

EL OÍDO

El oído está formado por 3 partes:

- oído interno: donde se localiza el sentido de la audición y equilibrio.
- oído externo
- oído medio

Estos dos últimos reciben los sonidos y los transmiten al oído interno.

OÍDO INTERNO

Deriva embrionariamente del ectodermo de la piel. Está formado por cavidades y conductos comunicados entre sí, en cuyo interior hay un líquido denominado **endolinfa**. Este conjunto de cavidades y conductos se denomina **laberinto membranoso**. Éste a su vez, se rodea por otro laberinto que es el **laberinto óseo**. En el interior de éste hay otro líquido de distinta composición al anterior: **perilinf**. Se localiza en el **espacio perilinfático** (espacio entre los dos laberintos).

Laberinto Membranoso

Encontramos una parte estática o vestibular (posterior) y una parte acústica o coclear (anterior).

- **La parte posterior** está formada por unas cavidades.

La primera cavidad se llama **sáculo**. Éste tiene en su zona más declive unos receptores para el equilibrio: se llama **mácula sacular**. Cuando la endolinfa presiona esta mácula informa de la posición del sujeto que en estos momentos sería de bipedestación. El sáculo se comunica con otra cavidad: *el utrículo*, forma de semiluna con un pico o cuerno anterior. En este pico existen unos receptores para el equilibrio: **mácula utricular**. Ésta se estimula cuando el sujeto se inclina hacia delante. Hay unos tres conductos que conectan con el utrículo. Son semicirculares y tienen una porción dilatada (parte ampular) y una más estrecha (porción tubular). Hay tres: uno superior (disposición vertical), uno posterior (disposición vertical) y otro externo (disposición horizontal).

Estos conductos están orientados en los tres planos del espacio para informarnos de la posición. Los receptores de los conductos semicirculares están en las partes dilatadas. En el conducto superior están situados en la parte próxima al pico del utrículo. También los del conducto externo. Los receptores del conducto semicircular posterior están localizados en la parte posterior del utrículo (porción dilatada del conducto posterior). Las zonas donde localizamos los receptores de los conductos se denominan **crestas ampulares**.

Los conductos superior y posterior tienen una desembocadura común. Así, el utrículo tiene 5 orificios.

El sáculo y el utrículo están comunicados por el **conducto sáculo-utricular**. Desde este conducto sale un fondo de saco, una cavidad, llamada *conducto o saco endolinfático* (tiene en su interior endolinfa, es un reservorio de endolinfa).

Así, en la parte estática tenemos los receptores del equilibrio.

- **La parte anterior** del laberinto membranoso estará formada por *el caracol membranoso o conducto coclear*, y éste estará formado por un conducto membranoso que da dos vueltas y media.

Haciendo un corte, encontraremos una morfología triangular (3 paredes). Tiene una pared peritépica o externa, unida a la parte periférica del caracol óseo. Esta pared se denomina *estría vascular*, formada por un epitelio pseudoestratificado con numerosos vasos, donde se forma la endolinfa.

Tiene una pared superior, denominada *membrana de Reissner*, epitelio simple. Va desde la estría vascular hasta la lámina espiral (es un saliente del eje óseo del caracol).

Tiene una pared inferior, denominada *membrana basilar*, desde la lámina espiral hasta la estría vascular. Aquí es donde se encuentran los receptores de la audición: *Órgano de Corti* (tiene forma de círculo).

El espacio que queda por encima del caracol membranoso se denomina *rampa vestibular*. El espacio que queda por debajo, *rampa timpánica* (se comunica con la caja del tímpano).

Haciendo un corte encontramos: rampa vestibular, caracol membranoso y rampa timpánica.

Hay conexión entre parte estática y parte acústica (entre sáculo y caracol). Esta conexión se llama *conducto de Hensen o canalículus de Reurians*, y es un conducto de lento drenaje porque la presión de la endolinfa estática es distinta a la acústica (la estática es más viscosa, menos móvil).

Laberinto Óseo

Distinguimos dos partes: estática y acústica.

- **La estática:** tenemos el vestíbulo que rodea al sáculo y al utrículo. También tenemos los conductos semicirculares óseos: superior, posterior y externo. Éstos tienen una parte ensanchada y otra estrecha, y conectan con el vestíbulo.

En la cara externa del vestíbulo hay una fosita, *fosa oval*. Está obturada por un huesecillo del oído medio: *platina del estribo*.

También tiene unos orificios para la salida de las prolongaciones periféricas de la parte vestibular del nervio estato-acústico. También tiene un orificio para la salida del conducto endolinfático.

- **La acústica:** formada por *el caracol óseo o cóclea*. Da dos vueltas y media.

Aquí distinguimos un vértice o *helicotrema* (por dentro) y una *base*. En la base, en la primera vuelta del caracol, hace un relieve y se denomina *promontorio*.

El caracol tiene una parte periférica, externa, que se denomina *lámina de los contornos*. Tiene un eje central óseo que se conoce como el *modiolo o columnela*. Este cono tiene alrededor una lámina ósea que le da vueltas: la *lámina espiral*, que es donde se une el caracol membranoso.

Los laberintos están localizados en el peñasco (oído interno).

Receptores del Equilibrio

Se encuentran en las máculas sacular y utricular y en las crestas ampulares de las zonas ensanchadas de los conductos semicirculares.

Estas máculas son zonas de epitelio especializado. Son células de sostén y sensoriales (células especializadas). Estas células son ciliadas (60 cilio) y estos cilios están en contacto con una estructura gelatinosa situada sobre esas células. La estructura gelatinosa se denomina *membrana otolítica*, donde están los *otolitos* (cristales de

carbonato cálcico). A las células sensoriales llegan prolongaciones periféricas de las neuronas del ganglio estato-acústico (la parte estática). Estas prolongaciones periféricas van a las neuronas que se encuentran en el fondo del conducto auditivo interno, formando *el ganglio vestibular o de Scarpa*. De aquí, salen las prolongaciones centrales que formarán la parte estática del nervio estato-acústico.

Las crestas ampulares están formadas por células de sostén y sensoriales. También tienen cilios que contactan con una sustancia gelatinosa llamada *cúpula ampular*. No tiene otolitos. Llegando a dichas células están las prolongaciones periféricas del ganglio vestibular.

Receptores de la Audición

Se encuentran en el órgano de Corti, localizado en el caracol membranoso, que hace relieve en su luz y descansa sobre la membrana basilar.

El órgano de Corti está formado por células de sostén y células sensoriales. Estas células tienen cilios y contactan con *la membrana tectoria* (parte de la lámina espiral y cae sobre estos cilios). De aquí parten las prolongaciones periféricas de unas neuronas que están en el ganglio de Corti o acústico (localizado en el interior del eje óseo del caracol, y tiene forma espiral). De aquí parten las prolongaciones centrales.

Al conjunto de las prolongaciones centrales de la parte estática y acústica se denomina *Nervio Estato-Acústico o VIII par craneal*.

OÍDO MEDIO

Está formado por *la trompa auditiva o de Eustaquio, caja del tímpano, antro y celdas mastoideas* (todo deriva de la primera bolsa faríngea).

También tenemos *la cadena de huesecillos* (está en la caja del tímpano: origen mesodérmico, derivados del primer arco branquial (*martillo y yunque*) y del segundo (el *estribo*)).

Trompa auditiva

Tiene dos porciones: una *fibrocartilaginosa* (2/3 de su longitud) y una porción *ósea* (resto de la trompa).

Va desde la rinofaringe (orificio anterior) y su orificio posterior está en la caja del tímpano (pared anterior).

La porción ósea se la denomina *canal esfeno-petroso*. La función es aerear el oído medio a ambos lados de la membrana auditiva. Así, el aire entra por el agujero tubárico y llega a la caja del tímpano (el aire entra por la boca y por las fosas nasales).

Al canal esfeno-petroso también se lo denomina *cañón de escopeta*, para el paso del músculo del martillo.

Cadena de huesecillos

Se encuentra dentro de la caja del tímpano. El más pequeño es el **estribo**. En el hay una *base o platina del estribo* (tapa la ventana oval). De aquí salen 2 ramas que confluyen y forman la cabeza del estribo. En esta cabeza hay una cavidad glenoidea. El músculo de estribo lo moviliza y se inserta en la pared posterior de la caja del tímpano y se inserta por un tendón en la cabeza del estribo.

Este músculo está rodeado por una estructura ósea llamada *pirámide*, con un hueco para la salida del tendón. Función: inmoviliza la platina del estribo. Está innervado por una rama del facial.

El yunque tiene un cuerpo, con una superficie articular para la cabeza del martillo; y dos ramas, una horizontal y otra vertical en la que encontramos una estructura redondeada denominada apófisis lenticular, que se articula con la cabeza del estribo (articulación enartrosis).

El martillo tiene una cabeza, con una superficie articular para el yunque. También tenemos el cuello. A continuación, el mango del martillo, metido en la membrana del tímpano. Además hay dos apófisis: una corta y otra larga. La articulación entre martillo y yunque es un encaje recíproco. Su función la realiza por el músculo del martillo o músculo tensor de la membrana del tímpano (tensa dicha musculatura). Se inserta en la parte superior del mango del martillo, introduciéndose en el canal esfeno-petroso y se continúa con el tensor del velo del paladar o esfenosalpingoestafilino, innervado por el masticador.

Caja del tímpano

Tiene forma rectangular y tiene seis caras. Tiene una pared interna (oído interno) y una pared externa que da al oído externo (membrana del tímpano).

Además está el techo, suelo, pared anterior y posterior.

Pared Interna: separa oído interno del medio. Nos encontramos con la ventana oval, ventana redonda y promontorio. Además encontramos la segunda porción del facial intrapetroso.

Pared Externa: es la membrana del tímpano, con el mango del martillo y la cuerda del tímpano.

Techo: formado por una fina lámina ósea denominada Tegmen Timpani.

Suelo: llamado receso hipotimpánico (pared fina), que separa de la vena yugular interna. Es inclinado; de esta forma crea enfermedades como otitis media (disminución de la audición por acumulación de secreciones).

Delante: encontramos la trompa auditiva (el orificio posterior). También se relaciona con la arteria carótida.

Detrás: comunicación de la caja del tímpano con el antro y celdillas mastoideas. También se encuentra la pirámide donde se encuentra el músculo del estribo.

Nota: La ventana redonda (pared interna) situada en la base del caracol óseo, está obturada por una membrana (timpánica secundaria).

