encefalina.

Se ha postulado entonces la existencia de una vía analgésica de retroacción negativa, prácticamente confirmada por el hecho cierto que la estimulación eléctrica del área gris periacueductal o el núcleo magnó del rafe puede suprimir señales dolorosas intensas que penetran por la vía de las raíces espinales dolorosas.

Vías 5-HT ascendentes

Las fibras serotoninérgicas que se proyectan al cerebro anterior se originan principalmente a partir de los grupos neuronales rostrales, de manera especial desde los núcleos: dorsal del rafe, central superior y mediano del rafe. Para cumplir con esta inervación extensa, se conoce que en el cerebro de los primates hay dos vías serotoninérgicas importantes.

En lo que concierne a la distribución subcortical de las colaterales y terminales serotoninérgicas, debemos destacar que la inervación al tálamo tiene más bien el carácter regional, pues se ha detectado abundantes fibras 5-HT en los núcleos talámicos asociados con funciones

límbicas y con transmisión sensorial tanto nociceptiva como visual.

Por otro lado, axones 5-HT inmunorreactivos han sido observados en ambas regiones de la sustancia negra.

En el córtex cerebral, la distribución de la serotonina es generalizada pero no uniforme los más altos niveles han sido detectadas en áreas límbicas del lóbulo

temporal, circunvolución del cíngulo y los campos sensoriales primarios: cisura calcarina, gyrus temporal superior y circunvolución postcentral. Como regla general se puede proponer que la serotonina tiene niveles más altos en aquellas regiones del córtex que poseen células granulosas, comúnmente asociadas al extremo cortical de las vías sensitivas.³

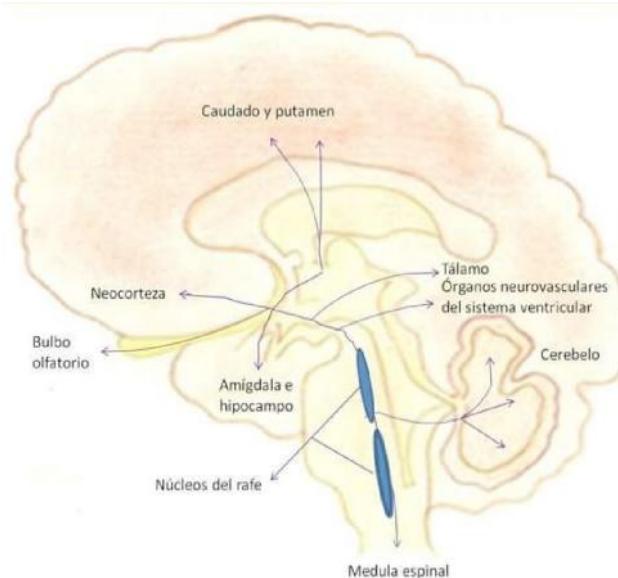


Figura 17.5. Fibras serotoninérgicas originadas en los núcleos del rafe

Referencia Bibliográfica

- 1.- S. SNELL, Richard. Neuroanatomia Clinica. 6^a Edicion. Buenos Aires: Medica Panamericana, 2008.612p.
- 2.- GILMAN, Sid; WINANS NEWMAN, Sarah. Neuroanatomia y neurofisiologia clinicas de Manter y Gatz. 9^a Edicion en Ingles. Mexico:
- Editorial El Manual Moderno, 1999.
311p.
- 3.- QUINTEROS, Milton. Neuroanatomía funcional. Segunda edición. 2001
Editora Andina. Guayaquil- Ecuador.
(pág246).

Neurofisiología de La Acupuntura

ACUPUNTURA

Es un arte y ciencia, parte importante del gran tesoro de la Medicina Tradicional China, que consiste en inserción de las agujas finísimas (descartables) sobre puntos energéticos en la superficie del cuerpo con la finalidad de tratar o curar una enfermedad. Al insertar las agujas se activan pequeñas fibras mielinizadas en el músculo, estos envían impulsos al Sistema Nervioso Central produciendo liberación de Neuropeptidos (Endorfinas, Encefalinas, Dinorfinas) bloqueando los mensajes dolorosos procedentes de cualquier parte del cuerpo



Figura 18.1. Técnica de Acupuntura

El autor Linzer, M. y Van Atta, L. Han podido constatar que la acupuntura actúa inhibiendo las neuronas que responden específicamente a estímulos dolorosos, no afectando, en cambio, a otras que reciben otra señal de sensibilidad.¹

