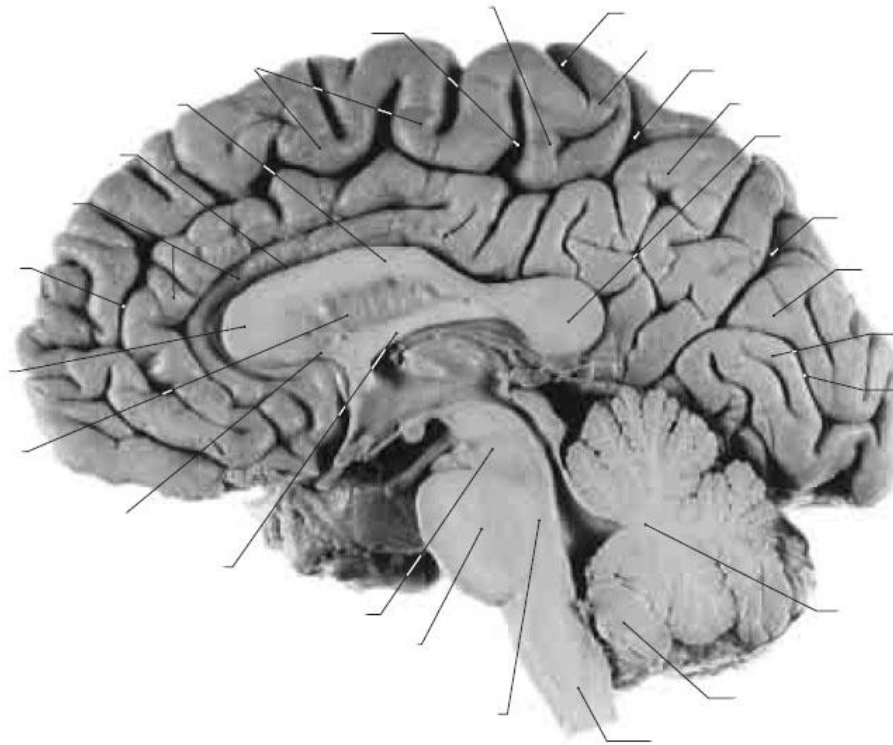




Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Facultad de Ciencias – Instituto de Biología
Laboratorio de Antropología Física y Anatomía Humana
Laboratorio de Técnicas Anatómicas
Prof. Dr. Pablo Lizana Arce - Prof. Atilio Almagià Flores



PRINCIPIOS NEUROANATOMÍA

Unidad 3:

Anatomía Externa e Interna

Sistema Nervioso Central

Texto guía del Curso Anatomía Humana II para Kinesiología
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Segundo Semestre 2012

“La mayoría de la imageneología utilizada en las guías y módulos, están tomados y modificados de los textos recomendados para la asignatura y solamente tienen un objetivo docente y bajo ninguna circunstancia lucrativo”



EMBRIOLOGÍA POR REGIONES DE SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

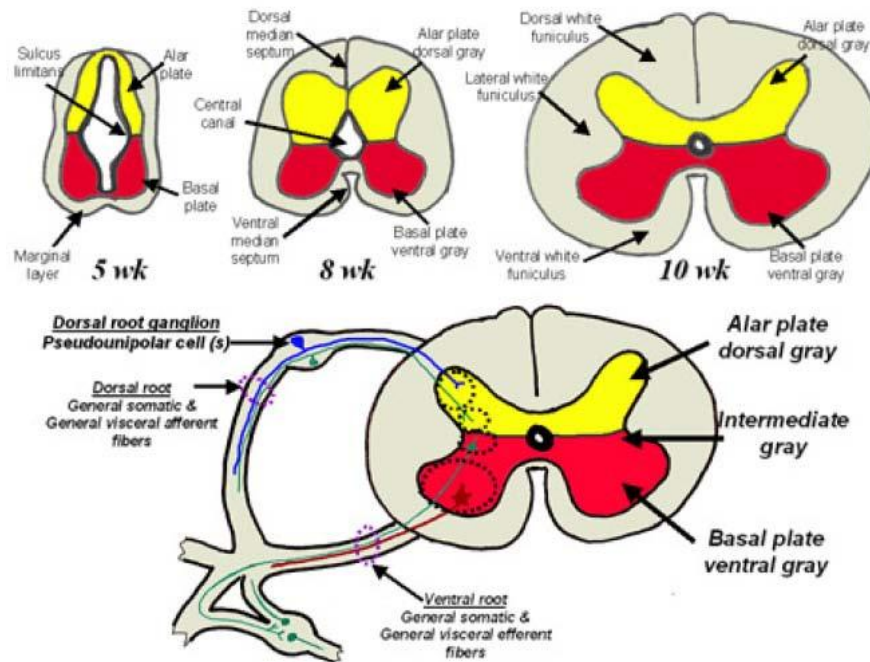
Formación de la Médula Espinal

Las placas basales incluyen los somas de las motoneuronas que posteriormente constituirán las astas anteriores de la médula espinal. Las placas alares corresponden a regiones sensitivas que se diferenciarán en las astas posteriores de la médula espinal. El crecimiento de las placas alares origina el tabique medio posterior. Al sobresalir ventralmente las placas basales se forma el tabique medio anterior, mientras tanto se desarrolla la fisura mediana en la superficie anterior de la médula espinal. El surco limitante delimita ambas placas, y de esta manera también separa las regiones motoras de las sensitivas. Las regiones dorsal (placa del techo) y ventral (placa del piso) en la línea media del tubo neural no poseen neuroblastos y constituyen vías para 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.

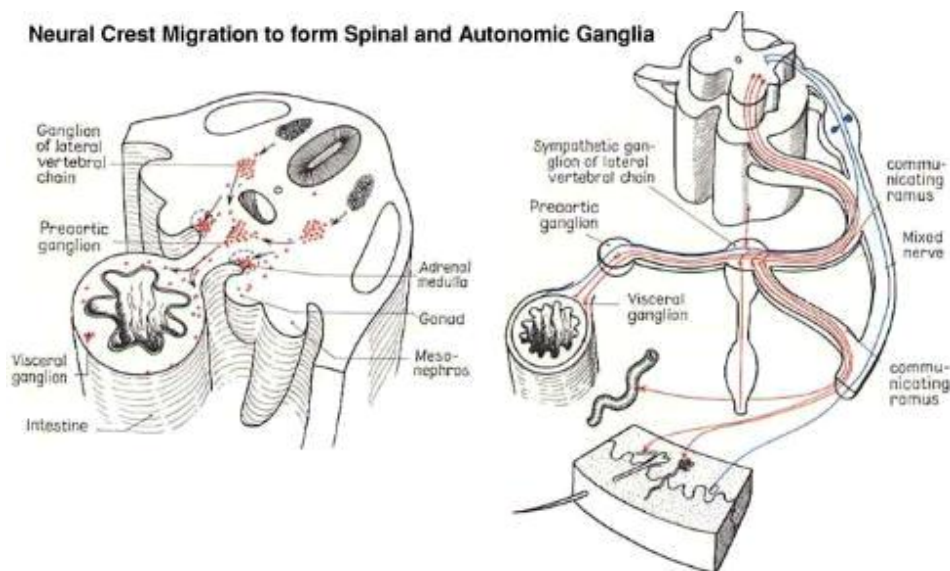
Al plegarse la placa neural aparece un grupo de células a cada lado del surco neural. Estas células tienen un origen ectodérmico y se denominan *células de la cresta neural* y forman temporalmente una zona intermedia entre el tubo neural y el ectodermo superficial. Esta zona se extenderá desde el prosencéfalo hasta el nivel de los somitas caudales y de cada lado emigra a la cara dorsolateral del tubo neural. Algunas células originan los ganglios de la raíz dorsal de los nervios raquídeos. Las células de la cresta neural se diferenciarán también en neuroblastos simpáticos, neurolemnocitos, células pigmentarias, odontoblastos, médula surarrenal, leptomeninges y mesénquima de los arcos faríngeos.

Posteriormente los neuroblastos de los ganglios sensitivos presentan dos prolongaciones. La prolongación centrípeta penetra en la médula espinal por el asta dorsal o asciende por la zona marginal hasta algún centro cerebral superior. En conjunto estas prolongaciones forman la raíz sensitiva dorsal del nervio raquídeo. Por otra parte, la prolongación centrífuga se une a las fibras de la raíz motora ventral contribuyendo así a la formación del tronco del nervio raquídeo o espinal. Las prolongaciones centrífugas terminan en los receptores sensitivos. De esta manera, los ganglios sensitivos originan las neuronas de la raíz dorsal.



Las fibras nerviosas motoras comienzan a originarse a partir de células situadas en las placas basales de la médula espinal. Se sitúan en haces y forman las raíces nerviosas ventrales. Las raíces nerviosas dorsales se originan en células de los ganglios de la raíz dorsal. Las prolongaciones distales (centrífugas) se unen a la raíz motora y forman el nervio espinal. Casi inmediatamente los nervios se dividen en ramos primarios dorsales y ventrales. Los dorsales inervan la musculatura axial dorsal, las articulaciones intervertebrales y la piel de la espalda. Los ramos ventrales inervan los miembros y la pared anterior del cuerpo, y forman los principales plexos nerviosos.

Neural Crest Migration to form Spinal and Autonomic Ganglia





El proceso es llevado a cabo por los neurolemonocitos (*células de Schwann*). Estas células se originan en la cresta neural, emigran a la periferia y se disponen alrededor de los axones formando la *vaina de Schwann* o *neurilema*. Las fibras en las que se deposita la mielina, adquieren un aspecto blanquecino. La mielina no es sino un enrollamiento de la membrana de los neurolemonocitos alrededor del axón.

En el tercer mes de desarrollo, la médula espinal se extiende en toda la longitud del embrión y los nervios raquídeos atraviesan los forámenes intervertebrales en su nivel de origen. Sin embargo, al aumentar la edad del embrión, el raquis y la duramadre se alargan más rápidamente que el tubo neural y el extremo terminal de la médula se desplaza a niveles cada vez más altos. En el recién nacido el extremo está situado a la altura de L3. Como consecuencia de este crecimiento desproporcionado, los nervios espinales tienen una dirección oblicua desde su segmento de origen en la médula hasta el nivel correspondiente de la columna vertebral. La duramadre permanece unida a la columna vertebral a nivel coccígeo.

En el adulto, la médula espinal termina a la altura de L2-L3. Por debajo de este sitio, una prolongación filiforme de la piamadre forma el *filum terminale* y está unido al periostio de la primera vértebra coccígea. Las fibras nerviosas que se encuentran por debajo del extremo terminal de la médula forman la cola de caballo (*cauda equina*).

Formación del Encéfalo

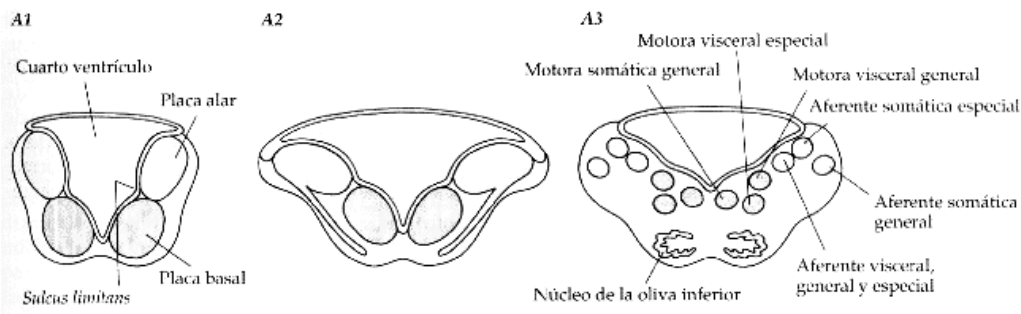
Mielencéfalo

El mielencéfalo da origen a la *médula oblonga* (bulbo raquídeo). Difiere de la médula espinal porque sus paredes laterales experimentan un movimiento de eversión, es decir, las placas alares se separan. Se distinguen las placas alares y basales separadas por el surco limitante.

La placa basal, semejante a la de la médula espinal, contiene los núcleos motores, que se dividen en tres grupos:

Grupo medial o eferente somático: El grupo medial o eferente somático contiene las neuronas motoras que forman la continuación cefálica de las células del asta anterior. Dado que este grupo eferente somático continúa en dirección rostral hacia el mesencéfalo, se denomina *columna motora eferente somática*. En el mielencéfalo representa las neuronas del nervio hipogloso que se distribuye en los músculos de la lengua. En el metencéfalo y el mesencéfalo la columna está representada por las neuronas de los nervios abducens o motor ocular externo, patético o troclear y oculomotor o motor ocular común, respectivamente. Estos nervios se distribuyen en los músculos del ojo.

Grupo intermedio o eferente visceral especial: El grupo eferente visceral especial se extiende hasta el metencéfalo y forma la *columna motora eferente visceral especial*. Sus neuronas motoras se distribuyen en los músculos estriados de los arcos faríngeos. En el mielencéfalo la columna está representada por las neuronas de los nervios espinal accesorio, vago y glossofaríngeo.



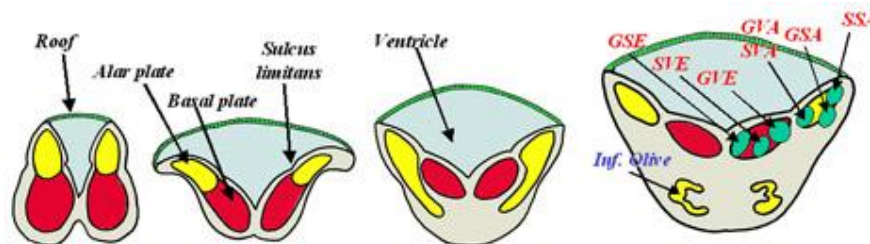
Grupo lateral o eferente visceral general: El grupo *eferente visceral general* contiene las neuronas motoras que se distribuyen en los músculos lisos del aparato respiratorio, tracto intestinal y corazón.

La placa alar incluye tres grupos de núcleos sensitivos de relevo.

Grupo lateral o aferente somático: recibe impulsos del oído y la superficie de la cabeza por medio de los nervios vestibulococlear y trigémino.

Grupo intermedio o aferente visceral especial: recibe impulsos de los botones gustativos de la lengua y del paladar, bucofaringe y epiglotis.

Grupo medial, aferente visceral general: recibe información interoceptiva del aparato gastrointestinal y del corazón.



La placa del techo del mielencéfalo consiste en una capa única de células endimarias cubierta por mesénquima vascularizado, la piamadre. Ambas forman la tela coroidea. Debido a la activa proliferación del mesénquima vascularizado, un cierto número de invaginaciones sacciformes se introducen en la cavidad ventricular subyacente. Estas invaginaciones forman el *plexo coroideo*, que elabora el líquido cerebro-espinal.

Metencéfalo

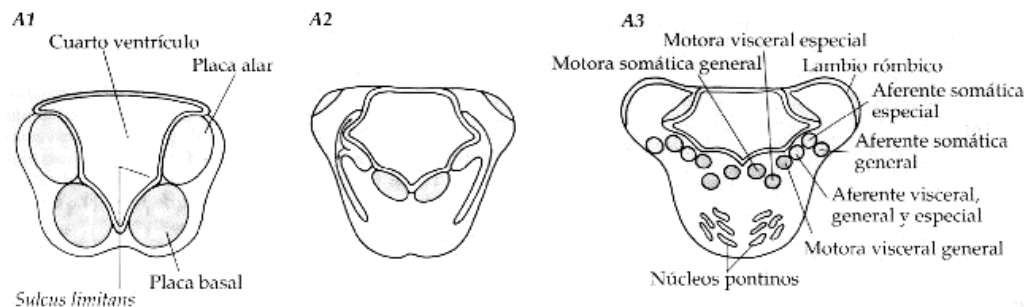
El metencéfalo, parecido al mielencéfalo, se caracteriza por sus placas basales y alares. Sin embargo, se forman dos nuevos componentes: a) el cerebelo y b) la protuberancia (puente).

Las placas basales del metencéfalo contienen tres grupos de neuronas motoras:

El grupo eferente somático medial: que da origen al nervio abducens

El grupo eferente visceral especial: que contiene los núcleos de los nervios trigémino y facial, que inervan los músculos del primero y el segundo arcos faríngeos.

El grupo eferente visceral general: cuyos axones se distribuyen en las glándulas submaxilares y sublinguales.



La capa marginal de las placas basales se expanden considerablemente ya que sirven de puente para las fibras nerviosas que conectan la corteza cerebral y la cerebelosa con la médula espinal. Es por esto que a esta porción del metencéfalo se le denomina puente o protuberancia. Además de fibras nerviosas, la protuberancia contiene los núcleos pontinos o protuberanciales, que se originan en las placas alares del metencéfalo y el mielencéfalo.

Las placas alares de esta vesícula poseen tres grupos de núcleos sensitivos:

Grupo aferente somático (lateral): que contiene neuronas del nervio trigémino y una pequeña porción del complejo vestibulococlear

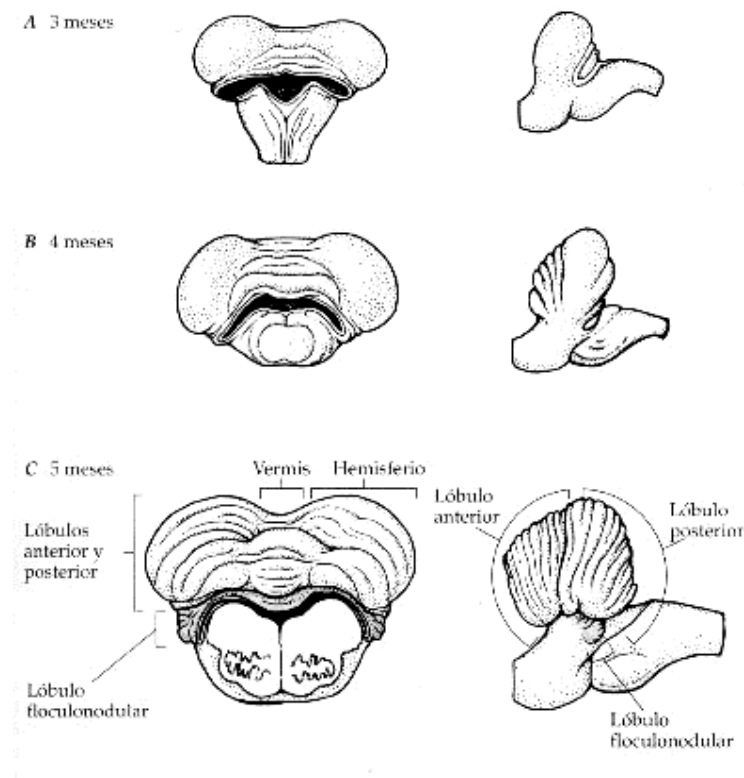
Grupo aferente visceral especial

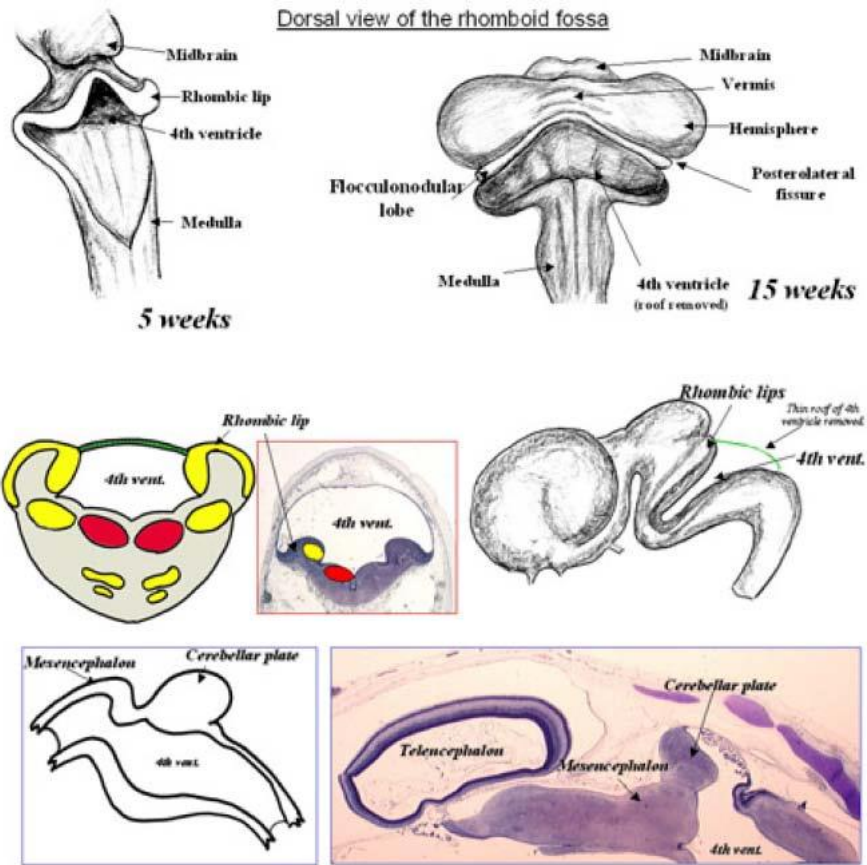
Grupo aferente visceral general.