Antro y celdillas mastoideas

Son cavidades neumáticas (con aire). Están rodeadas por una mucosa que tapiza la caja del tímpano.

Función: contribuye a dar la resonancia oportuna para la mejor transmisión del sonido.

INERVACIÓN DEL OÍDO MEDIO

La parte anterior de la trompa auditiva está innervada por ramas del nervio maxilar: rama pterigopalatina, esfenopalatina.

La porción posterior o próxima a la caja del tímpano está innervada por el nervio de Jacobson (rama del glosofaríngeo).

La caja del tímpano está innervada por el *nervio de Jacobson* (fibras parasimpáticas, preganglionares de la glándula parótida). Además este nervio recoge la sensibilidad táctil de la caja timpánica. También es innervada

por fibras parasimpáticas del infratimpánico.

IRRIGACIÓN DEL OÍDO MEDIO

Ramas de la carótida externa:

- Faríngea ascendente
- Estilomastoidea
- Ramas de la meníngea media
- Arteria timpánica

Rama de la carótida interna:

- Arteria carótico timpánica

RETORNO VENOSO

Las satélites de la carótida externa, van a la yugular interna o externa.

La satélite de la carótico-timpánica drena a un seno venoso del interior del cráneo.

OÍDO INTERNO: está irrigado por la arteria auditiva interna (rama del tronco basilar). Este tronco se forma por la unión de las arterias vetebrales (2). Esta arteria da una rama para la parte acústica y otra para la vestibular.

OÍDO EXTERNO

Pabellón Auricular

Tiene un origen embionario en el primer y segundo arco branquiogénico. Entre los dos hay una hendidura que es donde se forma *el pabellón*.

Está formado por piel, cartílago y tejido conjuntivo escaso. Distinguimos una cara externa y una interna. Sólo el 1/3 anterior del pabellón se une a la aponeurosis epicraneal.

En la parte externa distinguimos:

- Relieve periférico denominado *hélix*. Por su parte anterior hay un piquito que es el *pico del hélix*. Por su parte posterior está la *cola del hélix*.
- Hacia dentro está el *canal del hélix*.
- Otro relieve es el *antihélix*. En la parte superior está dividido en 2 partes, y queda una fosa que se denomina *fosita triangular o navicular*.
- Hay una depresión: *la concha auricular*. Queda dividida en dos partes por la *espina del hélix* en una parte superior y otra inferior. Por aquí se accede al conducto auditivo externo.
- Tapando casi al conducto auditivo externo aparece el *trago*. El que está enfrente se denomina *antitrago*. Entre ellos existe una *escotadura*.
- Sin cartílago está *el lóbulo*.
- Además, el pabellón está sujeto por músculos y ligamentos intrínsecos y extrínsecos. Los músculos extrínsecos pertenecen al facial (anterior, medio o superior y posterior que tiene inserción ósea mastoidea). Los ligamentos se denominan igual. La función, en conjunto, es orientar el pabellón de la oreja.

Conducto Auditivo Externo

Tiene forma de S itálica. Tiene mayor longitud por la parte inferior que superior. Posee una parte fibrocartilaginosa (1/3 de su longitud). Los 2/3 restantes son óseos (hueso temporal y timpanal).

Está recubierto por la piel que recubre el pabellón de la oreja (es continuación). Aquí encontramos glándulas de cerumen y folículos pilosos.

Membrana Del Tímpano

Forma ovalada, cóncava hacia fuera y orientada hacia abajo, dentro y delante (forma de sombrero chino). Está formada por tres capas:

- Capa externa: igual que la que cubre el conducto auditivo externo, de origen ectodérmico.
- Capa media: capa fibrosa de origen mesodérmico.
- Capa interna: capa mucosa de origen endodérmico.

El mango del martillo está incluido en la capa media recubierta por la mucosa.

La membrana del tímpano se inserta en el surco timpánico, que se encuentra en el interior del peñasco, por medio de un fibrocartílago, que en su parte superior se inserta en la apófisis externa del martillo. La parte de membrana del tímpano que llega hasta la apófisis externa del martillo se la denomina *pars tensa* (contiene las tres capas). Pero la membrana del tímpano llega hasta la parte superior (formado por la capa cutánea y epitelia) y se la denomina *pars flaccida*.

Para ver la cara externa de la membrana se utiliza el otoscopio.

INERVACIÓN DEL OÍDO EXTERNO

Del pabellón de la oreja: *nervio aurículo-temporal* (rama de la tercera rama del trigémino). Inerva al trago y la parte anterior del pabellón auricular.

El resto del pabellón es inervado por el *nervio gran auricular*, rama del plexo cervical.

El conducto auditivo externo está inervado por los 2 anteriores pero además, la zona próxima a la membrana del tímpano, su sensibilidad está recogida por una rama sensible del nervio facial (que es motor).

La cara externa de la membrana está inervada por la rama sensible del facial; la sensibilidad de la cara interna está recogida por el *nervio de Jacobson*. También interviene una rama sensible del nervio neumogástrico (el tímpano en general).

IRRIGACIÓN DEL OÍDO EXTERNO

Irrigado por:

- Arteria temporal superficial.
- Auricular posterior.
- Arteria estilomastoidea.

RETORNO VENOSO

- Yugular externa.

- Yugular interna.

GANGLIOS LINFÁTICOS

Acúmulos situados delante de la parótida y en la parte inferior de ésta. También tenemos un acúmulo a nivel mastoideo.

EL GUSTO

Localizado fundamentalmente en la lengua. También en el paladar. Además, hay receptores en los pilares del velo del paladar y en la parte posterior de la epiglotis.

Los receptores gustativos están formados por *el botón gustativo*. Éstos serían acúmulos de células sensoriales (donde se localizan propiamente los receptores); dentro de éstos hay unas claras y otras oscuras. Además encontramos *células de sostén y basales*. Estas últimas dan lugar a las sensoriales (se cree). Las células sensoriales tienen vida media corta (aproximadamente 10 días).

La parte superior del botón tiene un *poro gustativo*. En el interior del botón hay *moco* (se pone en contacto con la saliva, comunicando con las células sensoriales, a través de reacciones químicas).

A nivel de la lengua, los botones los encontramos en *las papila gustativas*. Hay 3 tipos: *caliciformes*, *fungiformes* y *filiformes*. Las caliciformes están en la parte posterior de la lengua, en el 1/3 posterior; número entre diez y doce y forma la V lingual. Tiene forma de caliz y está rodeada por un surco. Los receptores gustativos los encontramos en los bordes laterales, e incluso en el fondo del surco.

Las fungiformes tienen forma de hongo. Los botones o receptores gustativos están en menor número y se encuentran en la parte superior.

Las filiformes son pequeñas elevaciones de la mucosa. Se localizan en los 2/3 anteriores de la lengua.

Nota: las papilas filiformes son más táctiles que gustativas. El sabor dulce se recoge en la punta de la lengua, el salado en los lados, y el amargo en la parte posterior de la lengua.

A nivel de los botones gustativos llegan las prolongaciones periféricas del nervio gustativo infratimpánico (de las papilas fungiformes y caliciformes), que llegan al ganglio geniculado, donde está la primera neurona gustativa, de donde salen las prolongaciones centrales que forma el *Nervio Intermediario de Wrisberg*.

La sensibilidad gustativa del velo del paladar la recoge el gustativo supratimpánico, por las prolongaciones periféricas que llegan al ganglio geniculado y de aquí salen las prolongaciones centrales y forman el nervio intermediario de Wrisberg.

Con el glossofaríngeo van las fibras que recogen la sensibilidad de la parte posterior de la lengua y pilares posteriores del velo del paladar.

La sensibilidad gustativa de la epiglotis va con el nervio neumogástrico, recogida por fibras que se incorporan al neumogástrico. Las neuronas del glossofaríngeo y neumogástrico están en los ganglios inferiores, tanto del glossofaríngeo como del neumogástrico, y reciben las prolongaciones periféricas.

OLFATO

Se localiza en la mucosa de la parte superior de las fosas nasales, concretamente en la parte superior del tabique y del cornete superior. Esta mucosa tiene una coloración distinta al resto: amarilla.

Los receptores se localizan en dicha mucosa. Son neuronas (aquí está la primera neurona). Estas neuronas son bipolares: una prolongación periférica (dendrita) y una prolongación larga (axón). Esta prolongación larga atraviesa la lámina cribosa para formar el primer par craneal hasta llegar al bulbo olfatorio donde está la segunda neurona.

La recepción de los olores se da por reacción química porque las prolongaciones pequeñas están cubiertas por un moco, estimulando las neuronas y transmitiendo la información.

LA VISTA

El sentido de la vista utiliza unos receptores distintos a los de los demás sentidos (los otros receptores son mecánicos o químicos). La vista utiliza los *fotorreceptores*, estímulos electromagnéticos, se estimulan por la luz. La luz se identifica como vibraciones con una determinada longitud de onda y una frecuencia determinada. Las distintas longitudes de ondas se distinguen en colores. El ojo humano puede discriminar las vibraciones dentro de un espectro concreto; desde los 400 a 800 nanómetros.

El 800 se identifica con el rojo. El 400 con el violeta. Por encima de los 800 estaría *el infrarrojo* (no visible), y por debajo del 400 *el ultravioleta* (no visible).

Una característica especial: en el ojo, en la retina, se localiza la célula receptora, es decir, los fotorreceptores; pero además, en la retina también se encuentra la primera neurona de la vía visual (es la primera neurona o *protoneurona*). También se localiza la segunda neurona de la vía visual que se denomina *deutroneurona*.

El ojo deriva de distintas hojas blastodérmicas. Del diencefalo aparece una vesícula que se va pediculizando y produce una invaginación formando *la copa o caliz óptico*, que da lugar a la retina. El pedículo de unión al diencefalo constituye *el nervio óptico*. La retina tiene dos capas: la externa da la *capa pigmentaria* (tiene melanina y es la que oscurece, da oscuridad); la interna da el resto de las *capas nerviosas* de la retina (donde están la primera y segunda neurona). Estas capas, en el crecimiento, se unen fusionándose en dos zonas: donde está la salida del nervio óptico y en una zona anterior de la retina denominada *la ora serrata*, que diferencia o separa la retina con capacidad visual de la que no la tiene. En el resto, las capas de la retina no están fusionadas, con lo que se pueden dar desprendimientos de retina. La zona de la piel del embrión que está en frente de la retina, forma un engrosamiento, *la placoda*, y se introduce en el ojo originando *el cristalino*.