MECANISMO FISIOLÓGICO DE LA ACUPUNTURA

El mecanismo de acción de la acupuntura se fundamenta en cuatro niveles importantes:

La liberación de endorfinas

Se trata de neuromoduladores que intervienen en los mecanismos de control del dolor del propio cuerpo. La información dolorosa, que llega al cerebro por vías ascendentes, es regulada por diferentes sistemas descendentes (Opioide, Noradrenérgico, Serotoninérgico). Las endorfinas son neurotransmisores Opioideos «endógenos», que regulan la

percepción de dolor. La estimulación de ciertos puntos de acupuntura inicia una cascada biológica que determina una masiva liberación de opioides endógenos, modulando y controlando el dolor.

A la luz de los conocimientos actuales se sabe que la acupuntura produce un aumento de los niveles de péptidos opioides endógenos modificando la percepción dolorosa, en el asta posterior de la médula espinal, en la sustancia gelatinosa, la transmisión de la información nociceptiva se modula mediante mecanismos encefalinérgicos, existiendo encefalinas en las sinapsis de las neuronas de la sustancia gelatinosa que pueden modular la transmisión de la sensibilidad nociceptiva y actúan tanto en las sinapsis aferentes primarias como en las terminales postsinápticas. La acupuntura está muy vinculada a estos mecanismos.

Las B-endorfinas, encefalinas y dinorfinas son liberadas por medio de la electroacupuntura en dependencia de la frecuencia de estimulación, a bajas frecuencias (2-4 Hz) se liberan las B-endorfinas y a altas frecuencias (100 Hz) las dinorfinas que interactúan a nivel de la corteza cerebral y la médula espinal, igual planteamiento hace que las encefalinas son liberadas a diferentes frecuencias de estimulación, a 2 Hz las B-endorfinas y a 100 Hz las Dinorfinas, destacando la importancia del líquido cefalorraquídeo en los efectos analgésicos de la acupuntura por las sustancias liberadas en él, además, la resonancia magnética nuclear ha

reflejado relación entre la estimulación de determinados puntos de acupuntura y zonas de la corteza cerebral, lo que abre la posibilidad de nuevos estudios científicos.²

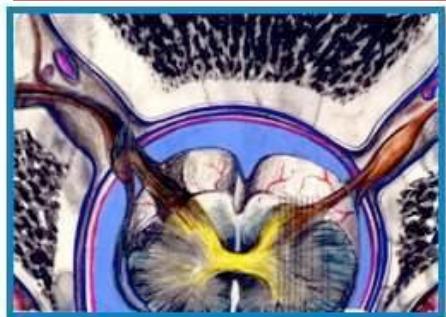


Figura 18.2. Ilustración de la Médula Espinal (liberación de B-endorfinas)

Las neuronas endorfinérgicas participan sin lugar a duda, en el procesamiento cerebral del estímulo doloroso, las endorfinas modifican la percepción dolorosa en la médula espinal, el mesencéfalo, el tálamo y la corteza cerebral, por lo que desempeñan una importante función en la analgesia asociada a la acupuntura.

En el trabajo diario se observa que existe un grupo de pacientes que no responde igual, con un bajo nivel analgésico, lo que parece estar dado por una menor tasa de liberación de péptidos opioides en el sistema nervioso central o a una alta tasa de liberación de colecistoquinina (CCK-8) que ejerce efectos antiopiáceos potentes; un péptido antiopiáceo recientemente descubierto, la orfanina (OFQ), está relacionado con

el control por retroalimentación negativa de la estimulación por electroacupuntura.

Teoría de la «Puerta de Entrada»

La teoría de la «puerta de entrada» se basa en la incapacidad del cerebro de procesar simultáneamente más de una percepción o estímulo (sea o no doloroso). De esta manera la acupuntura, mediante un estímulo en la piel, genera información que «compite» con el dolor original logrando desplazar a este del procesamiento central.