Cerebelo

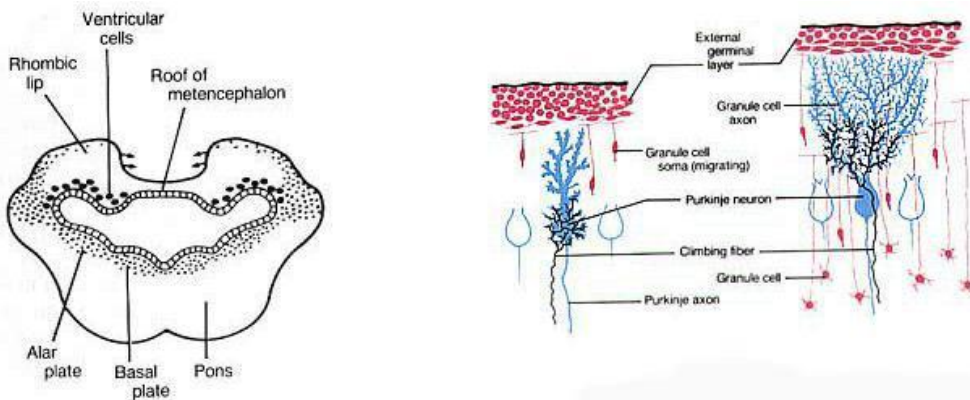
Las porciones dorsolaterales de las placas alares se curvan en sentido medial y forman los labios rómbicos. En la porción caudal del metencéfalo los labios rómbicos están muy separados, pero inmediatamente por debajo del mesencéfalo se acercan en la línea media. Al profundizarse el

pliegue protuberancial, los labios rómbicos quedan comprimidos en dirección cefalocaudal y forman la placa cerebelosa. En el embrión de 12 semanas esta placa presenta una pequeña porción en la línea media, el vermis, y dos porciones laterales, los hemisferios. Poco después una cisura transversal separa el nódulo del vermis, y el flóculo lateral de los hemisferios. Desde el punto de vista filogenético este lóbulo floclonodular es la parte más primitiva del cerebelo.





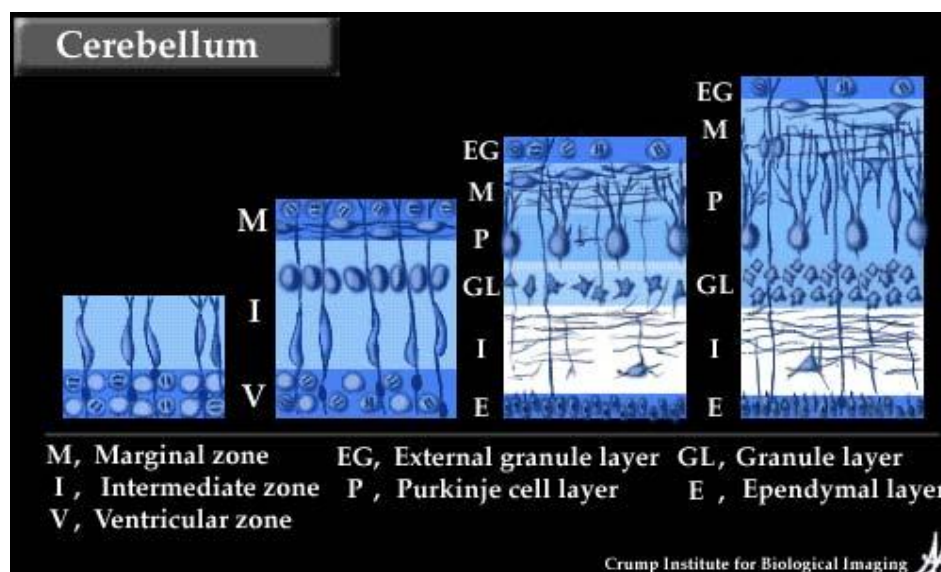
En una etapa inicial la placa cerebelosa está formada por las capas neuroepitelial, del manto y marginal. Durante el desarrollo ulterior algunas células formadas por el neuroepitelio emigran hacia la superficie del cerebelo y forman la capa germinal externa. Estas células conservan su capacidad mitótica y proliferan en una zona de la superficie del cerebelo.

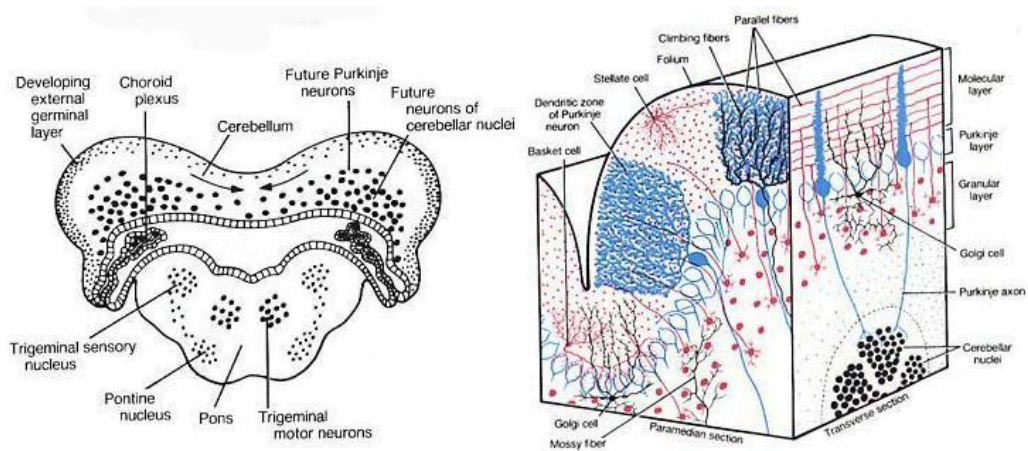




Existen dos zonas de histogénesis del cerebelo, una zona ventricular situada por debajo de la placa cerebelosa en desarrollo, la capa marginal interna, y la segunda que termina por quedar en posición superficial a la zona del manto, la capa germinal externa. Esta capa deriva de la células que emigran desde el labio romboidal. Ambas capas muestran mitosis proliferativas y producen una progenie de varias capas. Esta fase disminuye al iniciar la fase de neurogénesis y seguida de una gliogénesis. De la placa alar además migran células que forman las futuras neuronas de Purkinje y los núcleos profundos del cerebelo. Las neuronas de Purkinje formadas migran y se ubican bajo la capa germinal externa

En el sexto mes del desarrollo la capa granulosa externa comienza a producir diversos tipos celulares, los cuales emigran hacia las zonas bajo las células de Purkinje en proceso de diferenciación y dan origen a las células granulosas, células en cesta y células estrelladas. La corteza del cerebelo, que consiste en células de Purkinje, neuronas de Golgi tipo II y neuronas producidas por la capa granulosa externa, alcanza sus dimensiones definitivas después del nacimiento. Gran parte de las células de la capa germinal externa forma neuronas estrelladas, originando la capa molecular. Los núcleos cerebelosos profundos, llegan a su situación definitiva antes del nacimiento. Finalmente la corteza cerebelosa queda formada por tres capas: Molecular, Purkinje y Granulosa. Se establecen contactos sinápticos entre las células de la capas. Axones provenientes de médula, tronco y cerebro ingresan a cerebelo formando los pedúnculos cerebelosos, sinaptando con núcleos profundos del cerebelo y con las células granulosas (fibras musgosas). Axones provenientes de la oliva sinaptan con las células de Purkinje (fibras trepadoras). Los axones de las neuronas de Purkinje son los únicos que salen de corteza para sinaptar con los núcleos profundos. Los axones originados en los núcleos profundos salen por los pedúnculos cerebelosos superiores o inferiores para sinaptar con otros sitios de relevo.





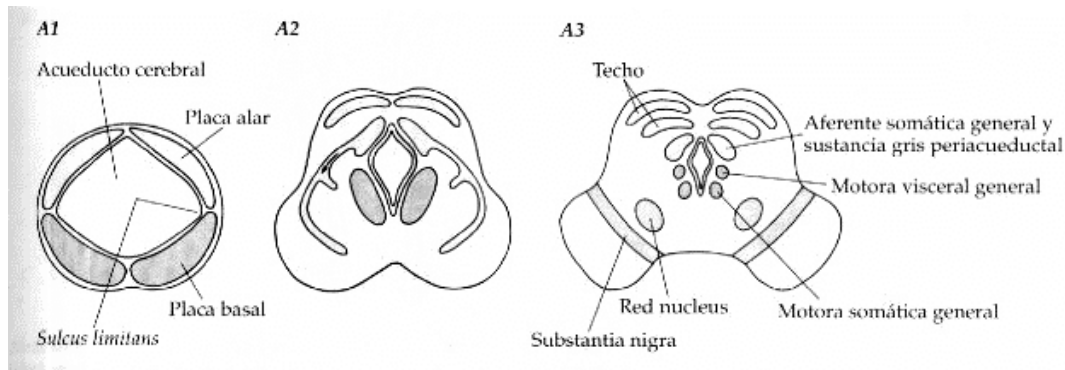
Mesencéfalo

Desde el punto de vista morfológico, el mesencéfalo es la más primitiva de las vesículas encefálicas. Cada placa basal posee dos grupos de núcleos motores:

Grupo medial eferente somático: representado por los nervios oculomotor y troclear, que inervan a los músculos del ojo.

Grupo eferente visceral general: pequeño grupo representado por el núcleo accesorio del nervio oculomotor (de Edinger-Westphal), que inerva el esfínter de la pupila.

La capa marginal de cada placa basal se engrosa y forma el pie de los pedúnculos cerebrales, estructuras que sirven para el paso de fibras que descienden desde el cerebro hacia los centros inferiores de la médula y de la protuberancia. Las placas alares del mesencéfalo aparecen en un principio en forma de dos elevaciones longitudinales separadas por una depresión poco profunda en la línea media. Al continuar el desarrollo aparece un surco transversal que divide a cada elevación longitudinal en un colículo anterior (superior) (tubérculo cuadrigémino superior) y otro posterior (inferior) (tubérculo cuadrigémino inferior).



Los colículos se forman por oleadas de neuroblastos que emigran hacia la zona marginal suprayacente, donde se disponen en capas estratificadas.

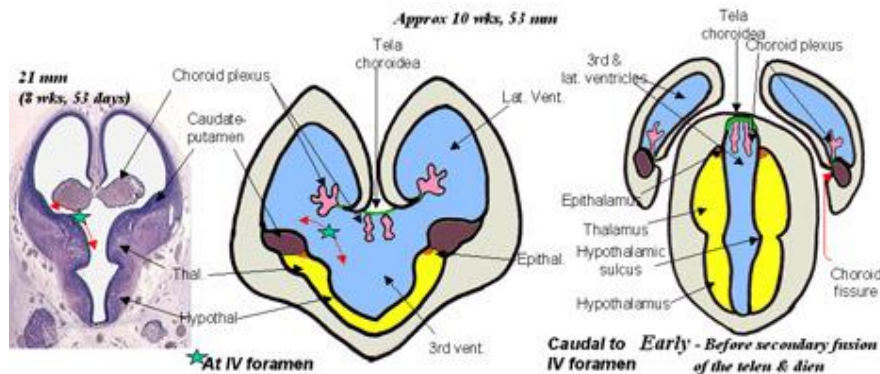
Diencefalo

Placa del techo y epífisis

El diencefalo se desarrolla a partir de la porción mediana del prosencéfalo, y se considera que consiste en una placa del techo y dos placas alares, pero que carece de placas del piso y las basales. La placa del techo del diencefalo está formada por una sola capa de células endimarias cubiertas por mesénquima vascularizado, las cuales, al combinarse, originan el *plexo coroideo del tercer ventrículo*. La porción más caudal de la placa del techo se convierte en el *corpo pineal* o *epífisis*. La primera manifestación de esta glándula es un engrosamiento epitelial de la línea media, pero que hacia la séptima semana comienza a evaginarse. Por último, se convierte en un órgano macizo situado en el techo del mesencéfalo y sirve de intermediario de la acción de la luz y la oscuridad sobre los ritmos endocrinos y del comportamiento.

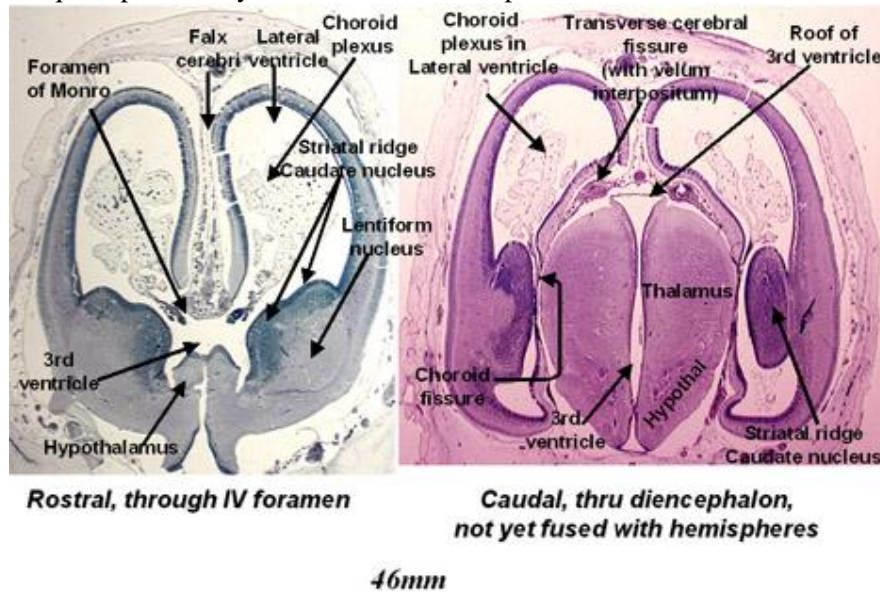
Placa alar, tálamo e hipotálamo

Las placas basales y alares forman las paredes laterales del diencefalo. Una hendidura, el surco hipotalámico, divide dichas placas en porciones dorsal y ventral, el tálamo y el hipotálamo, respectivamente.



Como consecuencia de la actividad de proliferación, poco a poco el tálamo sobresale en la luz del diencéfalo. Con frecuencia esta expansión es muy grande, tanto que las regiones talámicas derecha e izquierda se fusionan en la línea media y forman la masa intermedia o *comisura gris intertalámica*.

El hipotálamo, que deriva de la placa alar, se diferencia en varios grupos de núcleos, que sirven como centros de regulación de funciones viscerales tales como el sueño, la digestión, la temperatura corporal y la conducta emocional. Uno de estos grupos, el tubérculo mamilar, forma una eminencia definida sobre la cara ventral del hipotálamo, a cada lado de la línea media. Algunos autores señalan que hipotálamo y tálamo derivan de la placa alar.

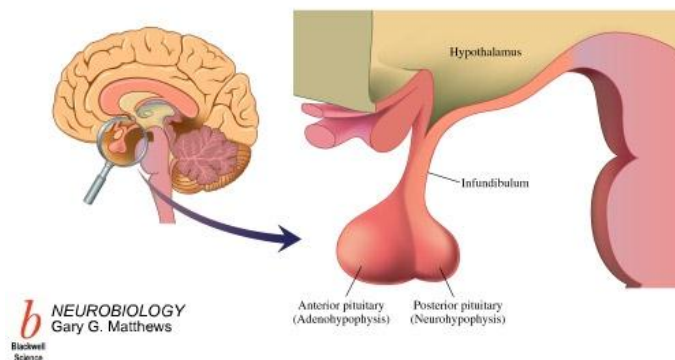


Hipófisis o glándula pituitaria

La hipófisis o glándula pituitaria se desarrolla en dos partes completamente distintas: a) una evaginación ectodérmica llamada bolsa de Rathke y b) una prolongación del diencéfalo hacia inferior, el infundíbulo.

Cuando el embrión tiene tres semanas de edad, aproximadamente, la bolsa de Rathke se observa como una evaginación de la cavidad bucal, y ulteriormente crece en sentido dorsal hacia el infundíbulo. Hacia el final del segundo mes pierde su conexión con la cavidad bucal y se halla en contacto con el infundíbulo.

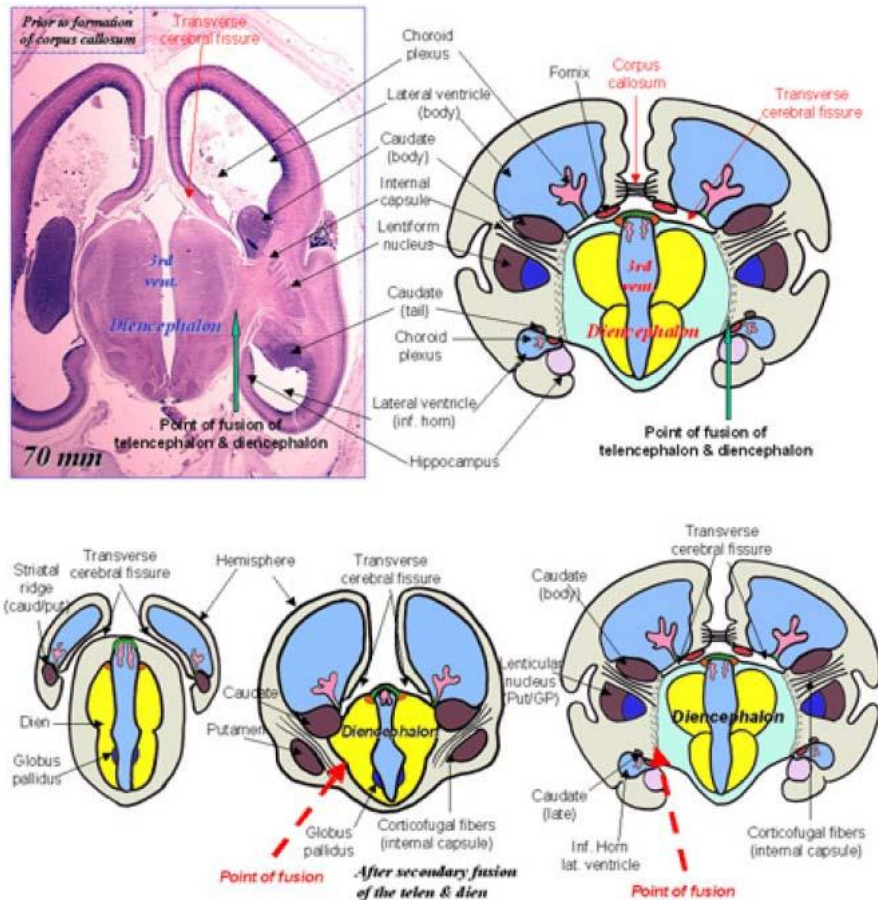
En el curso del desarrollo ulterior las células de la pared anterior de la bolsa de Rathke aumentan rápidamente de número y forman el lóbulo anterior de la hipófisis o adenohipófisis. Una pequeña prolongación de este lóbulo, la *pars tuberalis*, crece a lo largo del tallo del infundíbulo y por último lo rodea. La pared posterior de la bolsa de Rathke se convierte en la *pars intermedia*, que en el ser humano parece tener poca importancia.



El infundíbulo da origen al tallo y a la *pars nervosa* o lóbulo posterior de la hipófisis (neurohipófisis). Está formado por células de neuroglia y posee, además, cierta cantidad de fibras nerviosas provenientes de la región hipotalámica.

Telencéfalo

El telencéfalo, la vesícula encefálica más rostral, consiste en dos evaginaciones laterales, los hemisferios cerebrales, y una porción mediana, la lámina terminal. Las cavidades de los hemisferios, los ventrículos laterales, comunican con la luz del diencefalo por medio de **los forámenes interventriculares** (de Monroe).