El mesodermo que rodea a la retina (copa óptica), origina las otras dos capas del ojo: *la úvea y la esclerótica* (más externa). La úvea rodea a la retina.

También hay mesodermo que se introduce en la copa, metiéndose detrás de la capa: *humor vítreo*. Otro se coloca por delante del cristalino: *humor acuoso*.

El globo ocular tiene una envoltura que de dentro a fuera, la más interna es la *retina* (tejido nervioso); una capa media que es la *úvea*, constituida por 3 partes:

- **La coroides:** es la capa vascular del ojo, donde están los vasos sanguíneos, situada por fuera de la retina. Recubre la totalidad de la retina; en su parte delantera, se engrosa formando el cuerpo ciliar.
- **El cuerpo ciliar:** se encarga de producir el humor acuoso, en su interior tiene musculatura lisa que actúa en la acomodación. También se continúa hacia delante con una estructura alargada en el plano frontal que es el iris.
- **El iris:** posee unos pigmentos que le dan el color a los ojos; además posee musculatura lisa que actúa en la acomodación del ojo. El agujero que queda en medio es la pupila.

Otra capa es *la esclerótica*, que es la capa más externa (por fuera de la úvea). contribuye al oscurecimiento del ojo. En su parte anterior aparece otro elemento que es *la córnea* (continuación de la esclerótica), y forma una

estructura abombada y transparente colocada delante del iris, actuando como lente; posee inervación.

El contenido del globo ocular es *el cristalino*, que es una lente biconvexa que está detrás del iris. También está el humor acuoso, por delante del cristalino. Por detrás del cristalino está el humor vítreo, que es una sustancia gelatinosa que contribuye a dar la forma al globo ocular y actúa como lente.

El globo tiene una musculatura para que se pueda mover.

Nota: debe distinguirse entre retina ciega y visual. Esta última es la capa donde refleja la luz. Están separadas por la ora serrata.

Retina

La primera neurona (protoneurona) a nivel de la retina se llama *célula bipolar*. La segunda neurona se llama *célula ganglionar* (deutroneurona).

Está constituida por diez capas, que no se encuentran a todo lo largo de la retina, sino que se localizan en la llamada *retina visual* (la mayor parte de la retina).

En la *retina ciega*, practicamente sólo existe la primera capa (capa pigmentaria) y no hay neuronas ni fotorreceptores (así, es menos gruesa).

Los fotorreceptores son los **conos** y los **bastones** (es la segunda capa). Además existen unas células que hacen contacto con los receptores, para transmitir la información. En la sexta capa está la primera neurona. En la octava capa están las *células ganglionares*. Sus axones forman el nervio óptico.

La luz atraviesa todas las capas de la retina, de la diez hasta los fotorreceptores dándose el fenómeno de *inversión*. Luego, los fotorreceptores son los que forman el estímulo nervioso que llega a la primera neurona y luego a la segunda neurona.

En la retina hay de 126 a 130 millones de fotorreceptores, de los cuales, 120 millones son bastones y de 6 a 10 son conos.

Varios fotorreceptores mandan estímulo a la misma célula ganglionar debido a que sólo hay 1 millón de células ganglionares. Este fenómeno se denomina *convergencia*. Esto no ocurre en toda la retina, pues en determinadas zonas hay un bastón para una sola célula ganglionar.

Los conos y los bastones tienen un pigmento visual: *rodopsina*. Ésta es una proteína unida con el *ácido retinoico*. Tiene la característica de que cuando la luz incide en los fotorreceptores, la rodopsina pasa de la forma cis a trans produciéndose una despolarización y un potencial de acción que es transmitido a la primera neurona y a la segunda neurona. La rodopsina está en los bastones, donde acontece este fenómeno.

Los bastones se estimulan con poca cantidad de luz. Por ello, los bastones se especializan en la visión nocturna.

La rodopsina vuelve a recuperar su pigmento después de su forma trans.

Los conos están especializados en la visión diurna y en la diferenciación de colores. Además dan las imágenes nítidas.

Hay tres tipos básicos de conos que distinguen 3 colores: rojo, azul y verde.

La visión en blanco y negro (bastones) se denomina *escotópica*. Y la visión en colores (conos) se denomina *fotocópica*.

La retina tiene un color rojizo–naranja. Para verla podemos dividirla en cuatro cuadrantes:

En el nasal superior podemos ver un accidente redondeado con un color blanquecino y que se corresponde con la salida del nervio óptico. Se denomina *papila óptica*. También se la conoce como *punto ciego* de la retina pues no tiene capacidad visual.

En el temporal superior existe un elemento redondeado de color naranja más pálido denominado *mácula*. Es la zona de la visión central, cuando queremos centrar un objeto. En la mácula sólo hay conos, y no bastones. En la mácula no hay convergencia; así, cada cono sólo contacta con una célula ganglionar.

Nota: en la mácula encontramos la fovea y el punto más central sería la foveola.

Referencia geométrica del ojo

Tiene forma esférica, más bien dos segmentos de esfera: la parte de esfera mayor, que es casi todo el segmento ocular; la parte anterior es la *córnea*.

Podemos dividir al ojo por la mitad, que pasaría por el centro de la córnea formando un eje anteroposterior, pero el eje que pasa por el nervio óptico no coincide con éste, sino que hay un ángulo de 20°. Por eso, la pupila no está localizada en el centro de los cuadrantes.

Podemos trazar un eje perpendicular al eje anteroposterior que sería el ecuador del ojo. Las líneas perpendiculares al ecuador serían los meridianos del ojo. Existen dos que tienen importancia.

- Uno que pasa por el plano horizontal dividiendo al ojo en un hemisferio superior e inferior.
- Uno que pasa por el plano vertical dividiendo al ojo en un hemisferio nasal y temporal.

Tenemos unos paralelos de los que dos son importantes:

- *Paralelo esclerocorneal*, que se sitúa en la zona de separación de la esclerótica y la córnea.
- *Paralelo de la Ora Serrata*, que pasa por la ora serrata y es equidistante del ecuador y al paralelo esclerocorneal.

Úvea

Tiene tres partes:

Coroides. Se encuentra en la capa más externa de la esclerótica a través de una lámina denominada *lámina de Fusca*. Es una capa unicelular con pigmentos que ayudan a ennegrecer el ojo; por dentro tenemos la capa del estroma que está atravesada por vasos y luego, hacia adentro, está la capa *coriocapilar*, que está constituida por la capilarización de aquellos vasos del estroma. Más hacia dentro está la *membrana de Bruch* que posee unos agujeros por donde entran esos vasos.

Cuerpo Ciliar. Es la continuación de la coroides con forma triangular constituido por vasos sanguíneos, que forman unos plexos, y músculos, musculatura lisa involuntaria gobernada por el parasimpático. Existen una serie de repliegues que se llaman los *procesos ciliares* y cuando los vemos desde la retina entonces forma la *corona radiada*, que serían todos los procesos ciliares alrededor del ojo.

Los procesos ciliares se continúan hacia la parte posterior por lo que se conoce con el nombre de *orbículo*, que

sería la zona de los procesos ciliares más delgada hasta la ora serrata.

La retina ciega cubre al orbículo, procesos ciliares y al iris. Dentro del cuerpo ciliar encontramos vasos sanguíneos que forman unos apilamientos encargados de formar *el humor acuoso* (similar a los plexos coroides que producen L.C.R.). En el interior del cuerpo ciliar hay fibra muscular lisa de dos tipos: *fibras longitudinales y fibras circulares*. Existe un ligamento que va desde los cuerpos ciliares al cristalino, y la contracción de las fibras musculares ayudan a producir un mayor abombamiento de este cristalino. Inervado por el parasimpático.

Iris. Es un diafragma que posee musculatura longitudinal y en su extremo anterior tiene fibras circulares. Las fibras longitudinales forma *el músculo dilatador de la pupila* y la fibras circulares que están en el borde forman *esfínter de la pupila*. La dilatación de la pupila se llama *midriasis* y la contracción *miosis*. En el iris hay una gran cantidad de vasos que forman los *circuitos arteriolas mayor y menor del iris*.

En la zona de unión del iris y del cuerpo ciliar hay un espacio con muchos agujeritos llamado *espacio trabecular de Fontaine* por donde se reabsorbe el humor acuoso y va a drenar por un conducto: *conducto de Schemm*.

Medios Transparentes. Contenido.

Nos encontramos con *el cristalino, el humor acuoso y el humo vítreo*.

Los rayos luminosos se transmiten a la retina por estos medios transparentes que actúan como lentes con un índice de refracción determinado tal que la imagen se forma en la parte de la retina donde se localiza la mácula.

Cristalino: es una lente biconvexa (origen ectodérmico) que tiene por delante el humor acuoso y por detrás el humor vítreo. Está constituido por una cápsula por la parte de fuera, por células epiteliales cúbicas (por debajo) y por células epiteliales alargadas típicas del cristalino (debajo de las anteriores).

En la cápsula se insertan elementos ligamentosos que van del cristalino al cuerpo ciliar denominado *ligamento suspensorio del cristalino o zónula*.

El cristalino está muy vascularizado pero no tiene vasos. Obtiene los elementos del humor acuoso.

Nota: período embrionario, hay una arteria hialoidea, que se persiste da las cataratas.

Humor acuoso: líquido compuesto de exudado y transudado (tiene muchos iones; además tiene bicarbonato...)

Se sintetiza en los procesos ciliares. Se reabsorbe en el espacio de fontana y a través del conducto de Schemm.

Está compartido en dos cámaras que están en el espacio precristalino (cámara anterior y posterior). La cámara anterior está delante del iris; la posterior está por detrás del iris.

Humor vítreo: no se conoce su origen, su producción. Es más viscoso que el anterior; parece gelatinoso. Tiene un 96% de agua y ácido hialurónico; es pobre en proteínas y en iones.

Esclerótica

Envuelve al globo ocular (capa fibrosa). En 5/6 posteriores es blanca. Se amarillea con la edad. En su 1/6 anterior es transparente y constituye la córnea.

En su capa más externa tiene la *epiesclera*. Por fuera de ésta hay una cápsula fibrosa que la envuelve, y es la *cápsula de Tenon* (es la aponeurosis de los músculos extrínsecos del ojo al insertarse a nivel de la ora serrata).

La capa más interna contacta con la *lámina fusca*. Ésta es la capa más interna de la esclerótica, o la más externa de la coroides.

La córnea es la continuación de la esclerótica y se continúa con el *ángulo esclero-corneal*. También está muy vascularizada pero no tiene vasos en su interior para ser transparente.