Esto se podría comparar con el hecho de que «un dolor tapa a otro dolor», de la misma manera que lo hace una distracción (de intensidad adecuada). De ésta manera y progresivamente el «mensaje original doloroso» es opacado y muchas veces anulado por el estímulo indoloro producido en la piel por las agujas de acupuntura. Según esta teoría la colocación de agujas de acupuntura y su posterior estimulación en los puntos acupunturales produce señales de tacto, presión o dolor «fino» trasmisidas por las fibras A beta que son rápidas, este estímulo es conducido a la sustancia gelatinosa en las láminas II y III del asta dorsal de la médula espinal, excitándola y produciendo inhibición de la primera célula trasmisora del tracto espinotalámico (célula T), bloqueando la transmisión del impulso doloroso o cerrando la puerta de entrada. El estímulo doloroso es conducido por las fibras A delta y C que son fibras finas y más lentas,

este al llegar al asta dorsal de la médula espinal es bloqueado no produciéndose su transmisión al cerebro.

Es importante señalar que el umbral de respuesta de las fibras A beta es menor que el umbral de respuesta de las fibras A delta y C, por lo que el nivel de estimulación debe estar por encima del umbral de las fibras A beta que se corresponde con el umbral de calambre, pero por debajo del umbral de las fibras A delta y C que se correspondería con el umbral de dolor, denominándose al área entre ambos umbrales zona terapéutica específica.

La acupuntura induce una serie de cambios a lo largo de las vías ascendentes del dolor y del sistema de inhibición descendente, por este mecanismo una de las áreas más afectadas es la activación interneuronal en la médula espinal, la activación de estas neuronas previene la conducción de mecanismos de intensificación del dolor a la corteza. Además, la acupuntura activa el núcleo magnó del rafe y estimula al hipotálamo atenuando la percepción dolorosa.³

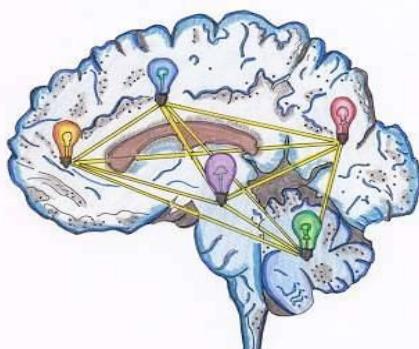


Figura 18.3. Ilustración de las áreas en donde se realiza el mecanismo de la puerta de entrada (Sistema Límbico)

Teoría de la integración Talámica

Expresa que ante un estímulo doloroso se producen descargas nociceptivas en el núcleo parafascicular del tálamo, que son enviadas al núcleo centromediano y de aquí continúa la información a través de otras fibras nerviosas hasta la corteza cerebral. Al estimular los puntos de acupuntura el núcleo centromediano del tálamo bajo los efectos de las endorfinas envía estímulos inhibitorios al núcleo parafascicular, cerrándose así la transmisión del dolor.

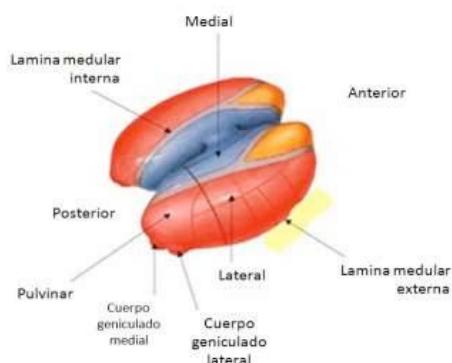


Figura 18.4. Ilustración de las estructuras talámicas (centro de integración).

Teoría de los Dermatomas

En etapas iniciales del desarrollo, el embrión (todavía plano) se cierra adquiriendo una forma tubular. Partiendo de esta estructura tubular, para un segmento dado de piel corresponde un órgano, y el ser humano adulto sigue conservando esta relación, por lo que estimulando distintos puntos en la piel podemos actuar sobre la función

orgánica. Fisiológicamente, la inervación sensitiva de la piel confluye a un mismo nivel medular con la inervación de un determinado órgano. Esta disposición anatomo-funcional permite que el estímulo generado por la estimulación acupuntural desde la piel, arribe al mismo nivel medular que la función orgánica que necesitamos modular.