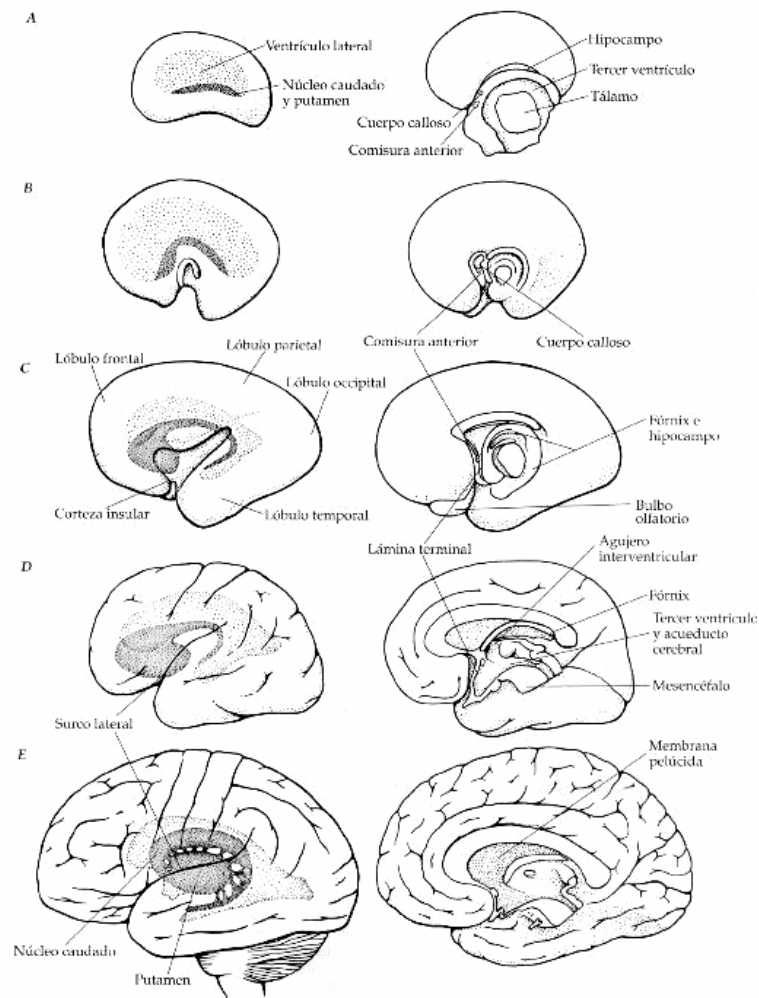
Hemisferios cerebrales

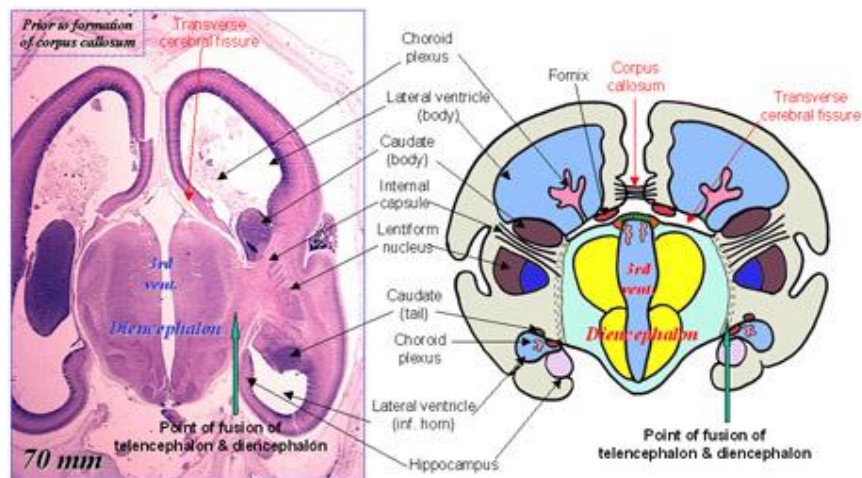
Los hemisferios cerebrales comienzan a desarrollarse al principio de la quinta semana de vida intrauterina, en forma de evaginaciones bilaterales de la pared lateral del prosencéfalo. Hacia la mitad del segundo mes la porción basal de los hemisferios (porción que inicialmente formó la prolongación del tálamo hacia adelante) comienza a aumentar de tamaño. Como consecuencia de ello, sobresale hacia el interior del ventrículo lateral y también en el piso del agujero interventricular. En cortes transversales esta región de crecimiento rápido tiene aspecto estriado y, por lo mismo, se denomina cuerpo estriado.

En la región donde la pared del hemisferio está unida al techo del diencefalo no se producen neuroblastos y la zona es muy delgada. En este sitio la pared del hemisferio tiene una sola capa de células endimarias cubiertas por mesénquima vascularizado que en conjunto forman el plexo coroideo. El plexo coroideo debía formar el techo del hemisferio, pero como consecuencia del crecimiento desproporcionado de varias partes del hemisferio, sobresale en el ventrículo lateral siguiendo una línea llamada fisura coroidea. Inmediatamente por superior de la fisura coroidea la pared del hemisferio está engrosada, lo cual forma el hipocampo. Esta estructura, que tiene una función relacionada al olfato, sobresale gradualmente en el ventrículo lateral

Al producirse la ulterior expansión de los hemisferios, poco a poco cubren la cara lateral del

diencéfalo, el mesencéfalo y la porción cefálica del metencéfalo, que forma parte de la pared del hemisferio, también se expande hacia atrás y se divide en dos partes: a) una porción dorsomedial, el núcleo caudado, y b) una porción ventrolateral, el núcleo lenticular. Esta división se efectúa por los axones que van hacia la corteza del hemisferio y que provienen de ella y se abren paso por la masa nuclear del cuerpo estriado. El fascículo fibroso formado de esta manera se denomina cápsula interna.



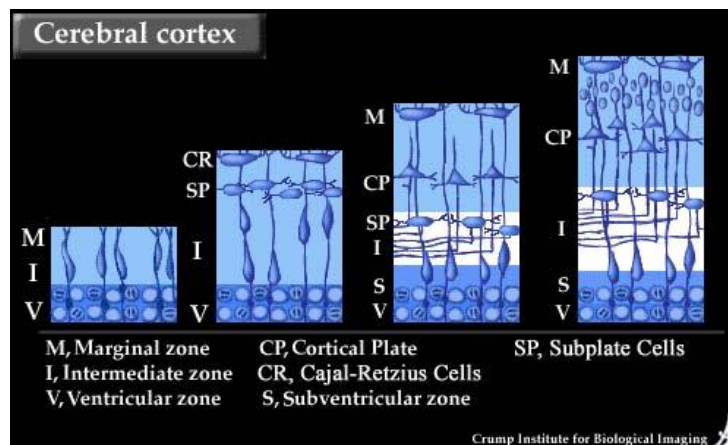


Al mismo tiempo, la pared medial del hemisferio y la pared lateral del diencefalo se fusionan, y quedan en íntimo contacto el núcleo caudado y el tálamo.

El continuo crecimiento de los hemisferios cerebrales en dirección anterior, dorsal e inferior, origina la formación de los lobos (lóbulos) frontal, temporal y occipital. Sin embargo, como la región suprayacente al cuerpo estriado crece con mayor lentitud, la zona situada entre los lobos frontal y temporal se hunde y recibe el nombre de ínsula. Más adelante esta región es cubierta por los lobos adyacentes y en el neonato está oculta casi por completo. En el período final de la vida fetal la superficie de los hemisferios cerebrales crece con tal rapidez que presenta muchos giros (circunvoluciones) separadas por cisuras y surcos.

Desarrollo de la corteza

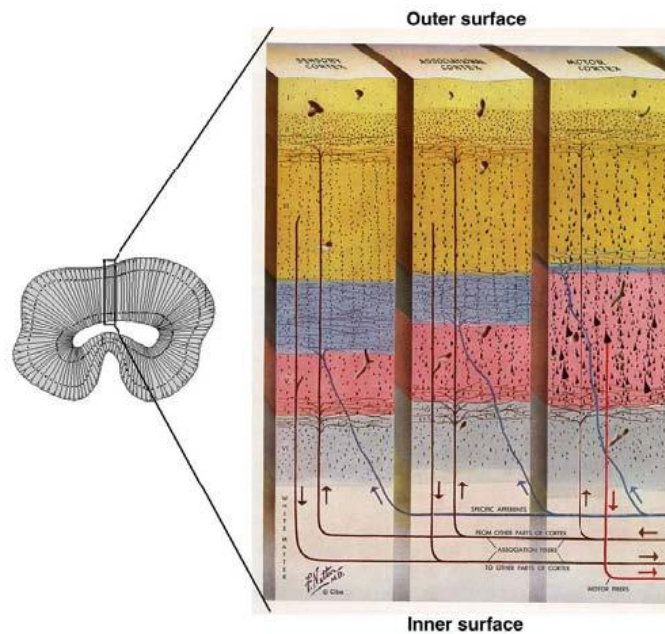
La corteza cerebral se desarrolla a partir del palio, que puede dividirse en dos regiones: a) el paleocórtex o arquipalio, zona situada inmediatamente lateral al cuerpo estriado, y b) neocórtex o neopalio, entre el hipocampo y el paleocórtex.



En el neocórtex, grupos de neuroblastos emigran a un sitio por debajo de la piamadre y luego se diferencian en neuronas completamente maduras. Cuando llega la siguiente oleada de neuroblastos, emigran por las capas de células antes formadas hasta llegar a la situación subpial. En consecuencia, los neuroblastos formados en la etapa inicial toman una situación profunda en la corteza, en tanto que los formados más tarde tienen una posición más superficial.

En el recién nacido la corteza tiene aspecto estratificado debido a la diferenciación de las células en distintas capas. La corteza motora posee abundantes células piramidales, y las áreas sensitivas se caracterizan por células granulosas.

The Adult Neocortex





Comisuras

En el adulto, los hemisferios derecho e izquierdo están conectados por varios haces de fibras, las comisuras, que atraviesan la línea media. El más importante de estos haces utiliza la lámina terminal. El primero de los fascículos cruzados que aparece es la *comisura anterior*, y consiste en fibras que conectan el bulbo olfatorio y el área cerebral correspondiente de un hemisferio con los del lado opuesto.

La segunda comisura que aparece es la *comisura del hipocampo o del triángulo*. Sus fibras nacen en el hipocampo y convergen en la lámina terminal cerca de la placa del techo del diencefalo. Desde allí continúan y forman un sistema arqueado inmediatamente por fuera de la fisura coroidea, hasta llegar al tubérculo mamilar y al hipotálamo.

La comisura más importante es el *cuerpo calloso*. Aparece hacia la décima semana de desarrollo y comunica las áreas no olfatorias de la corteza cerebral derecha e izquierda. En un principio forma un pequeño fascículo en la lámina terminal. Sin embargo, como consecuencia de la expansión continua del neocórtex, rápidamente se extiende primero hacia ventral y después a dorsal, y se dispone de manera de arco sobre el delgado techo del diencefalo.

Además de las tres comisuras que se desarrollan en la lámina terminal, aparecen otras tres. Dos de ellas, las *comisuras posterior y habenular*, se encuentran inmediatamente por delante y por debajo del tallo de la epífisis. La tercera, el *quiasma óptico*, aparece en la pared rostral del diencefalo y contiene fibras de las mitades mediales de las retinas.

ANATOMÍA EXTERNA E INTERNA DE SNC

I.- Anatomía Externa y Relaciones de Médula Espinal

La médula espinal es una porción alargada del sistema nervioso central que ocupa los dos tercios superiores del canal vertebral. Se extiende desde el borde superior del atlas hasta aproximadamente el disco intervertebral entre la primera y la segunda vértebra lumbar, aunque este límite puede tener variaciones. Se encuentra rodeada por las *meninges* (duramadre, aracnoides y piamadre). Se continúa cranealmente con la médula oblonga, y caudalmente se estrecha formando el *cono medular*. El diámetro transversal de la médula no es constante sino que disminuye en dirección cráneo-caudal, presentando dos *engrosamientos o intumescencias: cervical y lumbar*.

El *engrosamiento cervical* da origen a grandes nervios espinales para la inervación del miembro superior, y se extiende desde el tercer segmento cervical hasta el segundo segmento dorsal. El *engrosamiento lumbar* da origen a los nervios espinales que inervan el miembro inferior y se extiende entre el primer segmento sacro, cuyos niveles vertebrales son la IX a XII vértebras torácicas.



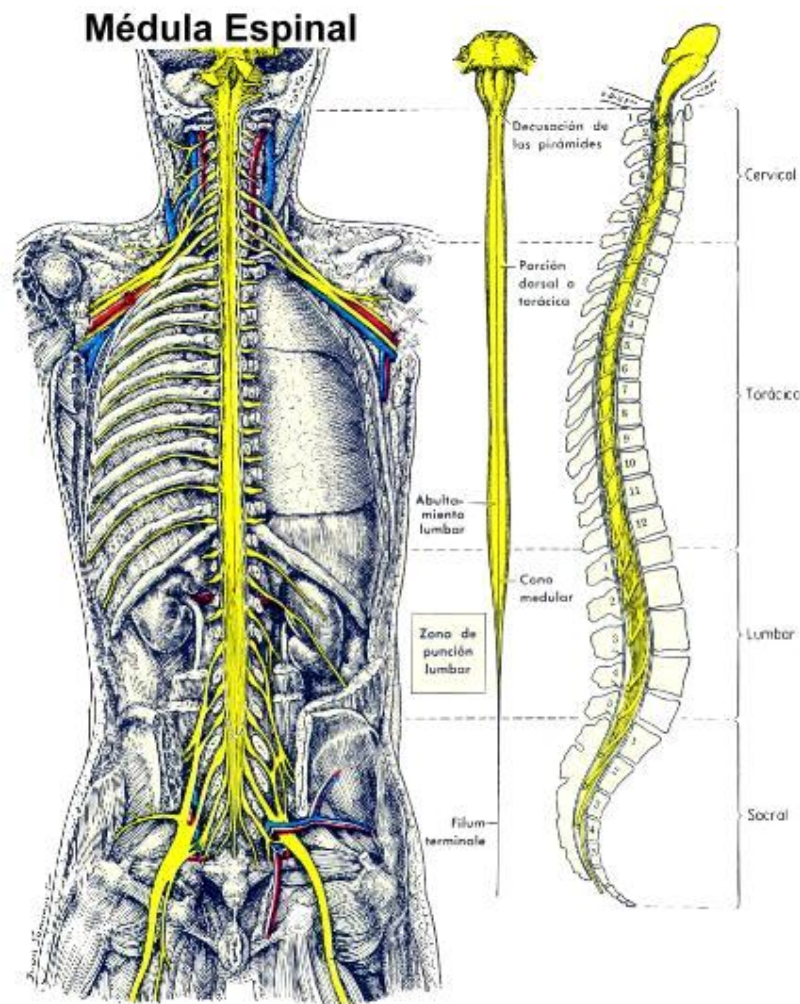
A lo largo de la médula pueden observarse los siguientes surcos: un surco anterior y un surco o tabique posterior dividen a la médula en dos mitades: derecha e izquierda, unidas por una *banda comisural* de tejido nervioso que contiene el conducto central.

El *surco medio anterior o fisura media anterior* se ubica a lo largo de toda la superficie ventral de la médula. Su profundidad varía haciéndose más profundo a nivel caudal. Dorsal a él se encuentra la comisura blanca anterior.

El surco medio posterior es menos extenso que el anterior y de él surge el tabique posterior que penetra en la médula hasta casi llegar al canal central. La longitud del tabique disminuye hacia caudal a medida que el canal se ubica más posterior y la médula se estrecha.

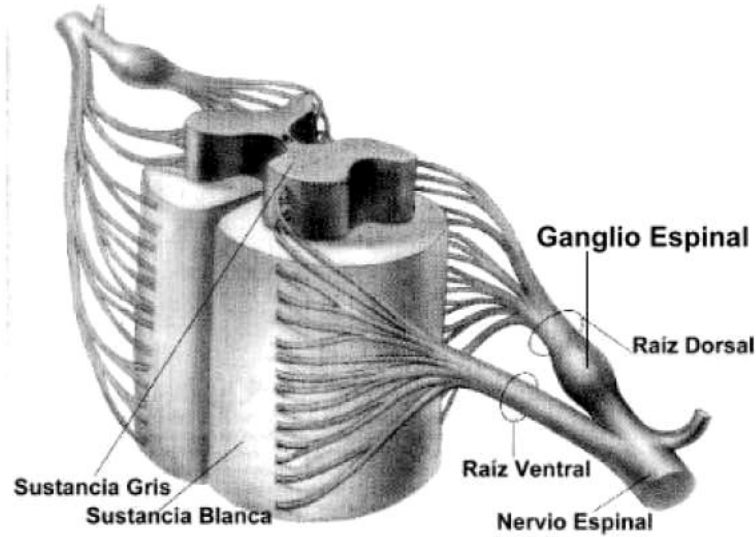
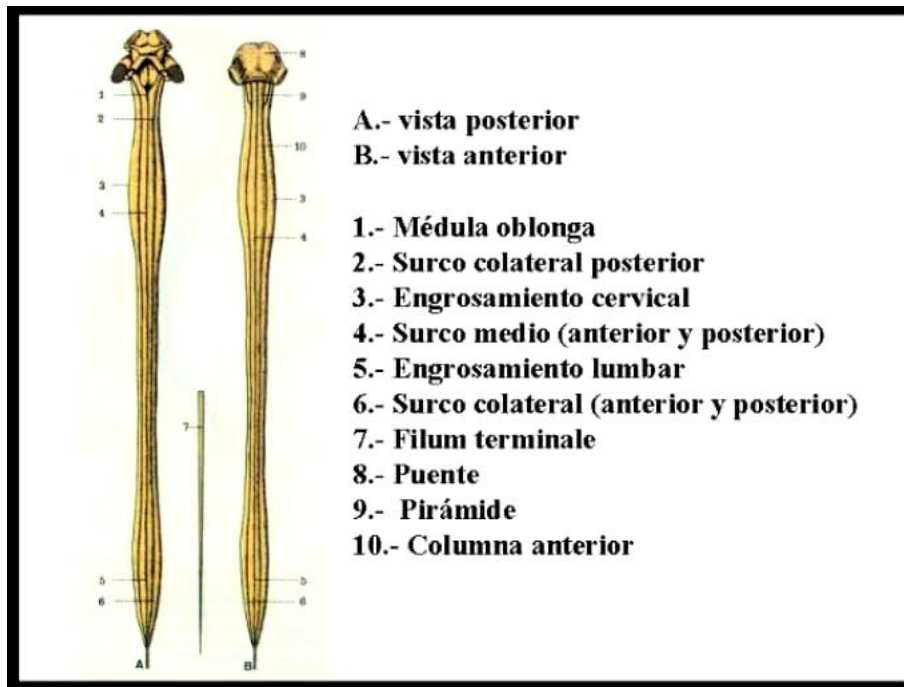
Lateral a ambos lados del surco medio posterior se encuentra el *surco lateral posterior* por donde entran las fibras dorsales de los nervios espinales. Entre los dos surcos, el medio posterior y el posterior lateral, se encuentra el *fascículo posterior*. En las regiones cervical y dorsal superior existe un nuevo surco que divide el fascículo posterior en un fascículo medial (grácil o de Goll) y otro lateral (cuneatus o de Burdach). Este surco recibe el nombre de *surco paramedio posterior*.

Entre el surco lateral posterior y el surco medio anterior se encuentra el *fascículo anterolateral*, dividido por el origen de las raíces espinales ventrales en una porción anterior y otra lateral.



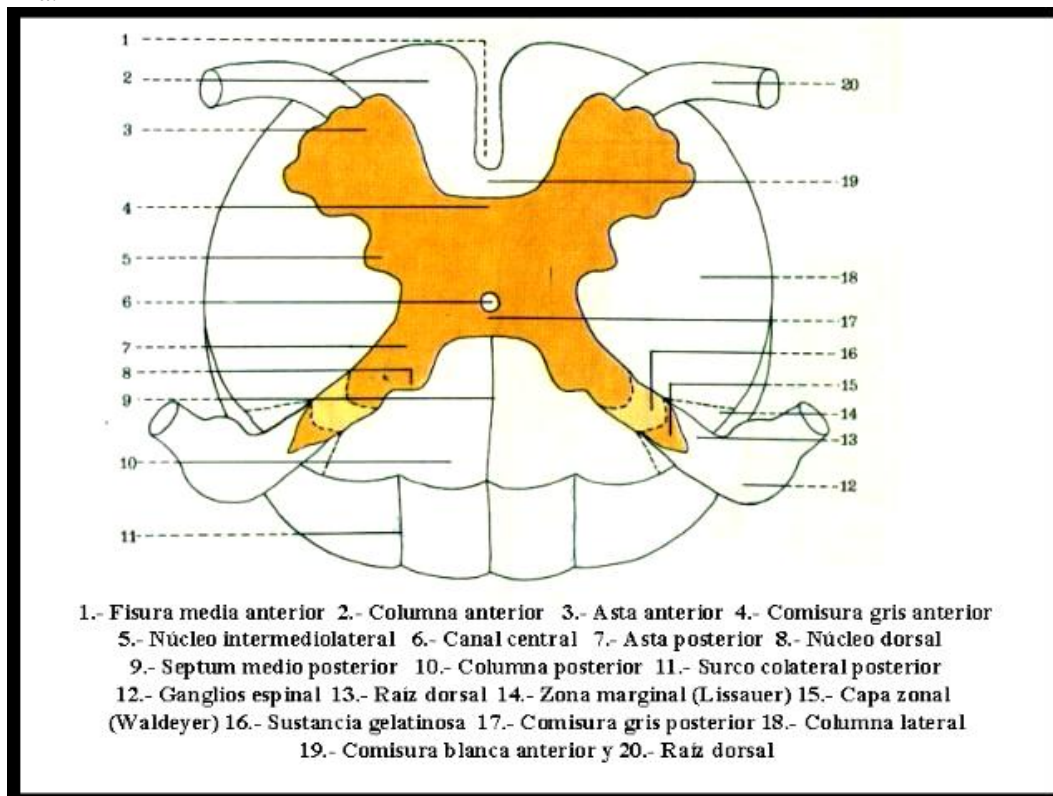
El *filum terminale* es tejido conjuntivo (piamadre) que desciende desde el cono medular. Posee dos partes: el filum terminale interno y el externo. El interno (15cm) está rodeado por duramadre y aracnoides y termina a nivel de S2. El filum terminale externo (5cm) se fusiona con la duramadre y desciende hasta la parte posterior de la primera vértebra coccígea. A ambos lados de la médula espinal se continúan las raíces de los nervios espinales, tanto ventrales como dorsales, que se unen a nivel de los forámenes intervertebrales. Debido a que la longitud del conducto vertebral es mayor que la médula espinal los últimos nervios espinales deben recorrer una distancia apreciable hasta alcanzar sus forámenes de salida formando lo que se conoce como la *cola de caballo* o *cauda equina*. La cola de caballo se define como el conjunto de raíces nerviosas que penden del cono medular.