En su parte externa, la córnea tiene un *epitelio poliestratificado*. Por debajo hay una *membrana de Bowman*, luego un *estroma*; la capa más interna tiene la membrana de Descemet (desaparece cuando llega al ángulo esclero-corneal). La membrana de Bowman está presente en la córnea; cuando se llega a la esclerótica, ésta desaparece.

La córnea tiene un alto índice de refracción. Está lubricada por las lágrimas. Suele lesionarse con bastante frecuencia, produciéndose úlceras.

El ojo está en la fosa orbitaria con forma piramidal. Ésta posee un vértice (hendidura esfenoidal por donde entran los nervios oculomotores. Por el agujero óptico entran la arteria oftálmica y el nervio óptico); además, posee una base, formada por el hueso frontal en su parte superior, por el malar en su parte externa, por la apófisis piramidal del maxilar en su parte interna, y por el hueso lacrimal, apófisis ascendente del maxilar y apófisis orbitaria interna del maxilar en su parte externa.

MÚSCULOS EXTRÍNSECOS DEL OJO

Estos músculos son los siguientes: **recto superior, recto inferior, rector interno, recto externo, oblicuo superior, oblicuo inferior y músculo elevador del párpado superior**. Estos músculos están inervados por los tres nervios óculo motores: **nervio óculo motor común (III par craneal), nervio patético (IV par craneal) y el nervio óculo motor externo (VI par craneal)**.

Los músculos rectos tienen una inserción común fija a nivel del vértice de la órbita, es decir, alrededor de la hendidura esfenoidal, formándose 4 cintas tendinosas que se insertan rodeando a la hendidura esfenoidal. Estas cintas presentan unos orificios para el paso de elementos nerviosos y vasculares.

El músculo recto superior se inserta en las 2 cintas superiores (superior externa e interna). El músculo recto externo se inserta en las 2 cintas externas, el músculo recto interno en las 2 cintas internas y el músculo recto inferior en las 2 inferiores. Es decir, cada cinta comparte inserción para dos músculos.

Desde estas inserciones la musculatura se dirige hacia delante insertándose en la ora serrata por zonas tendinosas formando una cápsula, la *cápsula de Tenon* (capa externa de la esclerótica).

El músculo rector superior en la parte superior de la ora serrata; el inferior, en la parte inferior de la ora serrata; el externo, en la parte externa de la ora serrata; y la parte interna en la parte interna de la ora serrata.

Elevador del párpado.

Tiene una inserción independiente de la parte superior del agujero óptico. Desde ahí se dirige hacia delante por encima del recto superior y va a insertarse a nivel del párpado superior.

Oblicuo superior.

Se inserta en el hemisferio superior en la parte externa del polo posterior dirigiéndose hacia arriba al ángulo

superior del ojo o tróclea donde hay una polea y desde ahí se dirige hacia atrás llegando a la cara interna de la órbita sin llegar al vértice.

Oblicuo inferior.

Se inserta en el hemisferio inferior en la parte externa del polo posterior dirigiéndose hacia abajo y se inserta en el reborde del hueso lacrimal.

Entre los músculos y las inserciones, entre el ojo y la fosa, queda un espacio cónico denominado *hueco cónico del ojo*, donde se introducen elementos vasculares y nerviosos. Tendremos elementos intracónicos y extracónicos. Los intracónicos tienen que atravesar las cintas del recto para meterse dentro del cono. distinguimos dos orificios: uno que se encuentra en la cinta superoexterna llamado *anillo de Ziun*, y otro que se encuentra en la cinta superointerna por donde entra la arteria oftálmica para hacerse intracónica.

Inervación

Nervio oculomotor común. Procede del tronco encéfalo, concretamente del mesencéfalo. Tiene un recorrido dentro del cráneo y llega a la órbita a través de la hendidura esfenoidal, atraviesa el anillo de Ziun para hacerse intracónico y se divide en dos ramas: *rama superior*, recto superior y elevador del párpado, y *rama inferior*, recto interno, inferior y el oblicuo inferior.

Nervio patético. Se origina en el tronco encéfalo siguiendo el mismo camino que el anterior pero no se hace intracónico sino que va por la parte alta de la órbita e inerva al oblicuo superior.

Nervio oculomotor externo. Se origina en la parte media del tronco encéfalo que es la protuberancia. Se hace intracónico atravesando el anillo de Ziun e inerva al recto externo desde su cara interna.

Movimientos oculares

En casi todos los movimientos intervienen dos músculos, y la gran mayoría de los movimientos son involuntarios (movimientos reflejos). Además, los dos ojos se mueven a la vez. El movimiento de abducción se realiza por un solo músculo, igual que el de aducción. El resto de los movimientos son combinados..

El recto superior, la dirección de las fibras forman con el eje visceral al ojo un ángulo de 23° produciendo elevación, aproximación e intorsión en el sentido de las agujas del reloj.

El recto inferior tiene el mismo ángulo y produce descenso, aproximación y extorsión en sentido contrario a las agujas del reloj.

La intorsión y la extorsión son movimientos de rotación en el eje anteroposterior.

El oblicuo superior, con un ángulo de 55° con el eje visual produce un descenso de la mirada, separación e intorsión.

El oblicuo inferior produce extorsión, abducción y elevación.

Aparato protector del ojo: los párpados

Pliegues móviles y delgados que difieren en longitud. El párpado superior es más ancho que el inferior. Entre ambos queda *la hendidura o cisura palpebral*. El vértice externo es más agudo que el vértice interno porque en el vértice interno hay una dilatación o fosa llamada *lago lacrimal*. Posee un bultito que es *la carúncula lacrimal*. Además, en los vértices, en la parte interna, hay unos bultitos, *papilas lacrimales* y unos agujeros,

agujeros lacrimales.

El párpado tiene, por fuera, la piel. Posee una capa de tejido subcutáneo (tejido conjuntivo); por dentro está el músculo estriado que es el *orbicular de los párpados*. Luego tenemos unas láminas de tejido fibroelástico que se llama *tarsos*. Hay un tarso en el párpado superior que es más ancho que el inferior. En el interior del tarso encontramos unas *glándulas tarsales o de Meibomio*, que son los que producen las legañas. Cuando se infectan, se producen los orzuelos.

En el borde libre del párpado están las pestañas. Los tarsos están unidos a los bordes laterales de las órbitas, que son los *ligamentos palpebrales*, *ligamento palpebral externo e interno*, que están dividido en dos. En el interior del párpado está la musculatura lisa involuntaria que son los *músculos palpebrales*. El músculo palpebral superior va del tarso superior al músculo elevador del párpado superior.

Glándula Lacrimal

Situada en la parte superoexterna de la órbita. Está constituida por una parte orbitaria (la más grande, junto al hueso), y por una parte palpebral. Entre ambas está el músculo elevador del párpado.

En su interior tiene unos conductillos: *conductos lacrimales* y drenan las lágrimas. Suele haber más en la parte orbitaria.

Lágrima: rica en iones y enzimas bactericidas. Limpian el ojo. Se distribuyen colocadas en una capa que tapiza el párpado y la esclerótica, denominada *conjuntiva*. Así, la lágrima baña la conjuntiva. Estas lágrimas se reabsorben introduciéndose por los agujeros lacrimales. De éstos pasan a unos conductillos pequeños que desembocan a nivel de una dilatación, (los conductillos se denominan *canalículos lacrimales*) que es el *saco lacrimal*. De aquí, drenan a través del conducto lácrimo-nasal que desemboca en el meato inferior.

La inervación viene dada por el parasimpático. Le llega a través del nervio lácrimo-muconasal. Algunas fibras se unen con el nervio oftálmico (se forma el asa del lacrimal).

Conjuntiva

Es una capa que cubre al ojo. Distinguimos entre *la capa palpebral* (cubre al párpado por dentro, tanto el superior como el inferior) y *la capa bulbar u ocular* (tapiza a la esclerótica). Se continúa una con la otra formando el fondo de saco denominado *fórnix o fondo de saco conjuntival*, que es donde llegan las lágrimas.

IRRIGACIÓN DEL OJO

Está irrigado por la **arteria oftálmica**, que entra por el agujero óptico. Ahí se divide en una serie de ramas.

Una rama es la *arteria central de la retina*. Entra con el nervio óptico y cuando llega a la retina se divide en dos ramas: *una ascendente* y otra *descendente*. Éstas a su vez se dividen en *ramas temporales y nasales (disposición radial)*. Las temporales se arquean para buscar la mácula. La arteria central de la retina irriga las capas más profundamente situadas (mitad interna). La otra parte de la retina, la más superficial, se irriga por arterias de la coroides (que son también ramas de la oftálmica).

Otras ramas de la oftálmica son las *arterias ciliares posteriores*. Éstas se dividen en *cortas* (son 4 normalmente, por cada lado, a ambos lados del nervio óptico; se introducen en la coroides y se ramifican en el interior de ésta; a través de esta red, se irriga la parte superficial de la retina) y *largas* (que generalmente son dos, una para cada lado; una va por el lado nasal y otra por temporal; recorren todo el polo posterior del ojo y cuando llegan a la parte anterior se capilarizan y forman los *vasos del cuerpo ciliar*; estos vasos están interconectados y forman el **circuito mayor del iris**).

Otras ramas son las *arterias musculares*. Son fundamentalmente dos. Hay una que es *superior* (parte superficial de la órbita), y otra que es *inferior* (parte inferior de la órbita). De estas ramas salen las *arterias ciliares anteriores*, que se dirigen hacia la parte anterior del iris y dan lugar al **circuito menor del iris**.

Hay más ramas: *nasal, frontal interna, frontal externa...* y algunas irrigarán al párpado. Otra sería *la arteria lacrimal* que irriga a la glándula lacrimal.

RETORNO VENOSO

El retorno venoso es llevado a cabo por **las venas verticosas**, que son 4 venas dispuestas a lo largo del ojo, que es donde drenan las demás ramas (satélites de las arterias). Éstas se unen dando 2 venas oftálmicas. Estas dos se unen también y dan **la vena oftálmica**, que sale del ojo por la hendidura esfenoidal.

INERVACIÓN

La inervación la lleva a cabo *la primera rama del trigémino*, que se divide en tres: rama nasal, frontal y lacrimal.

La inervación sensible se recoge por unos nervios denominados *ciliares*, que acompañan a las fibras parasimpáticas del músculo ciliar (que lo inervaban). No hacen recambio en el ganglio parasimpático ciliar, pero si tienen su recambio a nivel del *ganglio de Gasser*.