La plasticidad neuronal, un concepto recientemente descubierto, indica que las conexiones (sinapsis) interneuronales no son estables y constantes, sino que varían permanentemente en relación con los estímulos que proyectan. Las repetidas sesiones de acupuntura establecen un nuevo circuito neuronal, un nuevo «neuromatrix» anulando el circuito original del dolor. (El dolor crónico desarrolla un circuito del dolor que a medida que se prolonga en el tiempo es más difícil eliminarlo, pierde lentamente sus «características plásticas» para transformarse en un circuito rígido, una autopista de dolor. Sensibilización Central o Wind Up

Todos estos mecanismos actúan asociados en diferentes niveles potenciando el efecto analgésico. Pero es importante destacar que la acupuntura usa mecanismos biológicos que ya existen en nuestro organismo, no quita ni agrega energía, la canaliza y la modula mediante los mecanismos antes detallados. Los principios filosóficos- energéticos de la acupuntura son totalmente compatibles con los fundamentos neurofisiológicos

actuales. De todas maneras aún falta mayor investigación en los mecanismos de acción de acupuntura. Cuando se realizan estímulos de baja frecuencia y alta intensidad se libera a nivel del eje hipotálamo-hipofisario betaendorfinas y ACTH (hormona adrenocorticotropa) mientras que en el cerebro medio y la médula espinal sólo encefalinas. Sin embargo, cuando se invierte la intensidad y frecuencia de la estimulación solamente se libera a nivel del cerebro medio y la médula espinal encefalina y serotonina a frecuencias inferiores a los 100 Hz, los estímulos superiores ha demostrado la liberación de dinorfina y GABA en el líquido cefalorraquídeo.

Existen varias sustancias neurotransmisoras que intervienen en la transmisión del estímulo doloroso como la sustancia P, serotonina, ácido gammaaminobutírico (GABA) y noradrenalina entre otras, las que son modificadas por la acupuntura interfiriendo en la conducción de dicho estímulo.

Es conocido que los aferentes primarios que contienen sustancia P median los impulsos nociceptivos sobre todo los referidos a los estímulos de presión y los químicos, no así a los térmicos. Al producirse una disminución de la sustancia P como ocurre cuando se emplea la acupuntura, se produce una elevación del umbral doloroso, el papel funcional de la misma a nivel supramedular está aún en discusión.

La sustancia P en el nivel medular está involucrada en la transmisión del impulso doloroso con influencia en la despolarización postsináptica, así como también con la modulación del dolor a través de mecanismos de inhibición presináptico y postsinápticos que involucran al GABA y facilita la analgesia acupuntural bloqueando los mecanismos de regulación postsináptica a modo de retroalimentación negativa que se refuerzan a través de las vías serotoninérgicas de inhibición.

La serotonina desempeña una función importante en el control del dolor crónico, mientras que la noradrenalina desempeña alguna función en el manejo del dolor agudo. Expone que la vía serotoninérgica en el rafe dorsal desempeña un importante rol en la analgesia por electroacupuntura a elevadas frecuencias de estimulación, por la variabilidad interpersonal en la respuesta al dolor y en la analgesia por acupuntura, algunos autores como plantean que el genotipo de las personas así como la influencia de factores ambientales pueden ser de gran importancia en predecir qué pacientes serán beneficiados por esta modalidad analgésica.⁴

PRINCIPALES BASES DE LA ACUPUNTURA:

- La Teoría de los Meridianos
- El Yin- Yang
- Cinco Elementos

Teoría De Los Meridianos

Las bases de la acupuntura se sustentan en la llamada

«Teoría de los Meridianos». Los cuales son canales por donde fluye la energía vital «Qi» y se encuentran obstruidos en cualquier proceso mórbido. Los Chinos los clasificaron en 14, de los cuales 12 son bilaterales a cada lado del cuerpo y los 2 restantes en la línea media.

Estos últimos son de reciente descubrimiento por lo que se le conoce también como «Meridianos Extraordinarios» ya que no pertenecen al sistema clásico de meridianos. Como ya se menciono, el Qi es la energía vital que da la vida y circula a través de los meridianos. Estos tienen un trayecto en el cuerpo que se dividen en dos vías: una interna y otra externa.⁵

La vía interna está conectada con un órgano o víscera y después de recorrer un trayecto interno toma una ruta externa que da a un punto de acupuntura en la epidermis, la cual conecta nuevamente con otra ruta interna que lo lleva al órgano o víscera de origen, lo que convierte el trayecto de los meridianos en un circuito cerrado.

El nombre de cada meridiano va de acuerdo a su órgano de origen llámese: Estomago, Intestino Grueso, Intestino Delgado, Hígado, Vesícula Biliar, Pulmón, Corazón, Pericardio, Bazo y Páncreas, Riñón, Vejiga, Ojo, Nariz y Triple Calentador. Además existen los meridianos de la

línea media llamados: Vaso gobernador (posterior) Vaso Concepción (anterior).