Las raíces espinales ventrales emergen de la médula formando *radículas* (filetes) que luego se unen para formar el nervio espinal. Lo mismo sucede con las raíces espinales dorsales, con la diferencia de que antes de dividirse e ingresar a la médula presentan unas dilataciones ovoides llamadas *ganglios espinales*.



Anatomía Interna de la Médula Espinal.

La sustancia gris de la médula espinal tiene una ubicación central y una forma de columna acanalada. En cortes transversales presenta dos masas simétricas derecha e izquierda conectadas por una comisura gris transversal estrecha. La comisura está atravesada por el canal central. Cada masa lateral presenta una concavidad lateral desde la cual se proyecta una columna lateral en algunos niveles. En cortes transversales las masas laterales parecen tener proyecciones que se denominan astas. Toda esta sustancia gris central se encuentra rodeada por sustancia blanca que mayormente corresponde a fibras longitudinales agrupadas en fascículos o cordones, que en conjunto forman una columna.



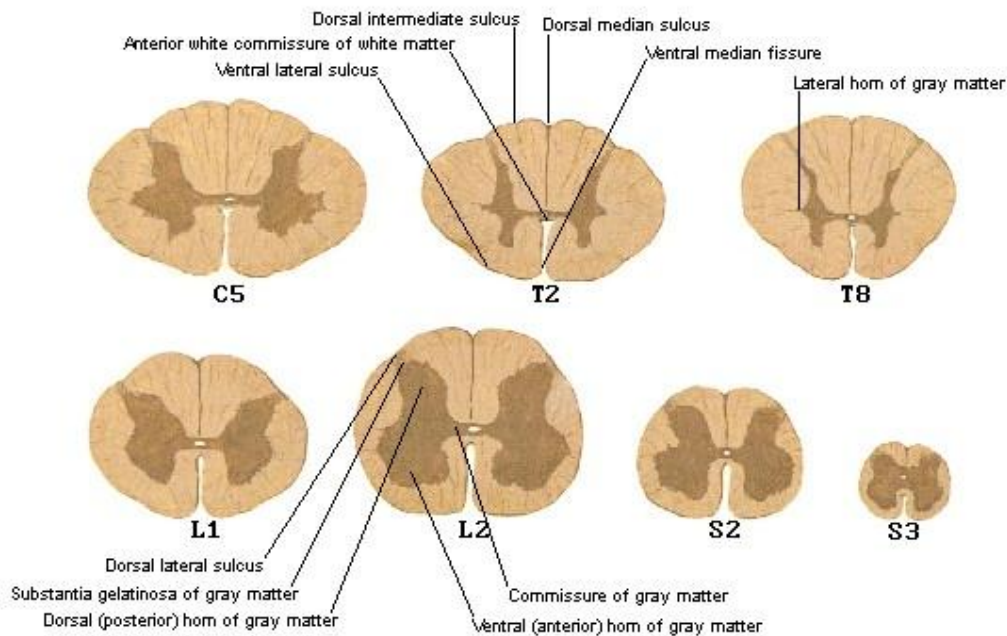
La columna gris anterior se proyecta desde la comisura gris en sentido ventrolateral. Es corta y ancha y se encuentra separada de la superficie por el fascículo anterior. Pueden distinguirse en esta asta ventral una cabeza y una base. Entre los segmentos T2 y L1 aparece una columna gris lateral.

La columna gris posterior se proyecta en sentido dorsolateral. Es estrecha y se aproxima bastante a la superficie, pero se encuentra separada de ella por el fascículo dorsolateral (de Lissauer). Se considera una base, un cuello y un vértice cubierto por una sustancia gelatinosa (de Rolando).

El límite entre la sustancia gris y blanca no siempre es nítido. A nivel cervical el fascículo lateral se encuentra invadido por bandas de sustancia gris procedente del asta posterior separadas por fibras nerviosas que se entrelazan formando una red, de ahí su nombre de *formación reticular*. Puesto que pueden encontrarse regiones similares en distintos niveles del sistema nervioso central

se ha denominado a estas estructuras en conjunto como sistema reticular.

Existe una relación directa entre la masa de sustancia gris de la médula espinal y el número de estructuras a las que inerva. Por eso se aprecian los engrosamientos en los niveles cervical y lumbar para la inervación de los músculos del miembro superior e inferior respectivamente.



El *conducto central* atraviesa toda la médula espinal y la mitad caudal de médula oblonga, abriéndose en el cuarto ventrículo. En el cono medular se expande como un ventrículo terminal fusiforme, transversalmente triangular con base anterior; esta cavidad se oblitera aproximadamente a los 40 años. A nivel cervical y dorsal, el conducto es ligeramente ventral respecto al punto medio de la medula espinal y central en el engrosamiento lumbar. Está ocupado por el líquido cerebro espinal (LCE) y revestido por un epitelio ciliado, el *epéndimo*. La sustancia gris que rodea al canal central corresponde a la comisura gris, más delgada ventralmente. Anterior a la comisura gris se encuentra la comisura blanca anterior y posterior se encuentra en relación con la comisura blanca posterior. Ésta última está en relación con el tabique medio posterior.

Organización de la Sustancia Gris.

Como se mencionó anteriormente la sustancia gris ocupa en la médula espinal una ubicación central. De las masas laterales (derecha e izquierda) de sustancia gris se proyectan las astas anteriores y las posteriores. Muchas neuritas cruzan la línea media de las comisuras formando una estructura continua desde el punto de vista funcional. Las neuronas de la sustancia gris son multipolares y presentan características variables como la longitud y el tamaño o la disposición de las dendritas y de los axones. La mayoría son neuronas Golgi I y II. Las neuronas con axón largo se



Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Facultad de Ciencias – Instituto de Biología
Laboratorio de Antropología Física y Anatomía Humana
Laboratorio de Técnicas Anatómicas
Prof. Dr. Pablo Lizana Arce - Prof. Atilio Almagià Flores



proyectan de la sustancia gris y se incorporan a las raíces espinales ventrales o a fascículos ventrales. Los axones cortos de las neuronas Golgi están limitados a la sustancia gris cercana. Algunas neuronas son intrasegmentarias, distribuidas dentro de un solo segmento; otras se extienden a través de varios segmentos, por lo que tienen una distribución intersegmentaria.

En gran parte del sistema nervioso central, los somas neuronales se encuentran agrupados, a menudo en grandes números, lo que indicaría una función común. En ocasiones estos grupos pueden dividirse en grupos más pequeños, lo que implicaría una función particular. En médula espinal existen núcleos anteriores, posteriores y laterales.

Las astas anteriores poseen neuronas de motricidad voluntaria en su cabeza y de motricidad visceral en la base. En las astas posteriores se encuentra en la cabeza la sensibilidad exteroceptiva, en el cuello la sensibilidad propioceptiva y en la base la sensibilidad visceral.

Brod **Rexed** reconoció que las neuronas del asta dorsal se encuentran dispuestas en láminas aplastadas que corren paralelas al eje longitudinal de médula espinal. Cada lámina puede distinguirse de otra por la morfología neuronal y densidad de su unión, como ocurre también en la citoarquitectura del córtex. Cada lámina espinal (de Rexed) contiene neuronas con distintas conexiones y funciones anatómicas.

En la comisura gris o región intermedia y en el asta posterior las láminas espinales (de Rexed) tienen un parecido más a columnas que a láminas aplastadas. En cualquier segmento espinal existen 10 láminas espinales (de Rexed). Algunas láminas se corresponden con los núcleos de la médula espinal.

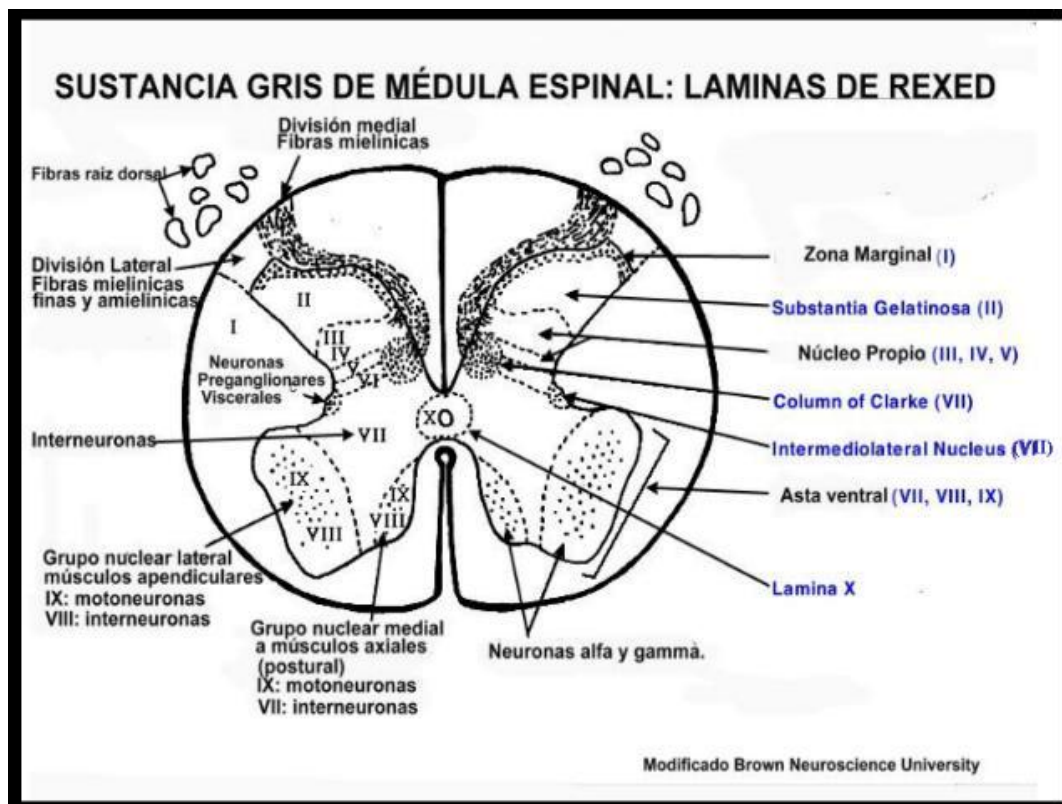


Lámina I: Son neuronas que residen en la parte posterior del asta dorsal (lámina marginal o capa de Waldeyer) y se relacionan con el dolor y frío.

Lámina II: Corresponde a la sustancia gelatinosa; son neuronas pequeñas que reciben aferencias en relación al dolor y sensación térmica. Estas neuronas son denominadas interneuronas ya que sus axones no ascienden formando los tractos ascendentes.

Lámina III y IV: Corresponde al núcleo propio, esta región posee muchas fibras mielínicas y de proyección. Una categoría de las neuronas de esta región se relaciona con el tacto.

Lámina V: Capa gruesa que incluye el cuello de la columna dorsal, y puede dividirse en un tercio lateral y dos tercios mediales. Ambas subdivisiones están formadas por una población mixta, pero la primera contiene somas prominentes entremezclados con numerosos haces de fibras. Recibe el nombre de formación reticular y es particularmente prominente a nivel cervical.

Lámina VI: Muy prominente en los engrosamientos cervical y lumbar. Presenta un tercio medial de neuronas densamente agrupadas y dos tercios laterales con somas de forma triangular de sensibilidad propioceptiva de mayor tamaño y agrupados de forma más laxa. Corresponde a la base del asta dorsal.

Región posteromedial de la lámina VII o Núcleo Dorsal (Clarcke): Este núcleo está presente



entre los segmentos C8 y L3, contiene neuronas de segundo orden relacionadas con la propiocepción desde los miembros inferiores. Este núcleo es el lugar de la proyección del fascículo espinocerebeloso dorsal.

Región lateral de la lámina VII o Núcleo Intermediolateral: se localiza en los niveles de T1 a L2, y contiene neuronas preganglionares simpáticas que inervan a los ganglios paravertebrales.

Lámina VIII: Contiene neuronas relacionadas con el control motor, esta se integran con las de la lámina IX. Son las neuronas donde terminan principalmente las vías corticoespinal y extrapiramidales propiamente dichas

Lámina IX: Son neuronas del asta ventral. Se encuentran las neuronas del grupo nuclear lateral de los engrosamientos medulares y el grupo nuclear medial que se extiende a los largo de la médula. Son neuronas largas que forman los plexos nerviosos. Las motoneuronas alfa son la vía final común de Sherrington de la vía piramidal (son los axones que van a formar el componente motor del nervio periférico) y las motoneuronas gamma forman parte de la regulación de la contracción muscular.

Lámina X: Pequeñas neuronas y fibras amielínicas que rodean al canal central. Estudios fisiológicos indican que se relacionan con temperatura, dolor y sensaciones viscerales.

Organización de la Sustancia Blanca

La sustancia blanca de la médula contiene fibras nerviosas, neuroglia y vasos sanguíneos; rodea la sustancia gris y debe su color a la presencia de un gran número de fibras nerviosas mielínicas. Las fibras nerviosas se distribuyen en cinco grupos:

- Fibras aferentes de neuronas localizadas en los ganglios espinales y que penetran por las raíces dorsales y recorren distancias medulares variables
- Fibras largas ascendentes, derivadas de neuronas espinales que conducen impulsos a niveles superiores
- Fibras largas descendentes desde niveles superiores del SNC para establecer sinapsis con neuronas espinales
- Fibras que establecen conexiones intrasegmentarias e intersegmentarias.
- Fibras procedentes de motoneuronas de las columnas grises ventral y lateral que se incorporan a las raíces ventrales.

Estas fibras forman, en todos los casos excepto el último, haces o fascículos longitudinales. Sin embargo, en mucho niveles puede verse que hay fibras que siguen direcciones oblicuas o incluso horizontales, en particular a través de la línea media de las comisuras gris y blanca, gran parte de las cuales son fibras de *decusación*. Muchas otras son conexiones *comisurales* intrasegmentarias que conectan neuronas de las columnas grises con neuronas contralaterales.

Vías ascendentes:

Sensibilidad exteroceptiva: llamado también llamado sistema ventrolateral

-Sensibilidad termoalgésica (dolor y temperatura): fascículo espinotalámico dorsal (cordón lateral).

-Sensibilidad protopática (tacto grosero): fascículo espinotalámico ventral (cordón ventral).

-Sensibilidad epicrítica (tacto fino o presión): región del cordón posterior.

Sensibilidad propioceptiva: información proveniente de tendones, músculos y ligamentos.

-Sensibilidad consciente o percepción estereognóstica: fascículo gracilis y fascículo Cuneatus, llamado también sistema de la columna dorsal.

-Sensibilidad inconsciente: Fascículo Flechsig y fascículo Gowers (nomenclatura clásica). El fascículo de Gowers se denomina fascículo espinocerebeloso indirecto y el de Flechsig propiamente se denomina como fascículo espinocerebeloso directo.

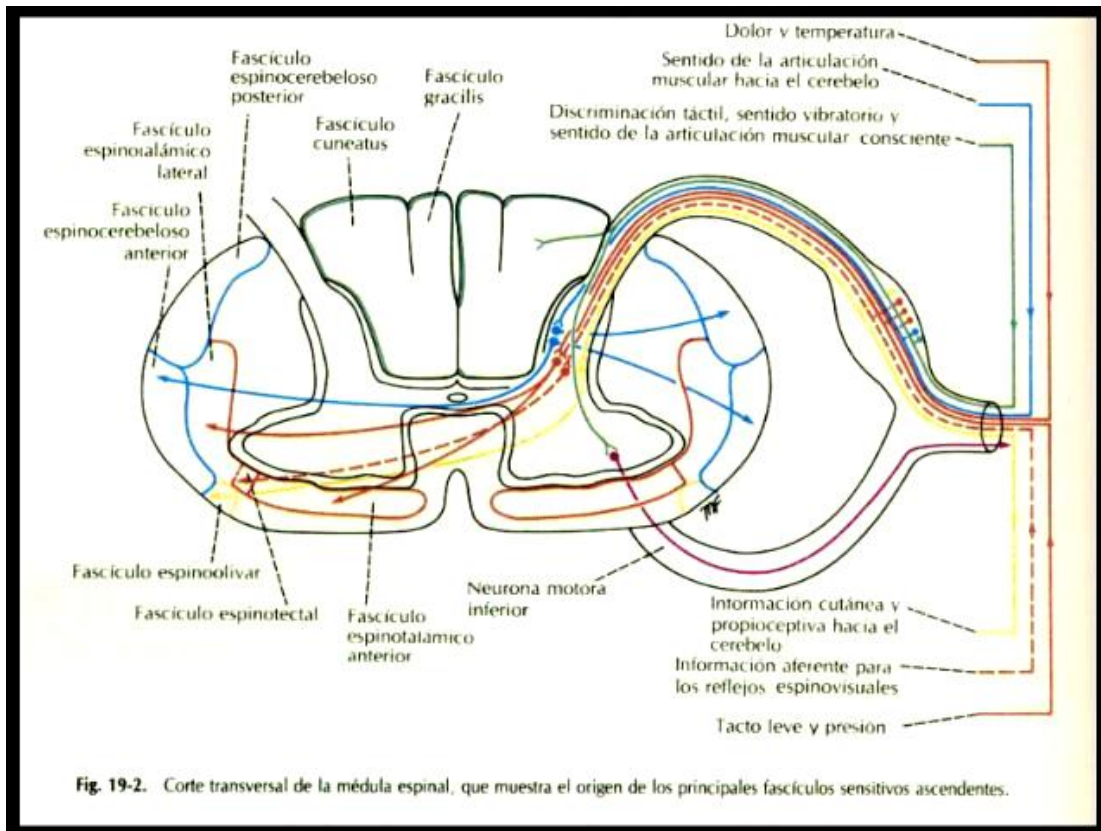


Fig. 19-2. Corte transversal de la médula espinal, que muestra el origen de los principales fascículos sensitivos ascendentes.

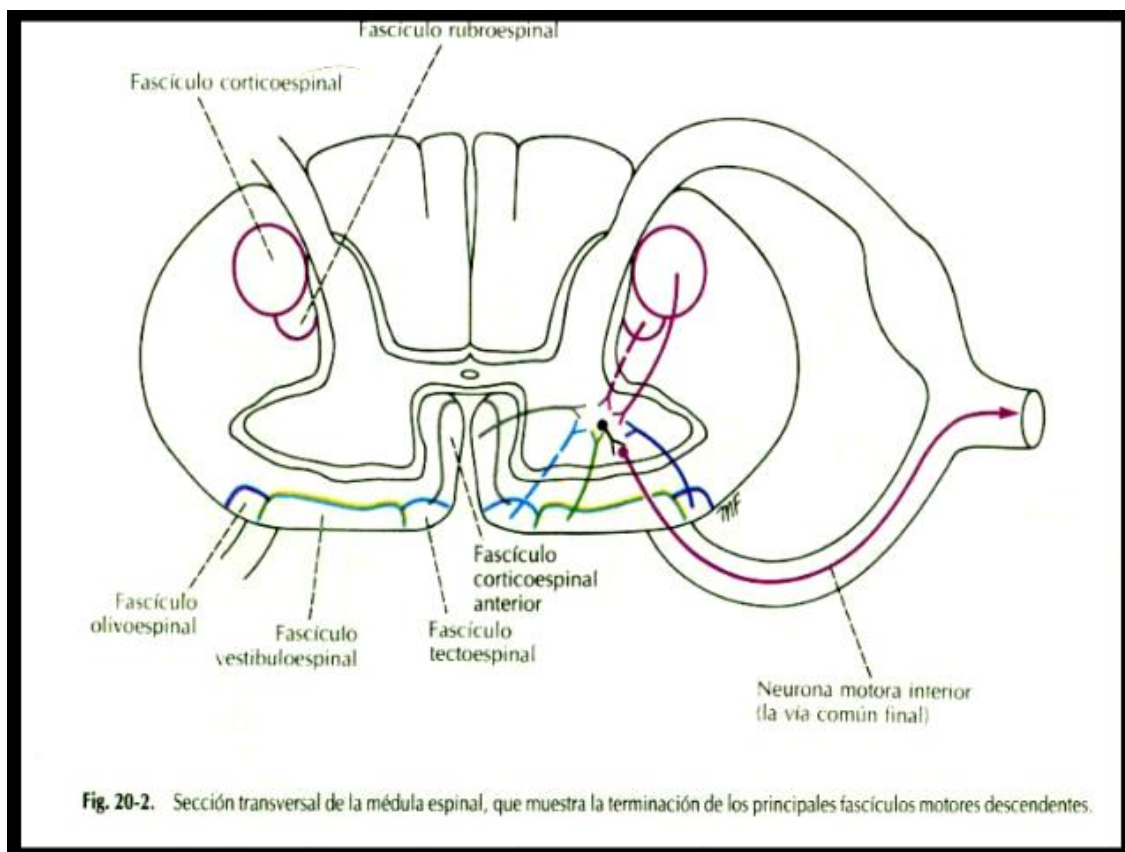
Vías descendentes:

Motriz piramidal:

- Haz piramidal directo: movimientos voluntarios musculatura axial
- Haz piramidal cruzado: movimientos voluntarios de musculatura apendicular y control sensorial.