Nota: después del ganglio ciliar, se incorporan a la rama nasal y luego llegan al ganglio de Gasser.

En cuanto a la inervación parasimpática, los nervios ciliares hacen sinápsis en el ganglio ciliar en el interior del cono. Las fibras postganglionares llegan al músculo ciliar acompañando al oculomotor común (producen la *miosis*).

EL TACTO

La información que llega al SNC está captada por los receptores, encargados de captar el estímulo. Este receptor manda la información al SNC. El receptor puede ser la dendrita de una neurona sensible (de la primera neurona) que se encuentra en los ganglio sensibles; o puede que el receptor sea la dendrita de la neurona asociada a una célula epitelial modificada.

Esta información que llega a la primera neurona, a través del axón, llega al SNC. Así, la protoneurona es denominada *neurona en T* porque tiene el cuerpo neuronal situado en el ganglio sensible, y tiene una prolongación que se divide en dos: una es la prolongación periférica (llega a la periferia y sería la dendrita) y otra es la prolongación central que sería el axón, y es la que hace contacto con la segunda neurona de la vía sensible, que ya está en el SNC.

ESQUEMA DE LA SENSIBILIDAD.

DENDRITA AXÓN

PIEL (prolong. Periférica) (prolong. Central)

SINAPSIS

En este ganglio no

se produce sinapsis

Con el tacto estudiamos las diversas sensibilidades recogidas por los distintos receptores táctiles.

CLASIFICACIÓN DE LOS RECEPTORES

Hay tres tipos fundamentales: exteroceptivos, interoceptivos y propioceptivos.

Exteroceptivos: responden a estímulos externos: el sentido del tacto, el sentido de la vista y la audición.

Interoceptivos: informan sobre el interior del organismo: sobre la presión arterial, contenido de O₂ y CO₂ en sangre.

Propioceptivos: informan sobre la posición de nuestro cuerpo.

OTRA CLASIFICACIÓN

Dependiendo del receptor, así, dependiendo del estímulo, varía el receptor. Así, hablamos de:

Mecanorreceptores: responden a estímulos mecánicos. Así, tenemos, el tacto, el oído.

Quimiorreceptores: responden a estímulos químicos. Así, tenemos el gusto y el olfato.

Fotorreceptores: responden a longitudes de onda.

Termorreceptores: responden a variaciones en la temperatura.

Nociceptores: son receptores para el dolor, responden ante un daño tisular.

RECEPTORES DE LA SENSIBILIDAD TÁCTIL.

La sensibilidad táctil se recoge en la piel. Ésta se divide en *epidermis* (epitelio), la *dermis* (tejido conjuntivo, donde encontramos los vasos), y la *hipodermis* (tejido graso). Debajo tenemos aponeurosis, músculo, tendón... según donde nos encontremos.

En la piel encontramos los siguientes receptores:

Los más simples son **los receptores libres o nociceptivos** (recogen la sensibilidad del dolor, del daño tisular). Se encuentran en las tres capas de la piel, en la mayor parte del cuerpo. Estas prolongaciones serían las periféricas, que llegarían al ganglio sensible donde está el cuerpo neuronal. La prolongación central sale del ganglio y va a la médula (si es sensibilidad de la cabeza para abajo) o a otro ganglio sensible si es de la cabeza.

Sensibilidad superficial, también denominada **sensibilidad grosera o protopática**. Nos informa de la presión que se da cuando nos tocan, pero no da más información. Se denominan receptores *lanceolares* o de Meckel. Están formados por una terminación (dendrita) que tiene en su extremo una célula epitelial en forma de disco. Se distribuye en la epidermis y también está alrededor de los folículos pilosos. El recorrido de transmisión es igual al anterior. Su distribución es distinta según la parte del cuerpo (hay más en la mano que en el antebrazo).

Sensibilidad profunda discriminativa o epicrítica. Nos informa de los distintos grados de presión. Diferencia, también, dos puntos estimulados entre sí. Por ella se pueden reconocer los objetos con el tacto. Así, hay tres tipos de receptores:

- **Receptores de Meissner:** tienen en la terminación células epiteliales, pero que además poseen una cápsula que la engloba. Se distribuyen en las papilas dérmicas. Son abundantes en los pulpejos de los dedos. También en las papilas gustativas filiformes, al igual que en la mama (pezón) y en los genitales.
- **Receptores o corpúsculos de Krause:** igual estructura que el anterior, pero su morfología es distinta (igual componentes pero distinta disposición). Se relacionan con el frío.

Nota: calor suave es detectado por los corpúsculos de Meissner; el calor lesivo, por los nociceptores.

- **Receptores o corpúsculos de Vatter Pacini:** tienen aspecto de bulbo de cebolla (con un montón de capas concéntricas) y son encapsulados. Estos receptores informan también de distintos grados de presión y se dice que sobre todo van a transmitir información sobre las vibraciones (se explora con un diapason). Tienen el cuerpo neuronal en el ganglio y su prolongación central va a la médula o al tronco de encéfalo.

RECEPTORES QUE RECOGEN LA SENSIBILIDAD NO TACTIL

Terminaciones anulo-espirales: son receptores que recogen la sensibilidad de tono muscular y están situados en el interior de los husos neuromusculares.

Nota: hay dos tipos de fibras en el músculo. Unas son las fibras intrafusales que están cubiertas por una cápsula o huso y están especializadas en recoger la sensibilidad de tono muscular; no se contraen.

Además hay otras fibras denominadas extrafusales, que se encuentran por fuera del huso muscular y están especializadas en la contracción muscular.

La terminación anulo-espiral rodea las fibras intrafusales formando una espiral, e informa acerca del tono muscular (informa del grado de contracción del músculo). El cuerpo neuronal está en el ganglio sensible y de ahí las fibras centrales van a la médula o al tronco de encéfalo.

Sensibilidad del tono muscular: está recogida por los husos tendinosos o receptores de Golgi. Son unas terminaciones que suelen estar localizadas en los tendones de inserción. También informan sobre el tono muscular.

Sensibilidad propioceptiva: informan sobre el estado posicional de una articulación, músculo. Esta sensibilidad está recogida por los receptores de Ruffini y están localizados a nivel de las aponeurosis, articulaciones, ligamentos...

SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso está dividido en una serie de partes:

- **La médula:** se encarga de la "vida refleja", por sí sola no puede hacer mucho, está supeditada a niveles superiores.
- **Tronco de encéfalo.** Se distinguen tres partes: mesencéfalo (reflejos de aprestamiento, movimientos de cefalgiro y oculogirol), protuberancia y bulbo. Se encargan fundamentalmente de controlar los impulsos vitales (respiración, frecuencia cardíaca).
- **Diencéfalo.** Es una estructura impar y está situada sobre el tronco de encéfalo. En él podemos distinguir: epítalamo (ritmos cardíacos), tálamo (estaciones sensibles, tercera neurona de la vía sensible), subtálamo (vía extrapiramidal) e hipotálamo (vida instintiva).
- **Telencéfalo.** Es el sustrato del conocimiento y funciones superiores (inteligencia, emociones).

En cada una de las partes del sistema nervioso vamos a hablar de *sustancia gris (SG)* y de *sustancia blanca (SB)*. La sustancia gris representa los cuerpos neuronales; la blanca representa las fibras (axones, dendritas de

las neuronas...).

La disposición de la sustancia gris y blanca dentro del SNC va a ser distinta en cada una de las partes. Así, en la médula la blanca está por fuera y la gris en el centro. En el telencéfalo, la gris está en la perifería y la blanca en el centro, más profunda. En el tronco de encéfalo se encuentran mezcladas.

En el SNC la célula noble es la neurona, aunque otras células: la glía (microglía,

MÉDULA

RECUERDO EMBRIOLÓGICO.

En el ectodermo (piel embrionaria) se produce una invaginación formando un *surco neural*. Posteriormente, en los bordes del surco aparecen unos *pliegues neurales*, los cuales se aproximan y forman el *tubo neural*, que tiene forma rómbica. Por proliferación de los pliegues se forman los ganglios sensibles. Dentro del tubo neural distinguimos dos partes:

- **Placas basales:** son los lados del tubo rómbico que miran hacia la parte anterior. La proliferación de las células que forman las placas basales dan lugar a las astas anteriores (donde encontramos neuronas motoras, sustancia gris).
- **Placas alares:** son los lados del tubo rómbico que miran hacia la parte posterior. La proliferación de las placas alares dan lugar a las astas posteriores (donde encontramos neuronas sensibles, sustancia gris).

El surco limitante es la zona de unión de las placas basales y las placas alares, y su proliferación forma las astas laterales (que es de carácter vegetativo, fundamentalmente ortosimpático a excepción de la zona sacra, ocupada por el parasimpático caudal).

Los axones de todas las neuronas de las astas anteriores salen y forman *la raíz anterior* (sustancia blanca).

A las astas posteriores llegan las prolongaciones centrales (axones: sustancia blanca) de los nervios sensibles (pasando antes por el ganglio sensible) y forman *la raíz posterior*.

La raíz anterior y la posterior se unen y salen formando *la raíz nerviosa* o *nervio raquídeo* por el agujero de conjunción.

Rodeando a las astas está la sustancia blanca formada por fibras que llegan a la médula de niveles superiores (SNC) y por fibras que llegan a la médula de la perifería o de niveles medulares inferiores en su camino o niveles medulares inferiores en su camino a niveles superiores.

Distinguimos tres cordones:

- **Cordones posteriores:** entre las dos salidas (llegadas) de las raíces posteriores.
- **Cordones laterales:** entre la salida de las raíces anteriores y la llegada de las posteriores.
- **Cordones anteriores:** entre la salida de las raíces anteriores.

Por fuera de la sustancia blanca, la médula tiene unas envolturas cuya misión es protegerla. Son las *meninges*. En el interior de la médula (en el centro) hay un agujerito llamado *canal ependimario*, en cuyo interior hay LCR. También existe LCR entre las meninges.

La médula está en el interior del canal o conducto raquídeo, protegida por las vértebras.

La médula está dividida en segmentos (31 segmentos; mielómeros embriológicamente). La altura de cada segmento medular se corresponde con la salida de cada raíz nerviosa. Pero los segmentos medulares no coinciden con los niveles vertebrales (la médula es más corta que el canal raquídeo). A pesar de ello, el nervio raquídeo de cada segmento (raíz nerviosa) sí sale por el agujero de conjunción del nivel vertebral correspondiente.