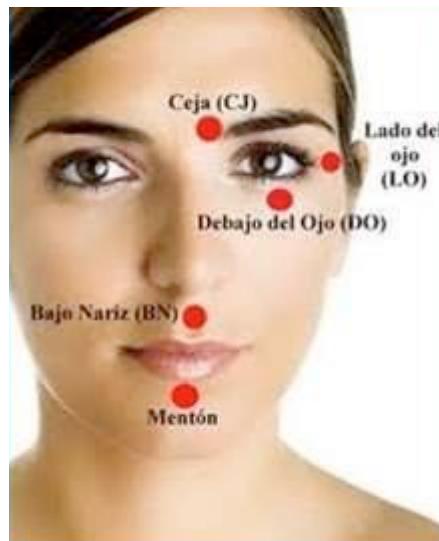


Figura 18.5. Localización de los meridianos en algunos puntos de la cara

Teoría del Yin y el Yang

El YinYang es un símbolo dinámico. Muestra la continua interacción de dos energías y su equilibrio: como tal, es un símbolo de armonía. Es un símbolo que crea igualdad pues sin el Yin no podría existir el Yang y al revés, igual, y sin la interacción de ambos, no se genera vida. No existe nada opuesto entre el Yin y el Yang. Son complementarios.

Cuando una de las dos energías llega a su máxima expresión, inicia la transformación en su opuesto: esto es lo que representan los dos puntos en el símbolo. En su máxima expresión, el yang contiene la semilla del yin, tanto como el yin contiene la semilla del yang.



Figura 18.6. Lao-tzu en «Tao-te ching» escribió: «Todo tiene dentro de sí ambos, yin y yang y de su ascenso y descenso alternados nace la nueva vida».⁶

Yin, originariamente, era el nombre del lado frío de la montaña, aquel que mira al Norte; al contrario, Yang era el nombre de aquel más cálido, dirigido al Sur. Yin es el lado oscuro, la noche y lo femenino. Yin es la Luna, el Agua y la Tierra; Yang el lado masculino, la luz, es el Sol, el Fuego y el Paraíso.⁷

Cinco Elementos

Define 5 también llamados movimientos que explican la dinámica de la salud y la enfermedad de un individuo. Se sabe que esta regla es una ruta mnemonística para simplificar el complejo mundo de la visión de la salud como una estructura integrada.

Hay un aspecto de la salud donde este concepto ha sido poco estudiado y, sin embargo, propone relaciones que pueden ser de gran utilidad para el tratamiento de síntomas originados por el estrés.

La acupuntura aborda los procesos mentales mediante el concepto de Energía Espiritual, que en la conducta se asocian con

las emociones. Esta relación se encuentra esquematizada en un círculo que asocia cinco elementos (tierra, metal, agua, viento y fuego) con emociones zozobra, tristeza, obsesión, cólera y tristeza. Pero aún hay más. Si hilamos algo más fino veremos que la asociación yin - yang de la regla de los Cinco Elementos presenta otro matiz que resulta importantísimo para crear relaciones en los tratamientos: El círculo de la regla de los Cinco Elementos separa los meridianos yin: Bazo- páncreas (Bp), pulmón (P), riñón (R), circulación (Cs), Intestino delgado (Id) y corazón (C), de los meridianos yang: estómago (E), Intestino Grueso (IG), Vejiga (V), Vesícula Biliar (Vb), Triple Recalentador (Tr) e Intestino Delgado (Id). Este hecho no es casualidad ni un artilugio geométrico. En mis años de experiencia en la acupuntura he observado que ese círculo esta delimitando el interior y exterior del individuo, donde los hechos externos afectan los meridianos yin y los hechos internos afectan los meridianos yang.⁷



Figura 18.7. Relacion de intergeneracion e interdominancia entre los cinco reinos mutantes.

¿QUÉ CONDICIONES PUEDEN BENEFICIARSE DE LA ACUPUNTURA?

La Organización Mundial de la Salud (su sigla en inglés es WHO) enumera 40 condiciones que pueden beneficiarse con el uso de la acupuntura. Estas condiciones incluyen las siguientes:

Del sistema digestivo: dolor abdominal, estreñimiento, diarrea, hiperacidez, indigestión.

Respiratorio: asma, bronquitis, resfriado común, sinusitis y para dejar de fumar.