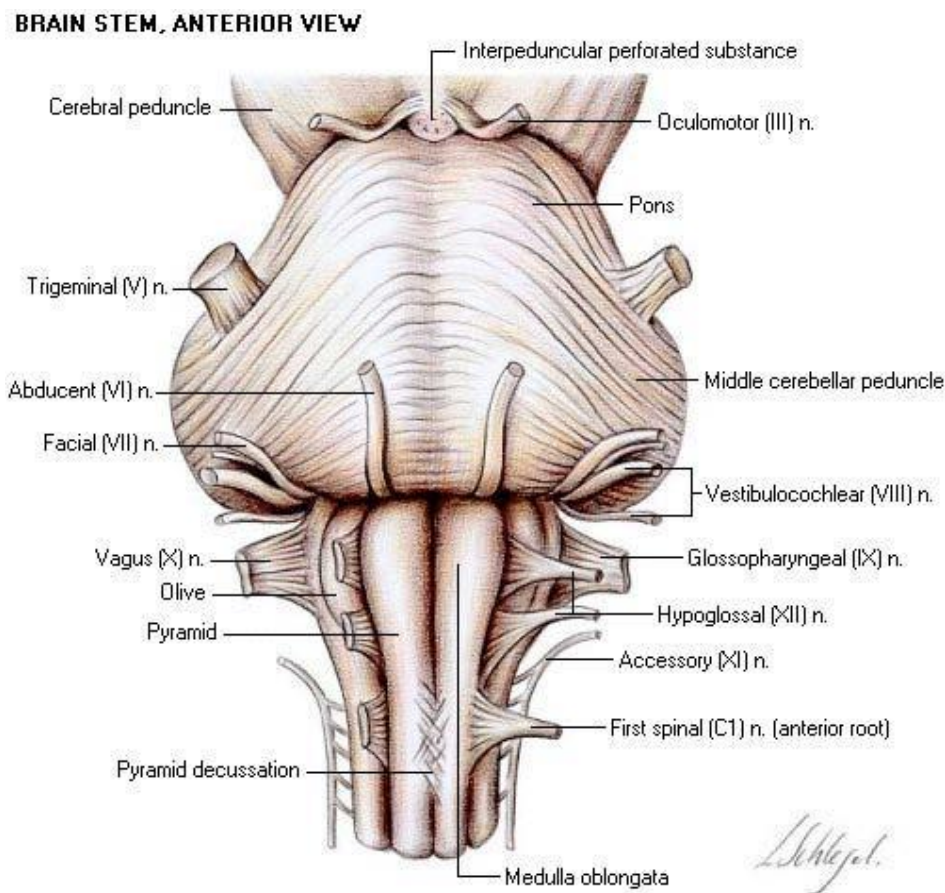
Motriz extrapiramidal:

- Fascículo rubroespinal: Movimientos voluntarios de los miembros
- Fascículo reticuloespinal: Movimientos automáticos, músculos axiales y miembros.
- Fascículo tectoespinal: Coordina el cuello con los movimientos oculares.
- Fascículo vestibuloespinal lateral y vestibuloespinal medial: equilibrio y posición de la cabeza/músculos del cuello respectivamente.



II.- Anatomía Externa de Médula Oblongada

La médula oblonga se extiende desde el borde inferior del puente o protuberancia hasta un plano transversal que pasa por encima del primer par de nervios espinales y que corta el borde superior del atlas (C1) dorsalmente y el centro del proceso odontoides ventralmente. En este punto su anatomía interna es semejante a la de la médula espinal pero cambia rostralmente. Se encuentra separada del hueso occipital y del atlas por las meninges y los ligamentos occipitoaxiales. En dirección caudal, la superficie dorsal se encuentra en la hendidura formada en la línea media entre los hemisferios cerebelosos; la porción superior forma el piso del cuarto ventrículo (fosa romboidal).



El canal central medular se prolonga en su mitad inferior, expandiéndose en dirección craneal formando el IV ventrículo; así puede dividirse la médula oblonga en una porción cerrada que contiene el conducto central y una porción abierta que contiene la mitad inferior del cuarto ventrículo.

Las arterias vertebrales discurren laterales al bulbo, dando origen a las pequeñas arterias espinales posteriores. Las superficies anterior y posterior presentan los surcos medio anterior y

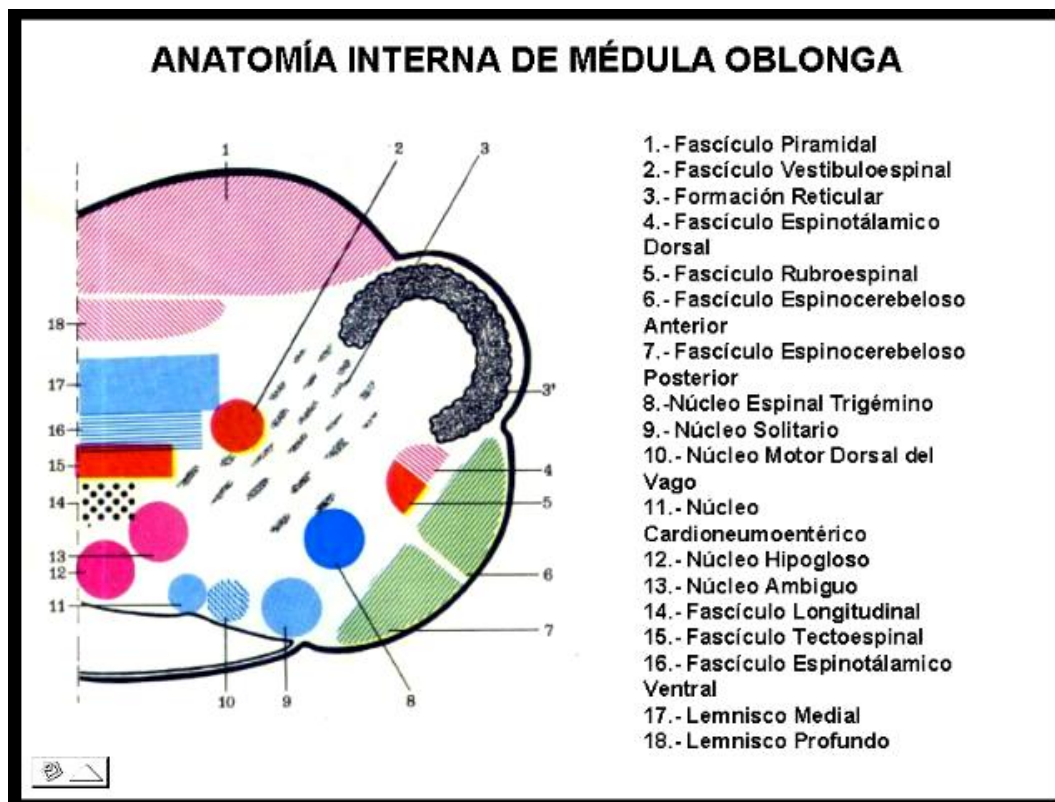


posterior, respectivamente.

Surco medio anterior. Se extiende por todo la médula oblonga y se continúa caudalmente con el surco medio anterior de la médula espinal. Termina por encima del borde inferior del puente en un foramen ciego triangular. A nivel inferior queda interrumpido por los haces de la decusación piramidal.

Surco medio posterior. Se encuentra solo en la porción cerrada del bulbo. Se continúa caudalmente con el surco medio posterior de la médula espinal. Pierde profundidad hacia craneal y desaparece en el punto donde el canal central se expande para formar el cuarto ventrículo.

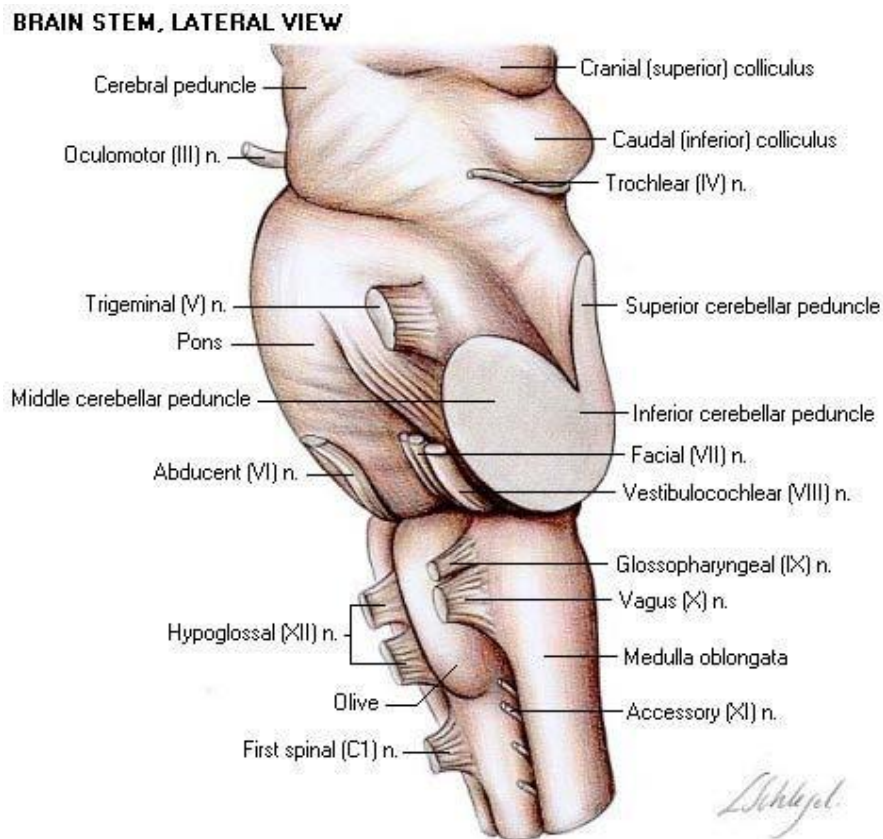
Región anterior. Entre el surco medio anterior y el lateral presenta una elevación alargada que corresponde a las pirámides. En su extremo superior, a nivel de la unión con el puente, surge el nervio abducens (VI); en dirección caudal se continúa con el cordón medular anterior. Cada pirámide contiene fibras corticospinales homolaterales, de las que aproximadamente el 70-90% cruzan el surco medio y forman la decusación piramidal. Luego descienden por el cordón lateral formando el fascículo piramidal cruzado. Las fibras que no se decusan continúan por el cordón anterior formando el fascículo piramidal directo. Existe también un grupo de fibras corticospinales que no decusan pero se inclinan posterolateralmente uniéndose a los haces piramidales cruzados constituyendo pequeños componentes no cruzados de éstos.



Los cuatro últimos nervios craneales se originan en médula oblonga. Las radículas del nervio

hipogloso se encuentran alineadas con las radículas anteriores de los nervios espinales. Las radículas de los nervios accesorio, vago y glossofaríngeo están alineadas con las radículas dorsales de los nervios espinales y penetran a través de un surco lateral posterior.

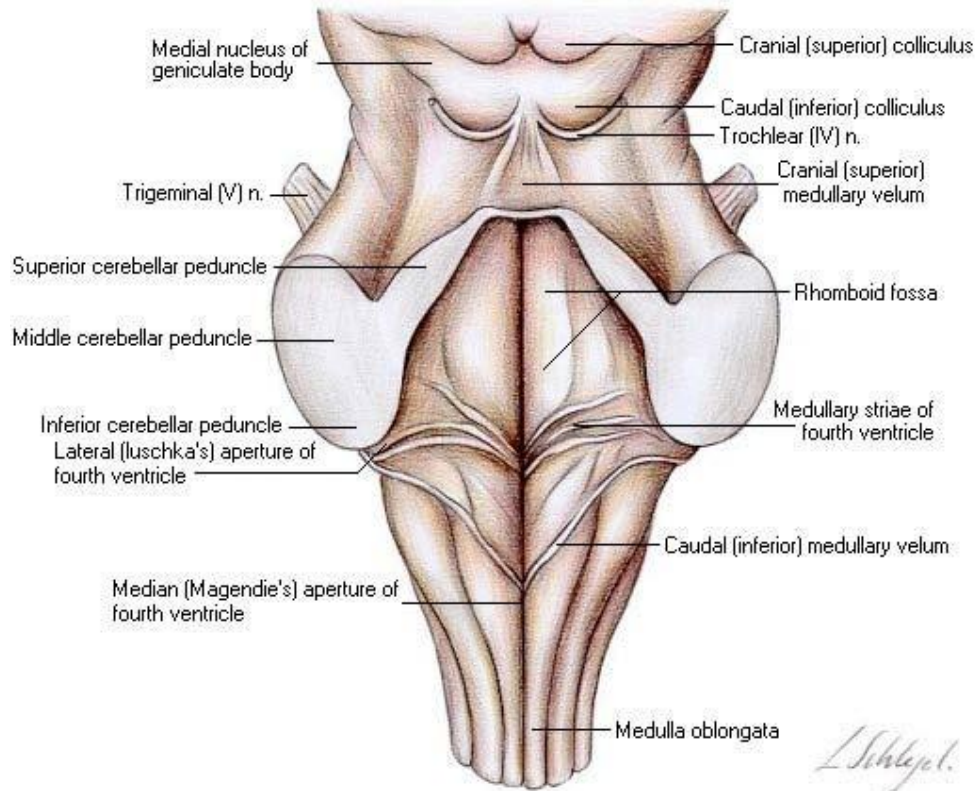
Región lateral. Entre el surco anterolateral y el surco posterolateral. Su porción superior presenta un abultamiento que corresponde a la oliva.



Oliva. Elevación oval situada entre los surcos lateral anterior y lateral posterior; está formada por el núcleo olivar inferior. Está localizada lateral a la pirámide, separada de ella por el surco lateral anterior y fibras del nervio hipogloso. Las raíces del nervio facial emergen entre su extremo rostral y el borde inferior de la protuberancia, en el ángulo pontocerebeloso.

Región posterior. Esta región, dorsal a surco lateral posterior, puede dividirse en dos partes, caudal y rostral. La porción caudal constituye una continuación superior de los haces grácil y cuneiforme. El primero linda con el surco medio posterior, y está separado del fascículo cuneiforme por la continuación craneal del surco y el tabique intermedio posterior de la médula espinal. Ambos haces son inicialmente verticales y paralelos, pero a nivel del límite inferior del IV ventrículo divergen, formando ambos una elevación, los tubérculos grácil y cuneiforme formados por los núcleos grácil y cuneiforme, respectivamente.

BRAIN STEM, POSTERIOR VIEW



Los pedúnculos cerebelosos inferiores son las elevaciones redondeadas situadas entre el IV ventrículo y las raíces de los nervios glosofaríngeo y vago. Los dos pedúnculos divergen y se inclinan para entrar en los hemisferios cerebelosos; se encuentran cruzados por las estrías medulares que se dirigen al surco medio del IV ventrículo.

Anatomía Interna de Médula Oblongada.

En el límite inferior la estructura interna muestra elementos que son continuación con los presentes en médula espinal.

Decusación piramidal: Las pirámides están formadas por las fibras corticoespinales y corticobulbares. A nivel de la porción inferior de la médula oblonga la mayoría de las fibras corticoespinales pasan al cordón lateral medular del lado opuesto, formando la decusación de las pirámides. Las fibras que no se cruzan descienden por el cordón anterior medular formando el fascículo corticoespinal directo.

Núcleos gracil y cuneiforme: Forman unos tubérculos en la cara dorsal de la médula oblonga. En ellos hacen sinapsis las neuronas provenientes de los fascículos medulares del mismo nombre que conducen la sensibilidad propioceptiva y táctil. Los axones de estas neuronas se arquean (fibras



arciformes) hacia el lado opuesto (decusación del lemnisco) detrás a la pirámides y cercanos a la línea media formando el lemnisco medio, que termina en los núcleos ventrolateral y posterior del tálamo.

Núcleo cuneiforme lateral: lateral al núcleo cuneiforme existe un acumulo de neuronas cuyos axones forman las fibras arciformes laterales (fibras arciformes externas) que se dirigen al cerebelo por el pedúnculo cerebelar inferior ipsilateral. Retransmite al cerebelo información sensorial somática desde el tronco superior y el miembro superior, no para la percepción sino para el control de movimientos.

Núcleo olivar inferior y olivares accesorios: El olivar inferior es una gran lámina dentada que protruye formando la oliva. Dorsal y medial a este núcleo se ubican los olivares dorsal y medial. Los axones de estas neuronas se dirigen al cerebelo por el pedúnculo cerebelar inferior heterolateral. El núcleo olivar envía una de las señales excitadoras más fuertes del SNC; es una vía de control sobre la precisión del movimiento.

Formación reticular: Fibras dispersas y células de diverso tamaño que son disgregadas por los entrecruzamientos de fibras. Se ubican en la porción central y lateral de la médula oblonga. El sistema reticular es responsable de los estados de vigilia y sueño. Este sistema participa en fenómenos relacionados con la atención, es decir, cuando se selecciona información, o inversamente, cuando se inhiben señales consideradas irrelevantes.

Núcleo hipogloso: columna larga y delgada que ocupa toda la extensión de la médula oblonga, en la porción inferior se corresponden a las astas dorsales medulares. En la región superior se forma una proyección en el piso del IV ventrículo denominada triángulo del hipogloso. Inervación musculatura de la lengua.

Núcleo motor dorsal del vago: lateral al del hipogloso y su posición corresponde en el piso del IV ventrículo al ala gris. Inervación musculatura lisa y glándulas.

Núcleo ambiguo: situado lateral de la sustancia reticular. Se extiende en una longitud similar a la del hipogloso. Sus células dan fibras motoras para el IX, X y XI. Inervación faríngea y laríngea.

Núcleo salivar inferior: Situado medial al fascículo solitario en el límite pontomedular. Motor visceral.

Núcleo del fascículo solitario: Las ramas sensitivas de los nervios VII, IX y X al ingresar en el tallo forman el fascículo descendente, fascículo solitario, situado dorsolateral en la médula oblonga lateral al sulcus limitans. Rodeando al fascículo en su porción inferior están las neuronas del núcleo del fascículo solitario. Inferiormente los fascículos solitarios están cercanos a la línea media formando el núcleo cardiorrespiratorio y rostralmente se relaciona con las vías gustativas por lo que se denomina esta porción como núcleo gustativo.