ASTA ANTERIOR

En el asta anterior encontramos distintos tipos de neuronas:

Motoneuronas a o motoneuronas inferiores (las motoneuronas superiores están en el telencéfalo) o también llamadas *neuronas rabdomióticas o mioabdomóticas*.

También se pueden nombrar neuronas oiktrópicas; hystatoneuronas (neurona final).

Son unas neuronas con el cuerpo bastante grande que se encuentran agrupadas bordeando la periferia del asta anterior. La agrupación de neuronas forman unos relieves que son núcleos nerviosos (ver más adelante). Las prolongaciones de esas neuronas (axones) van a constituir la raíz anterior que va a salir de la médula y van a terminar en las fibras extrafusales de la musculatura estriada. Una vez allí, liberan *acetilcolina (Ach)* en la placa motora (unión de la fibra nerviosa con la fibra muscular), y se produce la contracción muscular.

Neuronas asociativas o interneuronas: nos encontramos con dos tipos:

Interneuronas de axón corto o neuronas tipo Golgi II: son neuronas que no abandonan la sustancia gris de la médula. Se van a situar en la parte más interna del asta anterior (por dentro de las motoneuronas). Su función más importante es relacionar varias motoneuronas a (ej.: en la flexión del antebrazo, inhibir los músculos extensores). También mandan información al lado contralateral.

Interneuronas de axón largo: abandonan la sustancia gris pero no la médula (van por la sustancia blanca: cordones). Las más importantes son las llamadas *neuronas cordonales*: pueden comunicar distintos niveles de la médula para la contracción de músculos a distintos niveles.

Motoneuronas g: están también en las partes profundas del asta anterior bordeando a las motoneuronas alfa. Son mucho más pequeñas que las alfa. Los axones de estas neuronas salen de la médula también por las raíces anteriores y van al músculo donde inervan las fibras intrafusales por los extremos del músculo estriado, y contraen las fibras intrafusales. Estas fibras son las encargadas de mantener el tono muscular (grado mínimo de contracción del músculo). Las terminaciones anuloespirales son sensibles a este grado de tono muscular.

Núcleos que forman las Motoneuronas Alfa en el asta anterior.

- Núcleo dorsal interno: contiene neuronas encargadas de inervar la musculatura del tronco. En el corte longitudinal es una columna que va a través de toda la médula desde C1 hasta el coxis.
- Núcleo ventral interno: no se localiza a lo largo de toda la médula sino en dos zonas: de C5 a D1 y de L2 a S3. Inerva la musculatura de la cintura escapular y pélvica.
- Núcleo ventral lateral: no se extiende por toda la médula. Va de C6 a D1 y de L2 a S3. Inerva la musculatura del brazo y del muslo.
- Núcleo dorsal lateral: de C7 a D1 (musculatura del antebrazo) y de L4 a S1 (musculatura de la pierna).
- Núcleo retrodorsolateral: inerva la musculatura de manos y pies. De C7 a D1 (mano) y de L5 a S1 (pie).

A parte de esta disposición de las neuronas con respecto a la parte del cuerpo que inervan, también hay una distribución somatotópica con respecto a los músculos flexores y extensores. Así, las neuronas que se colocan en la periferia son las que van a la musculatura extensora. Las que están más hacia el centro es la musculatura

flexora (las neuronas más internas).

Dependiendo del lugar, se lesiona la musculatura flexora o extensora.

Las motoneuronas alfa que llegan al músculo, a la placa, para inervar al músculo forman la **placa motora**. Ésta es una fibra, un axón de dicha motoneurona más el conjunto de fibras musculares a las que inerva. Esa unidad motora difiere según el músculo. Así, un músculo con función grosera, burda (glúteo), tendría una unidad motora compuesta por un axón que inerva a dos mil fibras musculares. En contra, musculatura de acción fina (interóseos), la unidad motora estaría formada por un axón para 20 fibras musculares. Esto repercute en la patología (se suele afectar la musculatura de función más fina).

Cínica del asta anterior

Si hay una lesión en la motoneurona alfa, el músculo se afecta de la siguiente forma: parálisis del músculo, hipotonía (el músculo pierde tono), atrofia muscular porque el músculo necesita la innervación para su trofismo, hiporreflexia (pues no existe conexión entre la vía aferente y la eferente).

Si la lesión es del nervio periférico (vía eferente), habría parálisis, hipotonía (depende de los niveles superiores), pero nunca una hiporreflexia total (nunca abolición total debida a la acción de las neuronas asociativas).

En el asta anterior hay otros acúmulos que serían parte del núcleo localizado en el tronco de encéfalo. También están en el asta anterior. Serían las neuronas que van a formar parte del núcleo del hipogloso y los axones que salen de estas neuronas, forman parte del nervio hipogloso.

El nervio frénico está formado por las neuronas localizadas en la médula de C2 a C5.

También en el asta anterior están incluidos otros núcleos que son los del nervio espinal, de C2 a C6. Este nervio tiene una rama interna (del tronco de encéfalo, para craneal) y una rama externa que procede de estas neuronas.

ASTA LATERAL

Es un sistema motor involuntario. Están las neuronas vegetativas del SNV. Está formado por el **parasimpático** (neuronas parasimpáticas y sus axones. Las neuronas no llegan directamente al órgano efector (musculatura lisa y glándulas), porque a medio camino hay una sinapsis intermedia en un ganglio parasimpático) y por el **ortosimpático** (neuronas ortosimpáticas y axones; no llegan directamente al órgano efector (musculatura lisa de las arterias, músculos piloerectores, glándulas sudoríparas), sino que se realiza una sinapsis en el ganglio ortosimpático).

Los neurotransmisores son para el ortosimpático la *noradrenalina*, y para el parasimpático la *acetilcolina*.

También hay diferencias en el momento de actuación. Así, el parasimpático actúa en situaciones anabólicas, mientras que el ortosimpático en situaciones catabólicas (produciendo taquicardia, cuando se requiere de sangre).

Otra diferencia entre estos dos sistemas es su localización en el SNC. Así, nos encontramos con el *parasimpático cefálico o craneal*, localizado en el tronco de encéfalo. Las fibras que salen forman los nervios parasimpáticos, acompañando a los pares craneales (al neumogástrico, facial, glossofaríngeo). Otra parte está localizada en la médula, denominado *parasimpático caudal*. Sus neuronas se localizan en el asta lateral de la médula y sus prolongaciones forman el nervio erector (inerva las vísceras pelvianas). Este nervio erector sería una fibra preganglionar que llega a un ganglio donde hace sinapsis (este ganglio está en la pared de la

víscera).

El ortosimpático está localizado a nivel de la médula. Las neuronas del ortosimpático poseen diversa nomenclatura. Así, se las llama *neuronas leiomióticas* (musculatura lisa); también se las conoce como *neurona idiotropa*.

Dentro del asta lateral de la médula vamos a encontrar dos agrupaciones neuronales que forman columnas. Hay una columna denominada *columna intermedia medial*, situada más medialmente. Se relaciona con la sensibilidad visceral y reflejos viscerales.

Más hacia fuera tenemos la columna intermedia lateral. Ésta se subdivide en tres partes: la columna intermedia, la interna y la externa. Las neuronas del grupo externo se encargan de inervar a las arterias metaméricas pequeñas y medianas parietales (que van al músculo o a las paredes) y a las glándulas sudoríparas y a los músculos piloerectores. Las del grupo intermedio inervan los grandes vasos. Las del grupo interno inervan las arterias viscerales.

Nota: en otros libros, el intermedio y el externo forman el grupo externo; el interno formaría el grupo interno.

Las prolongaciones de dichas neuronas salen de la médula acompañando a la raíz anterior, a los nervios motores; con ellos salen de la médula, constituyendo las fibras preganglionares, que hacen sinapsis en un ganglio ortosimpático. Para que se produzca sinapsis en este ganglio, la fibra preganglionar deja al nervio motor. Este tramo desde que abandona al nervio motor hasta el ganglio se denomina *ramo comunicante blanco* (por el axón mielinizado).

A continuación se constituyen las fibras postganglionares. Luego se vuelve a comunicar con el nervio motor formando el *ramo comunicante gris* (el nervio está desmielinizado). Una vez unidos llega a su arteria correspondiente.

Hay dos tipos de ganglios ortosimpáticos:

- Unos que van a constituir la **cadena ortosimpática paravertebral**.

A nivel cervical hay tres ganglios: ganglio cervical superior, inferior y medio (inconstante). El inferior se une con el primero dorsal y forma el *ganglio estrellado*.

A nivel dorsal hay 11 ganglios torácicos o dorsales. El primero está con el estrellado: de D2 a D12.

A nivel lumbar hay 5 ganglios y a nivel sacro hay otros 5 ganglios.

Suele haber un ganglio impar coxígeo (en la línea media).

Estos ganglios se unen por fibras (están formando acúmulos).

- Otros que constituyen la **cadena ortosimpática prevertebral**.

No tienen componente cervical y su papel lo asumen los ganglios superior, medio e inferior de la cadena paravertebral.

Hay un acúmulo a nivel abdominal que es el *plexo solar* y a nivel pélvico, se forman los *plexos hipogástricos* (superior e inferior).

El camino explicado de la sinapsis en los ganglios de la cadena paravertebral, es el que siguen las neuronas del grupo intermedio y externo. Así, sus axones acompañan a la raíz anterior y hacen sinapsis con los ganglios de la cadena paravertebral. Luego abandonan dicha cadena formando el ramo comunicante gris, uniéndose de nuevo con el nervio raquídeo y con él llegan para inervar las arterias metaméricas, parietales (los nervios intercostales o ramas retrosomáticas). No siempre la fibra preganglionar que sale del asta lateral realiza la sinapsis en el ganglio paravertebral de su mismo nivel, sino que puede hacerlo en el ganglio que está por arriba o por abajo.

Cuando es un vaso de gran calibre (inervado por el grupo intermedio). Hacen el mismo recorrido, pero después de la sinapsis no acompañan al nervio raquídeo, sino que va directamente a los vasos porque están próximos.

Nota: el nervio raquídeo es la unión de la raíz anterior y de la raíz posterior.