Del sistema músculo-esquelético: artritis, dolor en la espalda, calambres musculares, dolor en los músculos y debilidad, dolor en la nuca, ciática.

Del sistema nervioso: dolores de cabeza, migrañas, disfunción neurogénica de la vejiga, enfermedad de Parkinson, dolor post-operatorio y embolia cerebral.

Emocional: ansiedad, depresión, insomnio, nerviosismo, neurosis.

Ginecológica: infertilidad, síntomas menopáusicos y premenstruales.

Misceláneos: control de las adicciones, zumbidos en los oídos, dolores dentales, regulación de la presión sanguínea, fatiga crónica, tonificación del sistema inmunológico y reducción del estrés⁸

Referencia Bibliográfica

- 1.- Junz Z, Jing Z, Tr. Fundamentos de acupuntura y Moxibustión de China. Beijing : Ed Lenguas Extranjeras, 1984.
- 2.- Carballo F. Acupuntura China. 4 ed. Buenos Aires: Ed Kier, 1986.
- 3.- Urgillés Lorié, L.A. et col. Acupuntura en el manejo del Dolor. Amolca Colombia 1.984
- 4.- Alvarez Díaz TA. Manual de Acupuntura. La Habana: Ed. Ciencias Médicas, 1992.
- 5.- Sussman DJ. Acupuntura : Teoría y práctica. 6 ed. Buenos Aires: Ed Kier, 1984.
- 6.- Cheng X. Chinesess. Acupuncture and Moxibution Bejing: Ed Foreign Language, 1987.
- 7.- Pérez Carballás F. Manual de Acupuntura. Ciudad de La Habana: MINSAP, 1980.
- 8.- Rigol O. Manual de Acupuntura y digitopuntura para el médico de la familia. Ciudad de la Habana

Biografía

Dr. Angel Jose Chu Lee, Mg.Sc.

Medicina Interna - Acupuntura China.

Especialista en Medicina Interna - Universidad de Guayaquil. Magister en Gerencia y Administración de Salud.

Presidente Sociedad Ecuatoriana Medicina Interna (S.E.M.I.) - El Oro. Ex Director Asistencial HOSPITAL GENERAL TEÓFILO DÁVILA. Docente Titular de NEUROANATOMIA FUNCIONAL e INMUNOLOGIA - Carrera de Ciencias Médicas (UTMACH)

Dra. Sylvana Alexandra Cuenca Buele

Especialista en Anatomía Patológica - Universidad del Azuay - Miembro activo Sociedad de Obstetricia y Ginecología de El Oro - Miembro activo Sociedad de Patología del Tracto Genital Inferior y Colposcopía de El Oro

Médico Tratante Laboratorio de Patología Hospital SOLCA. Núcleo Machala.

Coordinadora de la Carrera de Ciencias Médicas - UACQS - UTMACH

Docente Titular de PATOLOGIA GENERAL Y SISTÉMICA - Carrera de Ciencias Médicas. (UTMACH)

Dr. Marcelo Isaias Lopéz Bravo

Docente titular de ANATOMIA. Carrera de ciencias Médicas.

Ex Dector de la Escuela Ciencias Médicas Facultad de Ciencias Química y de la Salud. Universidad Técnica de Machala.

Neuroanatomia

Se terminó de imprimir en marzo en la imprenta de
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

La edición consta de 500 ejemplares.

El programa de Reingeniería del Conocimiento en la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) es un modelo emergente de gestión de la investigación que promueve saberes científicos con pertinencia social. Desde el Vicerrectorado Académico impulsamos la investigación colectivista, donde docentes y estudiantes se engranan en la construcción y divulgación del resultado de sus ejercicios pedagógicos, heurísticos y de vinculación social, en aras de contribuir con el fortalecimiento de nuestras ventajas comparativas y competitivas a nivel transfronterizo.

Mediante este programa estratégico la UTMACH impacta sus imaginarios respecto a la relación de la docencia con la investigación, muestra de ello es la presente obra donde se cristaliza el empoderamiento y profesionalismo de sus actores y redes al servicio de la formación crítica de profesionales de avanzada.

En la UTMACH seguimos conquistando el conocimiento a través de la investigación, por ello en cada acción emprendida *proyectamos nuestra historia*.

Ing. Amarilis Borja Herrera, Mg. Sc.
VICERRECTORA ACADÉMICA