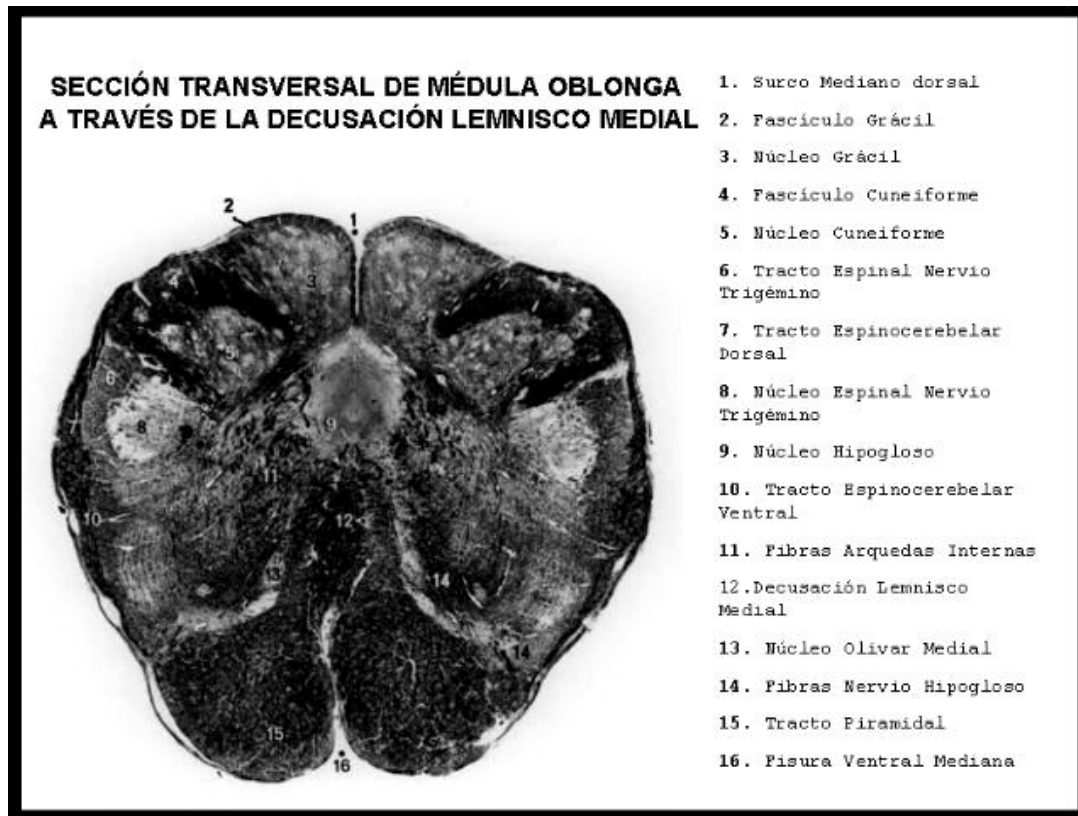
Raíz descendente del trigémino y núcleo (espinal) de la raíz descendente: homóloga a la sustancia gelatinosa de la médula espinal (Rolando). Ubicados posterolateralmente conducen información sensitiva.

Secciones Transversales de Médula Oblongada



A nivel del foramen magno donde la médula espinal termina y la médula oblonga comienza, la sustancia gris posee una marcada reorganización. En la decusación piramidal las fibras corticoespinales se interponen entre la sustancia gris ventral y la sustancia gris central. El canal central y la sustancia gris que lo rodea aparecen desplazados por las fibras de la decusación piramidal. La mayoría de las fibras corticoespinales que descienden por la región ventral del tronco cerebral se cruzan originando en médula espinal el fascículo corticoespinal cruzado, mientras que otro grupo de fibras no se cruza formando el fascículo corticoespinal directo.

Adyacente al surco mediano dorsal se encuentra el núcleo grácil que se rodea del fascículo gracilis el cuál contiene los axones sensoriales primarios que terminan en el núcleo del mismo nombre. Proyectándose posteriormente del asta dorsal se encuentra el núcleo cuneiforme que se hace más prominente en niveles superiores, el fascículo cuneiforme cubre al núcleo y se ubica lateral al fascículo grácil. El núcleo espinal del trigémino se extiende desde la porción superior de médula espinal, pasando a lo largo de médula oblongada y terminando en puente, este núcleo es análogo a la sustancia gelatinosa que se encuentra rodeando el asta posterior de médula espinal. El tracto espinal del nervio trigémino es una banda angosta de fibras nerviosas sensoriales que se interponen entre el núcleo espinal del nervio trigémino y la periferia de la médula oblonga.



El núcleo grácil se ubica en el tubérculo grácil, medial al septo mediano dorsal y rodeado por fibras que forman el fascículo grácil, que terminan en el núcleo. El núcleo cuneiforme se encuentra rodeado por las fibras del fascículo cuneiforme.

La decusación sensitiva es la clave de este corte. Numerosas fibras arqueadas (arciformes) internas se originan de los núcleos grácil y cuneiforme, tomando un curso semicircular que atraviesan la formación reticular y sustancia gris que rodea al conducto central para decusar formando la decusación sensitiva. Las fibras arqueadas internas pasan entre el núcleo espinal del trigémino y la sustancia gris central. Después de decusarse las fibras ascienden como un tracto denominado lemnisco medial, este tracto termina en el tálamo. En la parte ventral de la sustancia gris central se ubica el núcleo hipoglosa, que origina fibras para los músculos de la lengua.



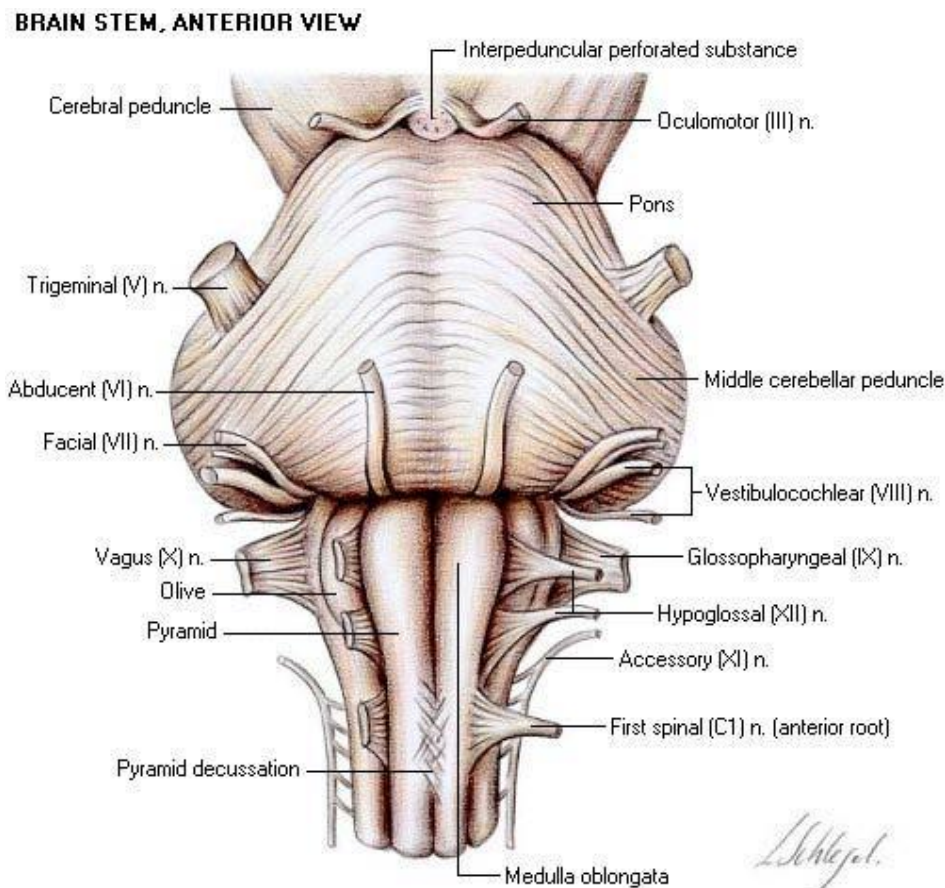
El núcleo olivar inferior es notorio y los núcleos accesorios olivares medial y posterior también son visibles. El núcleo olivar inferior se asemeja a un engranaje de sustancia gris que origina una gran cantidad de fibras olivocerebelares.

Se reconoce muchos núcleos en el piso del cuarto ventrículo. Más medial se encuentra el núcleo hipogloso, representando la columna somatomotora de los núcleos motores del tronco. Fibras del hipogloso toman un curso ventrolateral entre la oliva y la pirámide. Mas lateral se encuentra el núcleo motor dorsal del vago (núcleo motor visceral) y medial e inferior el núcleo vestibular (núcleo aferente somático especial). Ventrolateral al núcleo motor dorsal del vago está el núcleo solitario del tracto solitario, en relación con la sensación visceral y el gusto. Algunos axones del núcleo solitario se proyectan al tálamo. El núcleo espinal del trigémino con el tracto ubicado lateral a él se considera como núcleo aferente somático general. El fascículo longitudinal medial y el tracto tectoespinal se ubican cerca del rafe medio y ventromedial al núcleo hipogloso Dorsal a la oliva se encuentra la formación reticular compuesta de neuronas dispersadas por axones mielinizados ascendentes y descendente generando una variedad de vías.

III.- Anatomía Externa de Puente

El puente se encuentra ventral al cerebelo, inferior al mesencéfalo y superior a la médula oblonga. La transición está marcada superficialmente por el surco pontomedular, origen aparente de

los nervios abductor, facial y auditivo. La superficie ventral es convexa en sentido transversal y excava un surco en la porción petrosa del hueso temporal en sentido lateral hasta el meato acústico interno. Las neuronas de los núcleos pontinos dan origen a haces de fibras transversas que cruzan la línea media y se dirigen contralateralmente al cerebelo, convergiendo a cada lado en el pedúnculo cerebeloso medio. La superficie presenta un surco medio vertical poco profundo, el surco basilar, que suele contener la arteria basilar.

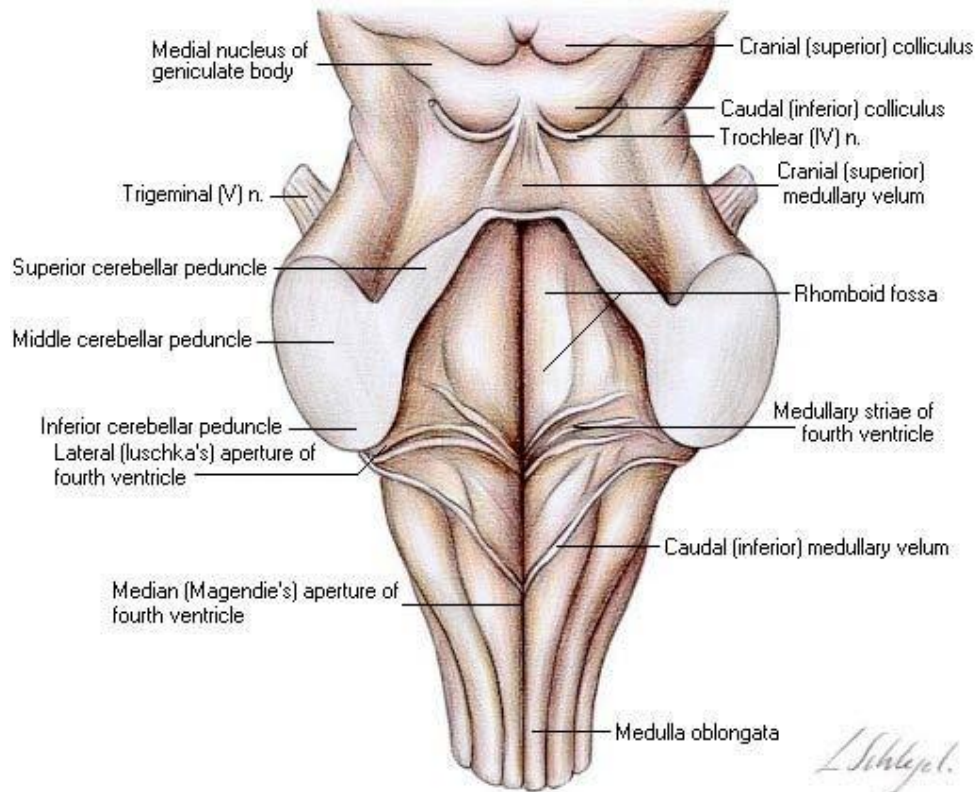


El nervio auditivo está situado anterior a los nervios vestibular y facial al salir del meato auditivo interno. En el ángulo pontocerebeloso, se desplaza en sentido posterior para alinearse con el nervio vestibular; de esta manera, ambos nervios poseen una ubicación dorsal respecto al nervio facial al entrar en el tronco encefálico. Aproximadamente en el nivel mediopontino emerge el nervio trigémino, con una pequeña raíz motora superomedial y una gran raíz sensitiva inferolateral. El nervio motor ocular externo (abducens) emerge en la unión pontobulbar cerca de la línea media y asciende sobre la superficie anterior del puente antes de perforar la duramadre por encima de la parte posterior del cuerpo del esfenoides.

La superficie posterior, cubierta por el cerebelo, constituye el techo de la mitad rostral de la fosa romboidal, en la que desemboca el acueducto cerebral. El techo está formado por una fina lámina de tejido, el velo medular anterior (superior), en el que se decusa el IV par craneal, cubierta

por la llingua del vermis cerebeloso. El velo está unido a cada lado a los pedúnculos cerebelosos superiores y encerrado por la piamadre por encima y el canal central por debajo.

BRAIN STEM, POSTERIOR VIEW



Los cortes transversales muestran una porción dorsal o tegmental (calota) y una parte ventral o porción basilar; la primera es continuación de la médula oblonga, excepto las pirámides. La parte ventral del puente contiene haces de fibras longitudinales, algunas de las cuales se continúa en la pirámide y otras terminan en muchos núcleos pontinos o medulares; también pueden observarse fibras transversales y los dispersos núcleos pontinos.

Anatomía Interna Puente

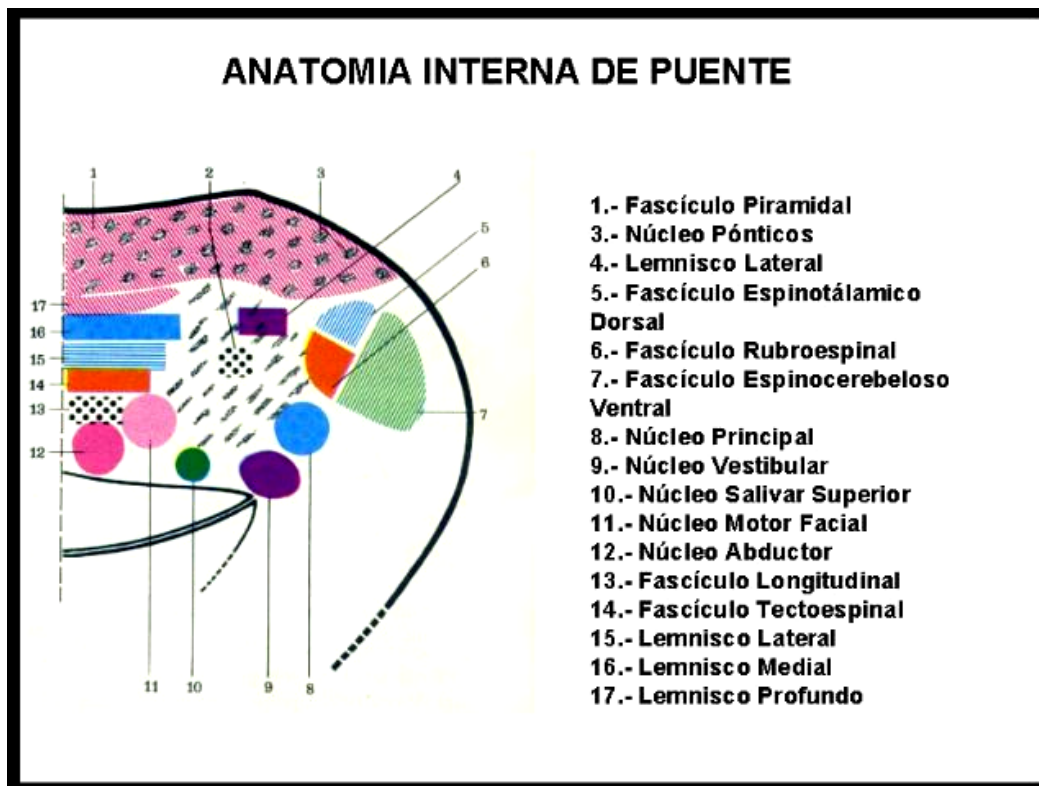
El puente está formado por dos porciones netamente diferenciales una porción ventral o basilar y una dorsal o tegmental.

Porción basilar

Formada por fibras verticales y horizontales entre las cuales se encuentran los núcleos pontinos. Las fibras verticales corresponden a las corticoespinales; corticoestibares que provienen de la corteza y terminan en núcleos motores del tronco cerebral; y corticopónicas, que provienen de corteza y terminan en los núcleos pónicos. Las fibras horizontales son las que forman los

pedúnculos cerebelares medios y nacen, la mayoría, en los núcleos póncticos contralaterales.

Los núcleos póncticos son numerosas neuronas que se ubican entre los fascículos transversales y verticales de la porción basilar del puente. Fibras temporopontinas, frontopontinas o colaterales corticoespinales hacen sinapsis en los núcleos para conectarse con cerebelo y así regular los mecanismos motores.



Porción tegmental

Se presenta una continuidad de estructuras desde médula oblonga, como formación reticular y lemnisco medial, que en la porción inferior del puente se ubica anteroposterior y medial, apareciendo en la región más rostral del puente como una banda transversal que marca el límite entre la porción tegmental y la porción basilar.

Núcleo del abductor: se encuentra situado a nivel del colículo facial, que es el engrosamiento de la eminencia media del abductor y la rodilla del facial. Ocupa la misma posición que en la médula oblonga. Tiene el núcleo del hipogloso. Inerva el músculo recto lateral del ojo.

Núcleo motor del facial: situado ventrolateral en la mitad inferior de puente. Recibe fibras corticonucleares cruzadas y un pequeño número de fibras homolaterales, además de unas fibras del haz rubrorreticular homolateral. Los axones de sus neuronas grandes forman el nervio facial,



cuyas fibras rodean dorsolateralmente el núcleo del abductor a nivel del piso del IV ventrículo, formando la rodilla del nervio facial. Recibe fibras corticonucleares para el control voluntario y fibras aferentes de su propia raíz sensitiva (a través del núcleo solitario) y el núcleo de la raíz descendente del trigémino. Estas aferencias completan arcos reflejos locales, tal como sucede en los segmentos espinales.

Núcleos y raíces del trigémino: los núcleos motor y principal sensitivo se ubican dorsalmente, y a la altura del tercio superior del puente. El sensitivo queda lateral al motor. Las fibras exteroceptivas se originan en el núcleo del trigémino. La vía termoalgésica de cara desciende para hacer sinapsis en el núcleo espinal (médula oblonga); la vía táctil hace sinapsis en el núcleo principal; mientras que la vía propioceptiva asciende y hace sinapsis en el núcleo mesencefálico. La vía propioceptiva no se origina en el ganglio del trigémino sino que desde el mismo núcleo. Los núcleos sensitivos reciben sensibilidad de cara y cabeza, mientras que el motor da inervación a los músculos masticadores.

Lemnisco trigeminal (trigeminotalámico): se origina en neuronas del núcleo de la raíz descendente contralateral, conduciendo información sobre la sensibilidad dolorosa y térmica en la piel facial y las mucosas de la conjuntiva, la lengua, la boca, la nariz, etc. Los lemniscos juntos forma una banda transversal compuesta, en orden lateral desde la línea media, por los lemniscos medial y trigeminal, el haz espinotalámico lateral y el lemnisco lateral. Luego asciende terminar en el núcleo ventromedial del tálamo.

Núcleos cocleares: El cuerpo restiforme (inicio del pedúnculo cerebelar inferior) está rodeado por una eminencia que corresponde al colículo acústico formado por los núcleos cocleares dorsal y ventral.

Nervios coclear y vestibular: El nervio coclear transmite las impresiones sonoras del órgano sensorial de la audición hasta el núcleo coclear. Luego los axones, homo o contralaterales, forman el lemnisco lateral que asciende lateral al lemnisco medial y termina en el colículo cuadrigémino inferior. Para llegar al lado opuesto las fibras provenientes de los núcleos cocleares se dirigen hacia la zona límite entre la porción basilar y tegmental en donde forman una banda transversal, denominada cuerpo trapezoide, cuyas fibras se cruzan en ángulo recto con las del lemnisco medial.

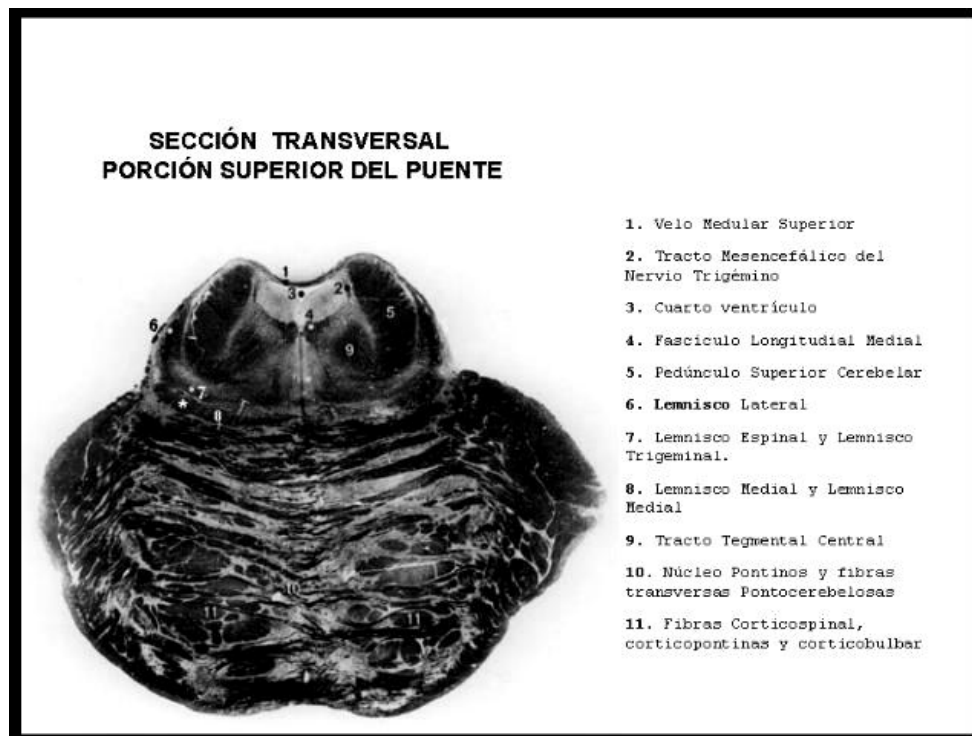
Núcleo olivar superior: Corresponde a tres masas nucleadas ubicadas lateral al cuerpo trapezoide. Algunas fibras eferentes terminan en el lemnisco lateral, y otras lo hacen en el núcleo abductor.