Las neuronas del grupo interno van a las arterias viscerales. Entonces hacen sinapsis en la cadena prevertebral. Dentro del grupo interno distinguimos varios segmentos:

- **Segmento superior:** localizado en los niveles medulares de C8 hasta primeros dorsales (D5–D6). En este segmento hay distintos centros:
 - Centro ciliar Bludge. Aquí están las neuronas ortosimpáticas encargadas de la inervación ortosimpática del ojo. Aquí están las neuronas, sus axones forman las fibras preganglionares que llegan a la cadena prevertebral a nivel cervical. Pasa por el ganglio cervical inferior sin hacer sinapsis, y ésta la realiza en el ganglio cervical superior. La inervación ortosimpática va con la arteria oftálmica (fibras postganglionares). Producen midriasis (dilatación).
 - Centro lácrimo–muconasal y salival superior. Tiene sus neuronas en el asta lateral. Con las fibras preganglionares llegan al ganglio cervical superior, hacen sinapsis; las postganglionares van con la carótida externa. Disminuyen la secreción de la glándula.
- **Segmento torácico:** hay otros centros:
 - Centro cardio–acelerador o cardíaco. Van a los tres ganglios (fibras preganglionares superior, media e inferior) y salen las fibras postganglionares constituyendo los nervios cardíacos superior, medio e inferior, llegando al corazón produciendo vasoconstricción, taquicardia ... y vasodilatación coronaria.
 - Centro bronco–pulmonar. Las fibras preganglionares hacen sinapsis en ganglios cervicales. Luego llegan a los pulmones. En los bronquios producen vasodilatación.
- **Segmento abdominal:** va de C7 a L1. Aquí se localizan las neuronas ortosimpáticas y sus axones forman las fibras preganglionares que se agrupan formando los *nervios esplácnicos*. Hay tres: el nervio esplácnico mayor (D7–D8–D9), uno menor (D10–D11) y uno accesorio o inferior (D12). Estos nervios atraviesan los ganglios paravertebrales pero no hacen sinapsis y continúan hacia el plexo solar donde sí que realizan la sinapsis y las fibras postganglionares se aparean con los vasos viscerales para inervarlos.
- **Segmento pélvico:** coge los mielómeros lumbares y primeros sacros. Las fibras preganglionares llegan hasta el plexo hipogástrico superior e inferior donde hacen la sinapsis y las fibras postganglionares llegan a las arterias de la pelvis; también inervarán al útero.

Nota: debajo de este segmento se encuentra el parasimpático cauda (nervio erector).

ASTA POSTERIOR (SENSIBILIDAD)

Hay unos receptores periféricos para el dolor, el tono muscular, para la discriminación, otros receptores que

informan de la posición (están en la aponeurosis, en los tendones...). éstos se encuentran en los extremos de las fibras. Luego tenemos los cuerpos de la primera neurona (en el ganglio sensible). A continuación está la prolongación central que llega al asta posterior de la médula, estableciendo sinapsis con la segunda neurona. Desde el asta posterior salen unos haces sensitivos que van a buscar la tercera neurona localizada en el diencefalo (en concreto, en el tálamo). Parte de esta sensibilidad se deriva a otros sitios (cerebelo, que controla el movimiento).

En el asta posterior podemos diferenciar una serie de partes: la superior, que sería el *vértice o ápex*, una más ensanchada (mayoría del asta), que sería la *cabeza*, y una zona más estrecha que forma el *cuello*.

Sensibilidad nociceptiva. Sus receptores serían las terminaciones libres que se distribuyen por todas las partes de la piel. Estas terminaciones van en busca de la protoneurona constituyendo la prolongación periférica. La prolongación central va por la raíz posterior y hace sinapsis con la segunda neurona localizada en un núcleo situado en el ápex, denominado *núcleo en casquete o núcleo de Rolando*. Aquí se establece la sinapsis y los axones de la segunda neurona salen del núcleo, se cruzan al lado contralateral y forman un haz situado en el cordón lateral, que como va de la médula hasta el tálamo se denomina *haz espino-talámico lateral*. Así, la sensibilidad dolorosa de la parte derecha va por el lado izquierdo, originando una sensibilidad cruzada.

Sensibilidad protopática. Sus receptores son los de Meckel. Están en la dermis. Las fibras periféricas van hasta la protoneurona; de aquí salen las fibras centrales que hacen sinapsis en otro núcleo situado en la cabeza del asta posterior denominado *núcleo en cabeza o de Valdeyer*. Los axones que salen de estas segundas neuronas, una parte va al lado contralateral y otra va por el mismo lado, formando el *haz espino-talámico anterior*.

Nota: en la sensibilidad nociceptiva no todas las fibras hacen sinapsis con la segunda neurona; algunas continúan para hacer sinapsis con las motoneuronas del asta anterior. De esta forma se desencadenan los reflejos.

Sensibilidad del tono muscular. Está recogida por los corpúsculos de Vater Pacini y los receptores de Ruffini. En los tendones de los músculos están los receptores de Golgi. Las prolongaciones periféricas hacen sinapsis en el ganglio sensible; salen las prolongaciones centrales para hacer sinapsis en los niveles de la base o cuello del asta posterior. Estos núcleos se denominan *núcleo de Stilling Clark dorsal* y *núcleo de Cajal o comisural*. El primero va de C8 a L2 y el de Cajal varía.

El dorsal recoge el tono muscular del tronco y de los miembros inferiores. El de Caja no se desconoce.

El tono muscular del cuello y de los miembros superiores se cree que va a un núcleo localizado en el tronco de encéfalo.

El núcleo dorsal se relaciona más con el tono muscular de los músculos flexores; el comisural con el tono muscular de los músculos extensores.

Del núcleo dorsal sale un haz ipsilateral formando un *haz espino-cerebeloso dorsal* porque la sensibilidad del tono muscular llega al cerebelo.

Del núcleo comisural sale otro llamado *haz espino-cerebeloso ventral* que es directo y cruzado (se duda de la existencia de este haz al igual que la del núcleo de Cajal).

Nota: la sensibilidad, cuando es cruzada o de ambos lados, es más grosera, más burda, poco fina.

Sensibilidad discriminativa. Es aquella sensibilidad mucho más fina. Permite reconocer el objeto por el

tacto. Esto se denomina *esterognosia*.

Tiene su neurona a nivel del ganglio. Su deuteronurona no se localiza a nivel de la médula sino que las fibras van a ascender hasta el tronco de encéfalo (aquí está la segunda neurona). esta segunda neurona se encuentra en dos núcleos: **núcleo de Burdach y núcleo de Goll**. Al primero llega la sensibilidad discriminativa de la zona central y al segundo el resto (dorsal, lumbar y sacro). Estas fibras que llegan son las prolongaciones centrales. Va por los cordones posteriores constituyendo dos haces: **haz de Burdach y haz de Goll**.

El de Burdach tiene forma triangular y se localiza más externamente; el de Goll tiene forma más alargada y se coloca más medialmente.

En los haces se puede hablar de una organización somatotópica (cada parte del cuerpo va por unas fibras determinadas).

La sensibilidad discriminativa es homolateral.

Nota: también hay somatotopía en el haz espinotalámico lateral.

La sensibilidad que lleva información contralateral estará más afectada que la sensibilidad que asciende contralateral e ipsilateralmente. Así, la sensibilidad nociceptiva estará más afectada que la de tacto grosero.

Hay determinadas sensibilidades que originan reflejos. Un ejemplo sería la sensibilidad nociceptiva. También la sensibilidad de tono.

El pico del asta posterior y la zona que lo rodea se denomina *zona marginal de Lissauer*, debido a la entrada de fibras al asta posterior o fibras que ascienden y descienden a otro nivel.

VÍAS DESCENDENTES DE LA MÉDULA

Éstas son sustancia blanca de la médula. Todas ellas son vías motoras. De todas las vías descendentes la más importante es **la vía piramidal**.

*Nota: vía piramidal se llama, en sentido estricto, cuando está en niveles superiores a la médula. Cuando ya está en la médula, el nombre correcto sería **haz córtico-espinal**.*

Así, esta vía está formada por haces descendentes que se originan en la corteza cerebral en el telencéfalo, fundamentalmente en las áreas IV y VI. Se forman en unas neuronas grandes denominadas *células piramidales*. Los axones de dichas células forman dicha vía piramidal; desciende atravesando las distintas partes del SNC y se cruza en la zona de transición entre el tronco de encéfalo y la médula. Cuando ya está en la médula se denomina haz córtico-espinal.

El haz piramidal, a nivel de la transición, se decusa en la mayoría de sus fibras (80–85%). Las fibras cruzadas se colocan en el cordón lateral y forman el haz córtico-espinal lateral.

El resto de las fibras son directas (15–20%) y forman el haz córtico-espinal anterior, que se localiza en el cordón anterior, justo al lado del asta anterior. Este pequeño porcentaje, cuando está llegando al asta anterior, un 5–10% se cruza en su nivel.

El haz córtico-espinal lateral está en el cordón lateral y tiene una distribución somatotópica, de manera que la parte más interna se encarga de la musculatura cervical y la más externa de la musculatura sacra. Estas fibras hacen sinapsis con interneuronas que están en el asta anterior y éstas harán sinapsis con las motoneuronas del asta anterior.

Las del haz córtico–espinal lateral lo harán con las motoneuronas que controlan la musculatura flexora y musculatura distal. Mientras que el haz córtico–espinal anterior inervará las motoneuronas que controlan la musculatura extensora y troncular (proximal).

Nota: una lesión en la vía piramidal afectará más los músculos flexores distales debido a que la inervación es contralateral.

Hay otros haces descendentes motores; son *los haces instintivos* que van por: el cordón lateral y por el cordón anterior. Van en relación de vecindad con los haces corticoespinales. Controlan una serie de actos motores en relación con la conservación del individuo (comer, miccionar, defecar, coito,...). Estos haces provienen del diencefalo, en concreto de *la banda diagonal de Broca*.

Hay otros haces descendentes que son los *haces tectoespinales*. Proviene del mesencéfalo, en concreto de los tubérculos cuadrigéminos o colículos o tectos (están en la parte posterior del mesencéfalo y tienen que ver con los reflejos de aprestamiento atencional). Estos haces una vez que salen del mesencéfalo se cruzan y se colocan en el cordón anterior (en la parte más anterior) por fuera del haz corticoespinal anterior. Este haz está solamente en los niveles medulares cervicales porque sólo mueve la cabeza, el cuello y los ojos para los reflejos de aprestamiento.