Núcleos vestibulares: Las fibras vestibulares en el tallo cerebral hacen sinapsis con algunos de los cuatro núcleos vestibulares: medial o principal, lateral o Deiters, superior o Bechterew y espinal o descendente. Ocupan el área acústica del piso del IV ventrículo. Otras fibras vestibulares no realizan sinapsis en los núcleos sino que se dirigen al cerebelo junto con las fibras eferentes provenientes de los núcleos vestibulares, formando así el fascículo vestibulocerebeloso. Otras fibras eferentes de los núcleos vestibulares contribuyen a formar el fascículo longitudinal que se extiende dorsalmente a lo largo de todo el tronco cerebral. Este fascículo conecta los núcleos vestibulares (movimientos coordinados oculocefalógiros) a los núcleos motores oculares (III, IV y VI) y a los núcleos encargados de los movimientos de cabeza.

Fascículo espinocerebeloso ventral: en la parte superior del puente, se dirige dorsalmente a través

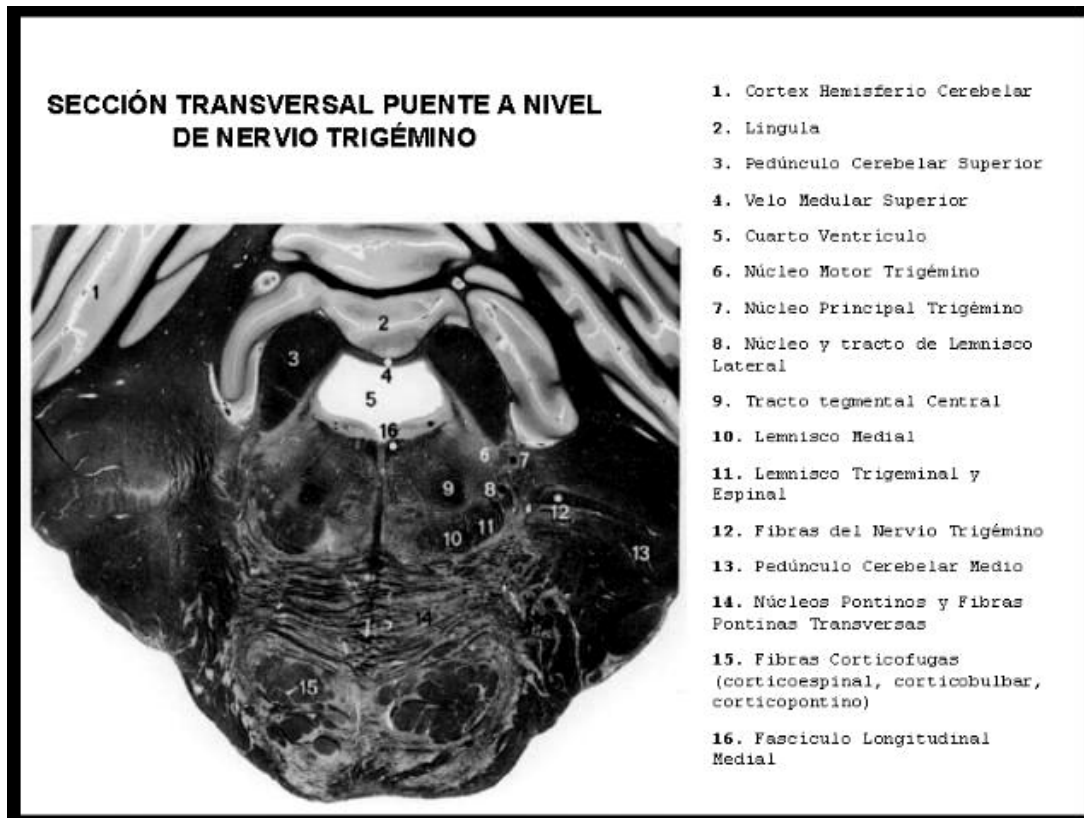
de la raíces del trigémino para alcanzar el pedúnculo cerebelar superior y llegar al vermis del cerebelo.

Secciones Transversales Puente



El colículo facial marca una prominencia en el piso del IV ventrículo. Cada colículo facial se produce porque fibras del núcleo facial rodean (rodilla) al núcleo abductor. El tracto longitudinal medial ocupa una posición paramediana. Las fibras ascendentes del lemnisco medial se intersectan con las fibras transversales del cuerpo trapezoide que se agrega y forma el lemnisco lateral. El lemnisco espinal y trigeminal se localizan en la parte ventral del tectum pontino.

Lateral al núcleo abductor se ubica el núcleo vestibular que origina el tracto vestibuloespinal. En la porción ventral del puente grupos celulares forman los núcleos pontinos, junto con fibras transversas las cuales se dirigen al pedúnculo cerebelar medio. Fibras corticoespinales y corticobulbares descienden notoriamente en este nivel destinadas a las pirámides de médula oblonga.



En la parte ventral del puente las fibras motoras corticopontinas, corticobulbares y corticoespinales continúan descendiendo desde la base del pedúnculo. En adición a estas fibras corticofugas el puente contiene transversalmente las fibras pontocerebelares que se originan de los núcleos pónicos para cruzar la línea media e ingresar en el pedúnculo cerebelar medio contralateral. El tegmento varía su estructura interna a diferentes niveles. Este nivel muestra el núcleo motor y sensitivo del trigémino; el núcleo motor es medial al núcleo sensitivo.

El IV ventrículo es menor en esta sección, dado que cranealmente se continúa como acueducto cerebral del mesencéfalo. El velo medular superior constituye el techo del IV ventrículo el cual se ubica entre los dos pedúnculos cerebelares superiores. En la parte lateral del tegmento del puente están los 4 lemniscos: el lemnisco espinal se ubica lateral al lemnisco medial y el lemnisco trigeminal dorsolateral a éste. El lemnisco lateral se orienta verticalmente ascendiendo cerca del margen lateral del tegmento. Ventralmente se encuentran los núcleos pontinos y las fibras pontocerebelares que se intersectan con las fibras corticoespinales, corticopontinas y corticobulbares. Las fibras pontocerebelares conectan los núcleos pónicos con el corte cerebelar contralateral vía pedúnculos cerebelares.

IV.- Anatomía Externa Mesencéfalo

El mesencéfalo atraviesa el hiato de la tienda del cerebelo y conecta el puente y el cerebelo

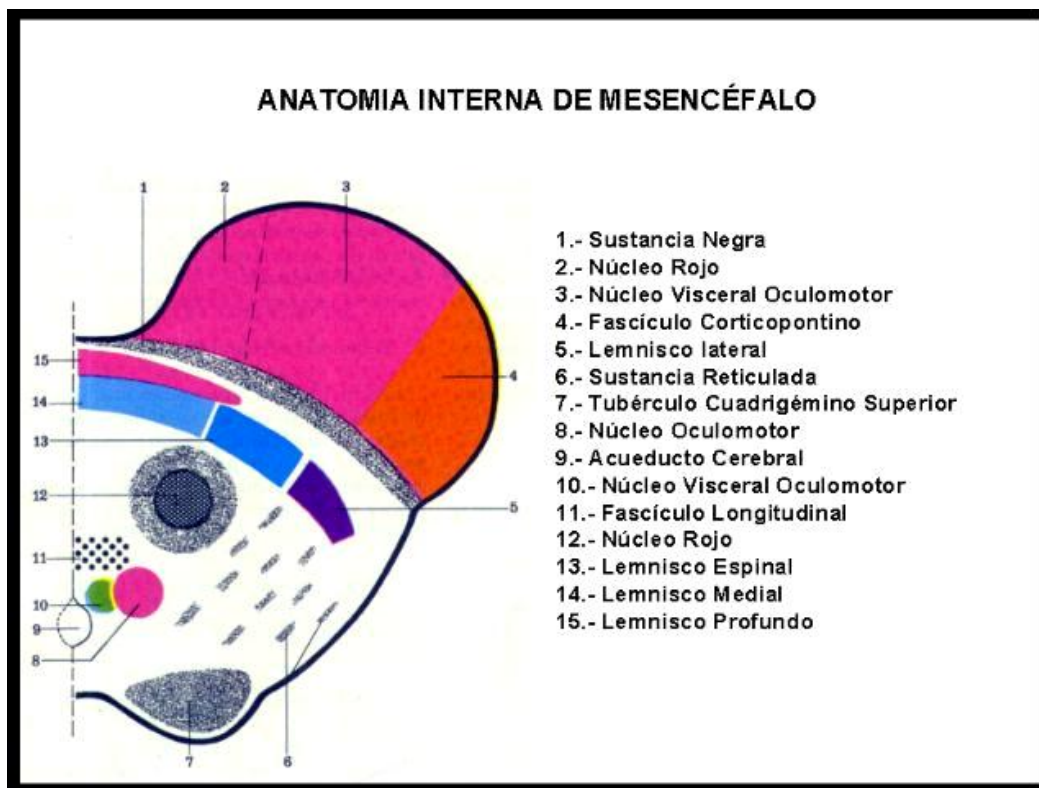


con el encéfalo anterior. Es el segmento tronco encefálico más corto, con no más de 2cm de longitud, y en su mayor parte está situado dentro de la fosa craneal posterior. Lateral a él se encuentran los giros del hipocampo, que ocultan sus lados cuando se examina la superficie inferior del cerebro. Con fines descriptivos, se divide en tres regiones, pasando de dorsal a ventral: el techo, el tegmento y la base del pedúnculo. El tegmento y la base del pedúnculo conforman el pedúnculo cerebral. El techo y el tegmento se encuentran separados por el acueducto cerebral que conecta el tercer y cuarto ventrículos. El acueducto se encuentra rodeado por la sustancia gris periacueductal que contiene neuronas que forman parte del circuito para supresión del dolor endógeno. En el techo se encuentran los tubérculos cuadrigéminos, cuatro elevaciones redondeadas, un par superior y otro inferior.

Los pies de los pedúnculos cerebrales presentan una superficies arrugada y emergen desde los hemisferios cerebrales para converger conforme descienden hasta encontrarse al entrar en la protuberancia, donde forman los límites caudolaterales de la fosa interpeduncular. A nivel de la incisura de la tienda del cerebelo, la arteria basilar se divide dentro de la fosa interpeduncular en las arterias cerebrales posteriores.

Los tubérculos cuadrigéminos son dos pares de eminencias rostrales al velo medular superior, inferiores a la glándula pineal y caudales a la comisura posterior, que en conjunto se inclinan en sentido ventral al ascender. Los pares superior e inferior se encuentran separados por un surco cruciforme, cuyo límite superior se expande en una depresión para la glándula pineal. Desde su extremo caudal, un frenillo del velo mediano se prolonga hacia inferior sobre el velo medular superior. Los nervios trocleares emergen en posición lateral al frenillo. Los tubérculos cuadrigéminos superiores, más grandes y oscuros, constituyen centros relacionados con las respuestas visuales. Los tubérculos cuadrigéminos inferiores, más pequeños pero más prominentes, están relacionados con la vía auditiva.

Desde la cara lateral de cada colículo asciende en sentido ventrolateral un brazo conjuntival. El brazo conjuntival anterior pasa inferior del pulvinar, se superpone en parte al cuerpo geniculado medial, y continúa en parte en el cuerpo geniculado lateral y en parte al tracto óptico. El brazo conjuntival posterior asciende en sentido ventral y lleva fibras desde el lemnisco lateral y el colículo inferior hasta el cuerpo geniculado medial.



Anatomía Interna Mesencéfalo

En él se consideran dos porciones: una basal pedúnculo cerebral y una dorsal el tectum o lámina cuadrigémina.

Acueducto cerebral (Silvio): es un conducto ubicado ventral a la lámina cuadrigémina que comunica los ventrículos III y IV. La sustancia gris periacueductal (regulación dolor) rodea a este conducto.

Pedúnculo cerebral: posee dos porciones: la base o pie del pedúnculo con una espacio medio que corresponde a la fosa interpeduncular (emergencia del III par craneal) y el tegmento separado de la base por la sustancia nigra. La base está formada por fibras de origen descendentes corticales (temporopóntico, frontopóntico, corticobulbar lateral, corticobulbar medio y corticoespinal).

La sustancia nigra: es una lámina que se extiende hasta el diencefalo y está formada por neuronas con melanina. Las fibras aferentes de la sustancia nigra son corticonigrales, estrionigrales y talamonigrales. Las fibras eferentes son nigroreticulares y nigrorúbricas. La sustancia nigra forma parte de los ganglios basales.

Núcleo ruber o rojo: dorsal y medial a la sustancia nigra y se extiende desde el borde inferior del colículo inferior hasta el subtálamo. Está formado por células pequeñas y grandes. Las fibras



eferentes son el fascículo rubroespinal al lado opuesto y rubrotalámico que conecta con el núcleo ventrolateral. El núcleo rojo se conecta con sustancia reticular, oliva bulbar y núcleos motores del tronco cerebral. Las fibras aferentes son las provenientes de los núcleos cerebelares heterolaterales, las frontorubricas, las provenientes del subtálamo por medio del tracto prerrubral y por último las provenientes del globo pallidus.

Decusación de los pedúnculos cerebelares superiores (braquia conjuntiva): en la zona de unión del puente con el mesencéfalo las fibras provenientes del cerebelo se cruzan (decusación) para terminar principalmente en el núcleo rojo. Otras fibras sinaptan en núcleos ventrolateral y centro mediano del tálamo y núcleos del tronco cerebral.

Núcleo interpeduncular: se ubica en el piso de la fosa interpeduncular. Recibe el fascículo habenulopeduncular.

Núcleo troclear: se ubica a la altura del tubérculo cuadrigémino inferior y da inervación al músculo oblicuo superior del ojo.

Núcleo oculomotor: se ubica rostral al núcleo troclear. Inervación de los músculos del ojo, excepto recto lateral y oblicuo superior.

Núcleo accesorio del nervio oculomotor (Edinger-Westphal): rostral al anterior y es el origen de las fibras preganglionares del ganglio ciliar que inerva al músculo ciliar y constrictor de la pupila.

Núcleo mesencefálico del trigémino: Rodea la sustancia periacueductal y forma las fibras de la porción mesencefálica del trigémino que desciende a la parte caudal para reunirse con los otros componentes y formar el lemnisco trigeminal. Da inervación propioceptiva de los músculos masticadores y articulación temporomandibular.

Lemnisco medial: Acompañado de los fascículos espinotalámicos.

Fascículo longitudinal dorsal: se sitúa lateral en la sustancia gris periacueductal que es una importante vía eferente hipotalámica por la cual descienden impulsos viscerales motores hasta los centros vegetativos y sustancia reticular.

Fascículo longitudinal medio: se ubica ventral adyacente a los núcleos del oculomotor y troclear con lo cuales establece conexiones.

Núcleo intersticial (Cajal): Se sitúa lateral y adyacente al fascículo longitudinal medio al nivel de la extremidad superior del núcleo del tercer par. Posee fibras aferentes vestibulares a través del fascículo longitudinal medio, colículo cuadrigémino superior y globus pallidus. Las vías eferentes contribuyen a formar el fascículo longitudinal medio.

El tectum y tegmento se continúan rostralmente con el diencéfalo, entre ellos se ubica una zona difusa que es la región pretectal que contiene al núcleo pretectal, que recibe fibras del tracto óptico provenientes de la retina ipsilateral que a su vez hacen sinapsis con el núcleo visceromotor del III par. La región pretectal además es atravesada por fascículos aferentes somáticos (lemniscos y

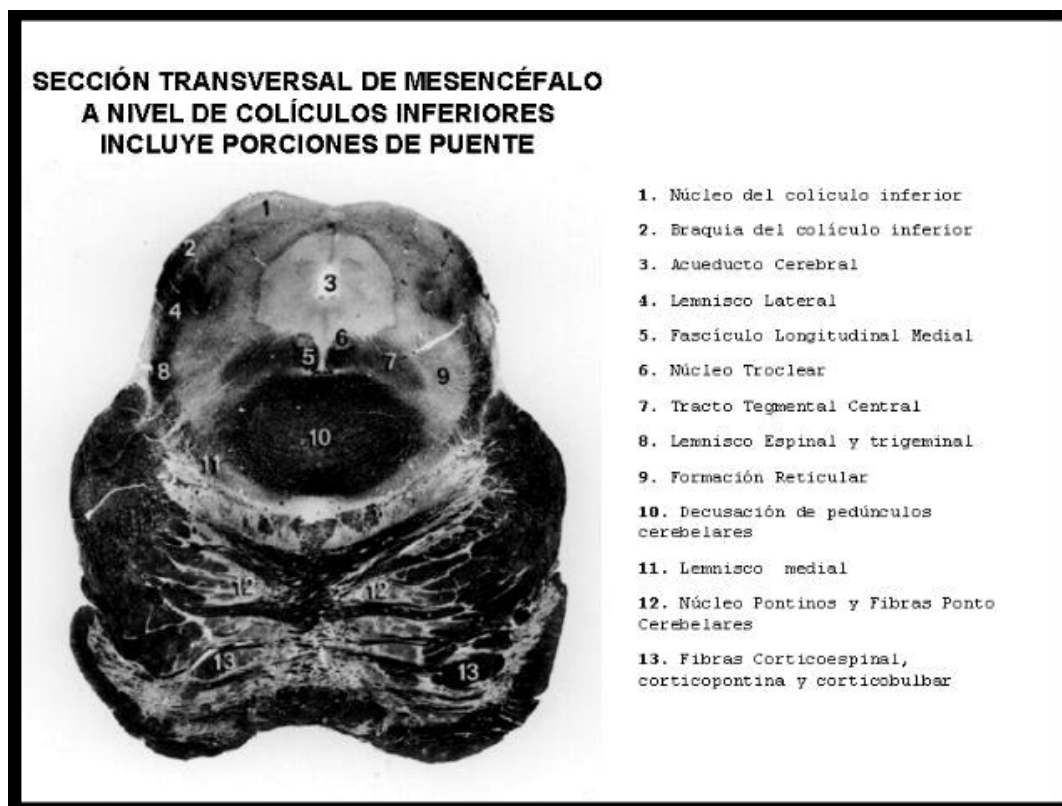


espinotalámicos) y aferentes viscerales (pedúnculo mamilar).

Colículo inferior: contiene en su interior el núcleo cuadrigemino inferior. La mayoría de las fibras del lemnisco lateral terminan en este núcleo (ipsilateral y heterolateral). El núcleo sinapsa con el cuerpo geniculado medial heterolateral.

Colículo superior: Son centros de coordinación refleja en relación con las vías ópticas. Por su braquia llegan fibras desde cuerpo geniculado lateral, corteza visual y tractos ópticos. Posee un estrato zonal superficial que recibe fibras corticales, un estrato gris que recibe fibras del tracto y corticales, un estrato óptico que recibe fibras de retina y cuerpo geniculado lateral y estrato lemniscal que recibe fibras aferentes somáticas.

Secciones Transversales Mesencéfalo



El **colículo inferior** constituye una masa homogénea ovoide de sustancia gris que protruye en la superficie posterior del mesencéfalo. Es un importante sitio de procesamiento de las vías auditivas: sus aferencias provienen del lemnisco lateral y de fibras del cuerpo geniculado medial; sus eferencias se dirigen al cuerpo geniculado medial a través del brazo conjuntival inferior. La comisura del colículo inferior permite la comunicación entre ambos colículos. El desplazamiento posterolateral del lemnisco lateral, produce un acercamiento de éste al colículo inferior.



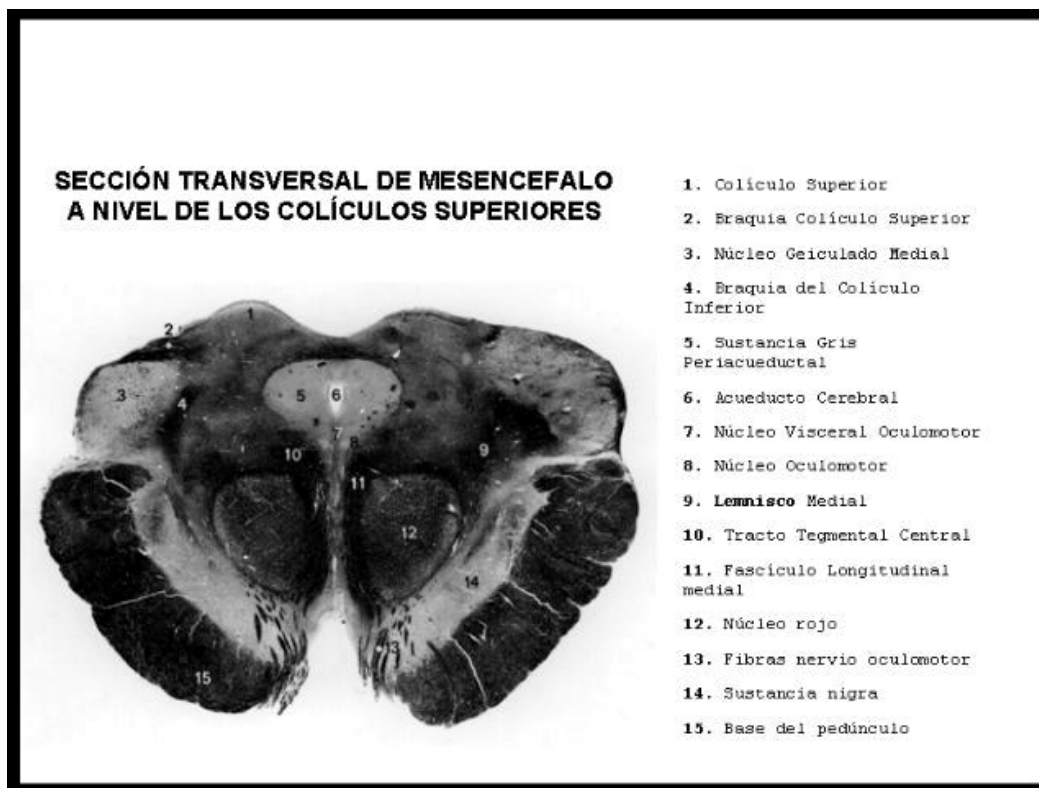
El núcleo troclear se ubica en la sustancia gris periacueductal cercano a la línea media, posterior al **fascículo longitudinal medial (FLM)**. Sus fibras se dirigen posterolateralmente para luego rodear la sustancia gris periacueductal, se decusan totalmente a nivel del velo medular superior y emergen inferiormente al colículo inferior en la superficie posterior del mesencéfalo. El nervio troclear inerva solamente al músculo oblicuo mayor o superior del ojo.

El núcleo mesencefálico del trigémino está lateral al acueducto cerebral. El tracto trigeminotalámico anterior se origina contralateralmente de los núcleos espinal y principal del V par y se ubica posterior al tracto tegmental central, mientras que el tracto trigeminotalámico posterior se origina del núcleo principal del V par ipsilateral y se ubica entre el lemnisco medio y el tracto espinotalámico. La decusación de los pedúnculos cerebelosos superiores se ubican en la porción central del tegmento, anterior al acueducto cerebral. El lemnisco medial asciende posterior a la sustancia negra; los lemniscos trigeminal y espinal se sitúan lateralmente al lemnisco medial. El lemnisco lateral está posterior al lemnisco trigeminal.

La sustancia negra es un núcleo motor situado a lo largo del mesencéfalo entre el pie peduncular y el tegmento. Está compuesto por una pars compacta y una pars reticularis. Las neuronas multipolares de la pars compacta contienen en su citoplasma gran cantidad de gránulos de melanina y las principales catecolaminas, mientras que la pars reticularis no tiene melanina y presenta un color café rojizo debido a la presencia de un pigmento que contiene hierro. Este núcleo establece conexiones dopaminérgicas con la corteza cerebral, hipotálamo, núcleos basales (son la fuente dopaminérgica más importante del neostriatum, o sea, del núcleo caudado y putamen) y médula espinal. Se relaciona funcionalmente con el tono muscular. La degeneración de gran parte de este núcleo y, por consiguiente, la deprivación dopaminérgica del núcleo caudado a través del tracto nigroestriatal explican la enfermedad de Parkinson.

El pie peduncular constituye la porción basilar del mesencéfalo. Es una columna de sustancia blanca ubicada anteriormente a la sustancia nigra, cuyas fibras corticofugales comunican la corteza cerebral con las astas anteriores de la médula espinal, núcleos de pares craneales y núcleos pontinos. En su quinto medial se ubican las fibras frontopontinas. El quinto lateral está ocupada por fibras parieto, occipito y temporopontinas. La porción media está constituida por fibras corticoconucleares y corticoespinales organizadas somatotópicamente para la musculatura de la cabeza y extremidades (ordenadas de medial a lateral).

La formación reticular a este nivel está constituida por: (1) el núcleo tegmental dorsal de la sustancia gris periacueductal, recibe aferencias del cuerpo mamilar. (2) el núcleo tegmental ventral se ubica anterior al FLM y parece ser una continuación del núcleo central superior. (3) parte del núcleo reticular pontino oral. (4) el locus ceruleus del grupo reticular central, en la profundidad del colículo inferior. (5) el núcleo pedunculopontino del grupo reticular lateral es el único que recibe aferencias directamente del globo pálido. (6) núcleo cuneiforme.



El colículo superior conforma un elaborado centro reflejo de estructura laminar con una organización retinotópica que se corresponde con la corteza visual. Las capas superficiales reciben aferencias directas de la retina, corteza visual y tracto espino tectal, mientras las más profundas reciben aferencias de los sistemas somatosensorial y auditivos. Las eferencias conforman los tractos tectoespinal y tectobulbar, los cuales se relacionan con respuestas reflejas de movimientos oculares, cabeza y cuello ante estímulos visuales. Cercano a la porción anterior de los colículos superiores existe una pequeña agrupación neuronal denominada núcleo pretectal, cuyas aferencias se relacionan con el reflejo pupilar (fotomotor). La luz sobre la retina excita a fibras que viajan por los nervios y tracto ópticos hasta sinaptar con neuronas del núcleo pretectal que proyectan sus fibras al núcleo accesorio del nervio oculomotor (Edinger-Westphal) del III par (parasimpático). De aquí emergen fibras que viajan por el III par hasta el ganglio ciliar donde sinaptan con neuronas postganglionares que envían sus axones al esfínter pupilar para producir miosis (disminución del diámetro pupilar). El núcleo pretectal también tiene que ver con el reflejo de acomodación del cristalino (aumento de la curvatura del cristalino).

Las fibras somatomotoras y visceromotoras del nervio oculomotor se originan en neuronas que conforman una serie de agrupaciones celulares denominadas complejo nuclear del oculomotor, el cual se ubica anterolateralmente al extremo superior del acueducto cerebral en la sustancia gris periacueductal posterior al FLM. El III par tiene 2 núcleos motores: El núcleo motor principal, cuyas fibras se dirigen anteriormente a través del tegmento medial atravesando el núcleo rojo para luego emerger en la fosa interpeduncular. Recibe aferencias de ambos hemisferios cerebrales mediante fibras corticonucleares, de la corteza cerebral. Además contribuye con el FLM que



permite la conexión de este núcleo con los núcleos del IV, VI y vestibulares del VIII par craneal. Las fibras somatomotoras del III par inervan a todos los músculos extrínsecos del ojo excepto el oblicuo superior y el recto lateral. El núcleo accesorio del nervio oculomotor (núcleo Edinger-Westphal) se ubica posterior al núcleo motor principal. Estas neuronas preganglionares emiten axones que viajan junto a las otras fibras del III par hasta sinaptar en el ganglio ciliar, del cual surgen los nervios ciliares que inervan las fibras circulares del iris y músculos ciliares. A este núcleo parasimpático llegan fibras corticonucleares involucradas en el reflejo de acomodación y fibras desde los núcleos pretectales relacionadas con reflejos visuales.

A cada lado de la línea media, en el centro del tegmento, se observa una agrupación neuronal bien delimitada de forma oval: el núcleo rojo. En preparaciones frescas este núcleo presenta una coloración rojiza debido a su gran vascularización y a la presencia de un pigmento citoplasmático que contiene hierro. El núcleo rojo está compuesto por una parte caudal magnocelular y una rostral parvicelular. Recibe aferencias desde: (1) corteza cerebral mediante fibras cortico-rubrales (2) de cerebelo mediante el pedúnculo cerebeloso superior. Algunas fibras de este pedúnculo pasan sin sinaptar formando una cápsula alrededor del núcleo rojo o lo atraviesan en dirección hacia los núcleos talámicos ventrales lateral, y ventral anterior, (3) de núcleos hipotalámicos, subtalámicos, lenticular, substantia nigra y médula espinal. Las eferencias del núcleo rojo son (1) el tracto rubroespinal que se origina en las células de la parte caudal de este núcleo y cuyas fibras se decusan antes de descender por la médula espinal (2) el tracto rubrorreticular que conecta el núcleo rojo con la formación reticular (3) conexiones con substantia nigra.

Entre el pie peduncular y el tegmento se observa la substantia nigra. Los lemniscos medial, espinal y trigeminal forman una banda curva en la región posterior del tegmento. El brazo conjuntival inferior va en dirección del núcleo geniculado medial y se ubica posterolateralmente al tracto espinotalámico en la región tegmental dorsal. Inmediatamente posterior a la fosa interpeduncular y en la línea media se encuentra el núcleo interpeduncular. Posterior a este núcleo está el área tegmental ventral (ATV) cuyos axones se proyectan por el sistema dopaminérgico mesolímbico al cuerpo estriado (núcleo acumbens), amígdala, área septal y lóbulo frontal. El AVP se relaciona con la recompensa en casos de adicción a cocaína y sus disfunciones se relacionan con la esquizofrenia.

Lateral y posteriormente al núcleo rojo se ubica la formación reticular del tegmento mesencefálico.

V.- Columna de Núcleos del Tronco Cerebral

En el desarrollo embrionario el tubo neural se compone de dos paredes laterales que están divididas por el surco limitante en dos porciones: las láminas basal y alar. De éstas últimas se originan las estructuras sensitivas, mientras que de las primeras se originan las motoras. A su vez el sistema nervioso se divide en componentes: uno somático por lo cual reaccionamos frente al medio recibiendo estímulos (somático aferente) y respondiendo a ellos (somático eferente) y el que se relaciona con el funcionamiento vísceras (aferente y eferente visceral). Existe además un grupo de estructuras que derivan de los arcos branquiales que poseen características anatómicas especiales (músculo estriado y control voluntario) y desempeñan funciones vegetativas (masticación y deglución). Estos componentes funcionales están ordenados en columnas de núcleos que se



extienden de la médula al mesencéfalo. En el tronco encefálico las astas medulares son sustituidas por los nervios craneales. Los núcleos sensoriales de estos nervios contienen neuronas que reciben información aferente de las estructuras craneales, mientras que los núcleos motores contienen las neuronas motoras que inervarán diversas estructuras.

Existe una diferencia en cuanto al orden adoptado por las columnas en el tronco encefálico: en este segmento las columnas adoptan un orden latero-medial, a diferencia de médula espinal donde el orden era dorso-ventral. Otra diferencia es la diferenciación entre las columnas de células viscerales y somáticas. Además, como se mencionó anteriormente, al existir estructuras especializadas en la cabeza tanto sensoriales como motoras, existe una diferenciación adicional de los núcleos de los nervios craneales: las estructuras motoras especiales son los músculos de origen branquiomérico, mientras que las sensoriales incluyen el epitelio olfatorio, la retina, la cóclea, el laberinto y los botones del gusto. Estas estructuras están inervadas por axones aferentes y motores especiales.

La clasificación de las columnas sería:

- **Columna Somática Aferente Especial:** audición y equilibrio.
- **Columna Somática Aferente General:** sensibilidad exteroceptiva (dolor, calor, frío, tacto) y sensibilidad propioceptiva (músculos y articulaciones).
- **Columna Visceral Aferente General y Especial:** Gusto y olfato. Sensación de órganos viscerales y procesos de estímulos químicos.
- **Columna Visceral Eferente General:** inervación motora
- **Columna Somática Eferente Especial:** Son viscerales porque desempeñan función autónoma tales como deglución, masticación y especiales porque inervan músculos de los arcos branquiales.
- **Columna Somática Eferente General:** Inervación musculatura esquelética.

Núcleos nervios craneales

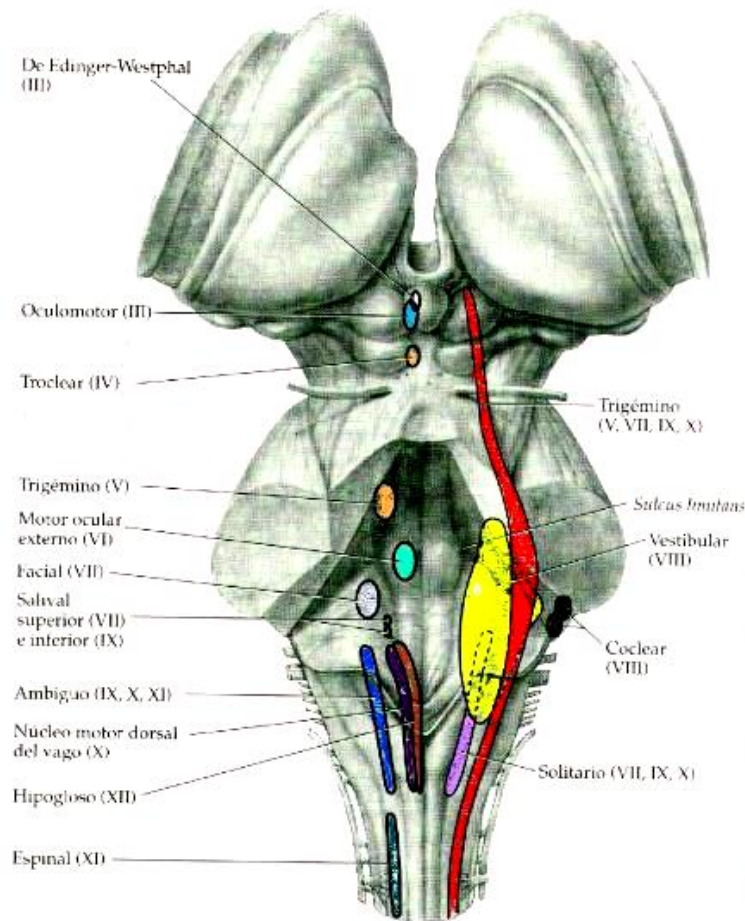
Existe una relación funcional en cuanto a la ubicación de las columnas con respecto a la línea media. Las columnas motoras están situadas junto a la línea media, es decir, mediales a las columnas sensitivas. Estos dos tipos de columnas se encuentran separadas por el sulcus limitans.

• **Columna Somática Eferente General:** situada cerca de la línea media de médula oblonga, puente y mesencéfalo e inervan a las estructuras derivadas de los somitos (músculos motores de ojo y lengua). Al nivel de mesencéfalo se encuentran los núcleos oculomotor (III) y troclear (IV), a nivel del piso de IV ventrículo los núcleos del abductor (VI) e hipogloso (XII).

• **Columna Somática Eferente Especial:** situada en médula oblonga y protuberancia, se encuentra desplazada del IV ventrículo. Inerva musculatura derivada de arcos branquiales. El ambiguo da inervación a los músculos faríngeos y laríngeos (tercer y cuarto arco). El motor del facial inerva los músculos faciales (segundo arco) y el núcleo motor del trigémino que inerva a los músculos masticadores (primer arco). A nivel de la protuberancia se encuentran los núcleos motor del trigémino (V) que inerva a los músculos masticadores y el núcleo del facial (VII) para los músculos de la mímica. A nivel de médula oblonga se encuentra el núcleo ambiguo que envía fibras al glossofaríngeo (IX), vago (X) y accesorio (XI).



- **Columna Visceral Eferentes General:** ubicada en el piso del IV ventrículo de médula oblonga y puente. Las neuronas de estos núcleos forman las fibras preganglionares que dan inervación a músculo cardiaco, músculo liso y glándulas. El vago se distribuye en vísceras torácicas y abdominales. Los núcleos mucolacrimonasal y salivales terminan en los núcleos submaxilar otico y esfenopalatino. El núcleo visceral oculomotor en el ganglio ciliar. A nivel del mesencéfalo se encuentra el núcleo oculomotor (III). En el puente encontramos el núcleo salival superior (VII). En médula oblonga, el salival inferior (IX) y el núcleo motor dorsal del vago o cardioneumoentérico (IX).
- **Columna Aferente Visceral General y Especial:** Posee solo un núcleo, el núcleo solitario (VII), que posee una porción rostral que recibe información gustativa y una caudal de sensibilidad visceral y procesos de estímulos químicos. Se encuentra ubicado prácticamente en médula oblonga.
- **Columna Somática Aferente General:** se extiende desde médula espinal rostral al mesencéfalo; posee los tres núcleos trigéminos. En mesencéfalo y la porción rostral del puente se encuentra el núcleo trigémino mesencefálico que media la sensibilidad propioceptiva. En la porción media del puente se ubica el núcleo trigémino principal que media la sensibilidad exteroceptiva junto con el núcleo trigémino espinal, ubicado este último en la porción caudal del puente y a lo largo de médula oblonga y la porción rostral de médula espinal.
- **Columna Somática Especial:** ubicada en puente, contiene los núcleos vestibular y coclear (VIII)



Con lo visto anteriormente pueden estudiarse los componentes de cada par craneal:

III par (nervio motor ocular)

- Componente motor somático, inerva M. Recto superior, M. recto inferior, M. Recto Medial, M. Oblicuo Inferior, M. Elevador del párpado superior.
- Componente motor visceral, inerva músculos (mm) constrictores del iris, m. ciliar

IV par (nervio troclear)

- Componente motor: inerva el músculo extraocular oblicuo superior.



V par (nervio trigémino)

•Componente sensorial

- a. ○ mesencefálico: propiocepción
- b. ○ principal: tacto
- c. ○ espinal: presión y termoalgesia

•Componente motor: inerva a los músculos masticadores

VI par (motor ocular externo)

• Componente motor: inerva el recto lateral

VII par (nervio facial)

•Componente motor:

- a. ○ Motor del facial. inerva los músculos de la mímica.
- b. ○ Núcleo salival superior: glándulas lacrimales, nasales y salivales.

•Componente sensitivo:

- . ○ Núcleo solitario: gusto dos tercios anteriores de la lengua.

VIII par (vestibulococlear)

•Cocleares: audición • Vestibulares: equilibrio

IX par (nervio glossofaríngeo)

• Componente motor:

- a. ○ Núcleo ambiguo: inerva el estilofaríngeo
- b. ○ Núcleo salivar inferior: glándulas salivales

• Componente sensitivo:

Núcleo solitario: gusto del tercio posterior de la lengua

X par (nervio vago)



- Componente motor:
 - a. Núcleo ambiguo: mm. laríngeos y faríngeos
 - b. Núcleo motor dorsal: actividad cardíaca, pulmonar y entérica
- Componente sensitivo:

Núcleo solitario: sensibilidad visceral, cuerpos carotídeos y el gusto del paladar

XI par (nervio accesorio espinal)

- Componente motor: inerva el m. esternocleidomastoideo; sus fibras superiores ayudan a la deglución.

XII par (nervio hipogloso)

- Componente motor: inervación de los músculos de la lengua.

Bibliografía

- PUELLES L, MARTÍNEZ S, MARTÍNEZ, M. **Neuroanatomía**. Ed. Médica Panamericana, 2008.
- HAINES, D. **Neuroanatomía. Atlas de estructuras, secciones y sistemas**. 8ª ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2011.
- CARPENTER, M. B. **Fundamentos de Neuroanatomía**. 4a ed. Médica Panamericana, 1994.
- LATARJET, M.; RUIZ LIARD, A. **Anatomía Humana**. 2a ed. Médica Panamericana, 1990.
- LIPPERT, H. **Anatomía. Texto y Atlas**. 4ª ed. Marban, 1999.
- MARTIN, J. H. **Neuroanatomía**. Prentice Hall. Tercera Edición. Texto y Atlas.
- MOORE, K. L. **Anatomía con Orientación Clínica**. 3a ed. Médica Panamericana, 1993.
- ROHEN, J. W.; YOKOCHI, C. **Atlas Fotográfico de Anatomía Humana**. 3a ed. Mosby; Doyma Libros, 1994.
- ROUVIERE, H.; DELMÁS, A. **Anatomía Humana: descriptiva, topográfica y funcional**. 9a ed. Masson, 1988.
- SNELL, R. S. **Neuroanatomía Clínica**. 2a ed. Médica Panamericana, 1990.
- WILLIAMS, P. L.; WARWICK, R. **Anatomía de Gray**. Salvat, 1992.
- YOUNG, P. A. y YOUNG P. H. **Neuroanatomía Clínica Funcional**. Editorial: Masson, Barcelona. 2001.