Otros haces descendentes son los *haces estaticoposturales*; hay tres:

- Haz rubroespinal: procede del núcleo rojo que está en el mesencéfalo. Es un haz cruzado; se cruza al salir del núcleo rojo. Parece ser que tiene una función de control de la postura en la estática. Unos autores dicen que coordinan la musculatura flexora. Se encuentra en medio de un circuito que proviene del cerebelo (la información de parte del cerebelo va al núcleo rojo y de aquí a la médula ya que no existen proyecciones directas del cerebelo a la médula). La postura fetal está dirigida por el núcleo rojo; de aquí que se le relacione con la musculatura flexora. Se encuentra hasta niveles dorsales altos; por debajo se va perdiendo. Va por el cordón lateral, delante del haz corticoespinal lateral.
- Haz vestibuloespinal: se origina en un núcleo que está en el tronco de encéfalo; es *el núcleo vestibular lateral de Deiters*. Este haz es cruzado y se localiza en el cordón lateral por fuera del tecto espinal. Se encuentra hasta niveles lumbares. Está relacionado con el mantenimiento del equilibrio y la dinámica en la marcha.
- Haz olivoespinal. Procede del *núcleo olivar inferior* del troncoencéfalo (en la parte baja). Es un haz directo y cruzado. Hoy en día se piensa que este haz no existe. Se relacionaba con el control de la postura en la marcha.

Acompañando a estos tres haces van fibras en sentido contrario que parten desde la médula y van a estos núcleos. Son fibras ascendentes: haces espinorúbricos, espinovestibulares y espinoolivares.

Los haces reticuloespinales (descendentes) se originan en el tronco de encéfalo, en la sustancia reticular (dispersa). Se dice que hay dos haces reticulares:

- Lateral. Se coloca en el cordón lateral.
- Anterior. Se coloca en el cordón anterior. También se denomina ventral.

Hay haces descendentes vegetativos. Se colocan periependimarios (van a la sustancia gris periependimaria). Parece que están relacionados con determinados reflejos vegetativos.

Todos estos haces, sin incluir el haz piramidal, forman **los haces extrapiramidales**

Otro haz descendente es el *haz longitudinal medial*. Se sitúa en la parte medial del cordón anterior. Relaciona núcleos motores del tronco de encéfalo (inervan musculatura del ojo); también conecta el núcleo del espinal.

Desde estos sitios contactan con las motoneuronas del asta anterior de distintos niveles (llega a niveles dorsales altos). Se relaciona con la coordinación existente entre los movimientos de los ojos y de la cabeza durante la marcha.

Haces asociativos (descendentes y ascendentes). Forman parte de la sustancia blanca. Conectan distintos niveles de la médula espinal. Hay unos localizados en la zona sacra, con forma triangular. Se llama *haz triangular o de Gombart* (está entre los de Goll y Burdach).

A nivel lumbar hay otro par denominado *haz oval o Fleshing*. Está en el surco medio posterior.

Localizado en la cervical y dorsal, encontramos el *haz de Vírgula o de Shultz*. Va entre los haces de Goll y Burdach (en el cordón posterior).

Hay otros haces que son fibras que conectan distintos niveles. Se localizan bordeando la sustancia gris (a diferencia de los anteriores que van por el cordón posterior) y se denomina *aparato propio medular*. Aquí, hay fibras taulómeras (conectan dos niveles próximos del mismo lado), heterómeras (conecta un lado con el contrario de niveles próximos) y hecatómeras (conectan niveles de su mismo lado y del contrario). Pueden ser conexiones para estimular y para inhibir.

LÁMINAS DE REXED

En los últimos años, la sustancia gris se ha clasificado según la morfología de las neuronas. Así, la sustancia gris se ha dividido en diez láminas: 1–zona marginal de Lissauer, 2 – núcleo en casquete, 3–4– núcleo en cabeza, 5–6– cuello y base del asta posterior (hay neuronas asociativas del asta posterior y el núcleo dorsal), 7– asta lateral y núcleo de Cajal, 8– zona interna del asta anterior, 9– resto del asta anterior, 10– sustancia gris periependimaria.

CONFIGURACIÓN EXTERNA DE LA MÉDULA

Tiene forma cilíndrica. No tiene el mismo grosor en toda su longitud. Tiene dos zonas engrosadas: engrosamiento cervical y lumbar (longitud de 45 cm y diámetro de 9 a 12 mm).

Ocupa casi toda la totalidad del conducto raquídeo (70 cm aproximadamente). Así, llega al nivel vertebral de L2.

Mirada desde fuera, se observa un surco medio anterior (una hendidura) y uno posterior (menos profundo, menos acentuado). El surco anterior divide en dos al cordón anterior y el posterior, hace lo propio con el cordón posterior.

También hay un surco lateral anterior que coincide con la salida de la raíz anterior (por ambos lados: derecho e izquierdo). También hay un surco lateral posterior que se produce por la llegada de la raíz posterior.

La médula termina en el *cono medular* (de nivel medular S4 hasta coxígeo). Del vértice de dicho cono hacia abajo, hay un ligamento que fija la médula a la cara posterior del coxis; es el *filum terminale*. Este nivel coxígeo está a nivel vertebral L2.

De L2 hacia abajo, hay fibras en el conducto raquídeo que se denominan *cola de caballo*.

Nota: el nivel medula C8 queda a nivel vertebral C7 (existe un desfase); D12 medular a D9 vertebral, L5 medular a D12 vertebral, nivel coxígeo medular a L2 vertebral. Así, los primeros nervios raquídeos, tienen una morfología distinta según los niveles. Así, a nivel cervical, las raíces son horizontales, pero se van inclinando a nivel dorsal y lumbar.

MENINGES

Son unas envolturas de la médula. Distinguimos dos tipos:

- Meninges duras: paquimeninges (duramadre).
- Meninges blandas: leptomeninges (aracnoides y piamadre).

La duramadre es la más externa. Envuelve toda la médula. Se fija al occipital la primera vértebra cervical, por arriba; por abajo llega hasta el nivel vertebral S2–S3, formando un fondo de saco denominado *dural* (aquí hay parte de la cola de caballo). Desde este nivel hay un tejido fibroso que rodea al filum terminale y se denomina *ligamento coxígeo* (fija el fondo de saco dural al coxis).

La duramadre, lateralmente llega hasta el agujero de conjunción (se fija incluso), se prolonga por fuera de ésta cubriendo la parte inicial del nervio raquídeo, formándole una especie de mango. Entre la duramadre y el hueso, queda un espacio amplio denominado *espacio epidural*. Éste está lleno de grasa y plexos venosos.

Por dentro, más internamente está **la aracnoides**. Está constituida por una capa más externa que se adosa a la duramadre y por unas trabéculas que se dirigen hacia la médula: *trabéculas aracnoideas*. Éstas se fijan y se continúan con la capa más interna que es **la piamadre**. Está intimamente adherida a la médula, metiéndose en los surcos. El espacio entre aracnoides y piamadre se llama *espacio subaracnoideo*, donde se encuentra el LCR.

Desde la duramadre hasta la piamadre existe *el ligamento dentado* (forma de sierra, diente, debido a las interrupciones de los agujeros de conjunción). Este ligamento fija lateralmente la médula.

También existe *el espacio subdural* (virtual), entre la duramadre y la aracnoides, y *el espacio subpial*, por debajo de la piamadre y pegado a la médula.

VASCULARIZACIÓN DE LA MÉDULA

Viene dada por **las arterias espinales** (derecha e izquierda), también denominadas **ramo espinal**. La irrigación se empieza con estas arterias. Suele haber de 12 a 14.

Así, una arteria espinal o una arteria del ramo espinal se divide en:

- *Arteria radicular anterior*. Ésta da la arteria espinal anterior que se divide en derecha e izquierda. Estas derecha e izquierda se unen y conectan con niveles superiores e inferiores y forman una arteria continua que forman la propia **arteria espinal**.
- *Arteria radicular posterior*. Ésta se divide en dos denominadas arterias espinales posteriores. Van a ambos lados de la raíz posterior.

Así, las anteriores y posteriores se unen formando un *circuito perimedular*. De este circuito penetran unas arterias que irrigan la parte más periférica de la médula, de la sustancia blanca.

El resto de la médula se irriga así:

–Astas anteriores, laterales, cordón anterior y parte del cordón lateral: por *arteria surco comisural*, que es rama de la arteria espinal.

–Astas posteriores, cordones posteriores y la parte más posterior del cordón lateral: por *arterias espinales posteriores*.

Nota: los ramos espinales salen de las arterias vertebral, occipital, cervical ascendente, cervical profunda..

La arteria de Adamkiewicz o espinal magna irriga toda la parte baja de la médula.

EL TRONCO DE ENCÉFALO

En el adulto está formado por **el bulbo o médula oblongada, protuberancia o puente de Valerio y mesencéfalo**. El bulbo y la protuberancia derivan del romboencéfalo anterior y el cerebelo del romboencéfalo posterior.

El tronco de encéfalo es continuación de la médula. Se localiza en la fosa cerebral. Se apoya en la cara anterior, en la lámina basilar. En su parte posterior, el cuarto ventrículo se encuentra cubierto por el cerebelo. El tronco se une al cerebelo por *los pedúnculos cerebelosos*.

Está constituido por sustancia gris, que son los cuerpos neuronales y por sustancia blanca que son las fibras. La sustancia gris forma núcleos localizados a todos los niveles del tronco. Así, tenemos núcleos motores–somáticos, núcleos motores– vegetativos (parasimpáticos, formando el parasimpático cefálico) y núcleos sensibles (proceden de las placas alares). La sustancia blanca viene de estos mismos núcleos y estará formada también por fibras que ascienden y descienden.

NÚCLEOS NEUROMUSCULARES DEL T. E.

Dan nervios que inervarán la cara y el cuello. Proceden de la placa basal. Hay una primera emigración que formará una columna de núcleos de situación *póstero–medial*; y hay otra emigración que origina una columna *ántero–lateral*.

Columna póstero–medial o motora somática general.

- Núcleo del óculo–motor común: se localiza en la parte alta del mesencéfalo, a nivel de los colículos o tubérculos cuadrigéminos superiores.
- Núcleo del patético troclear: localizado a nivel mesencefálico. Dentro del mesencéfalo se encuentra a nivel de los colículos o tubérculos cuadrigéminos inferiores. Los axones forman el nervio patético y van hacia el lado contrario (se decusan).
- Núcleo del óculo–motor externo: localizado a nivel protuberancial. Forman el VI par craneal (no se cruza).
- Núcleo del hipogloso: localizado a nivel protuberancial bajo y bulbar; formará el XII par craneal.
- Núcleo del espinal: localizado a nivel bulbar, llegando hasta niveles medulares C3–C4. El componente medular inervará el trapecio y esternocleidomastoideo (músculos de la cuerda del cuello) y será exclusivamente motor.

Columna ántero–lateral o motora visceral especial.

- Núcleo del masticador: acompaña a la tercera rama del trigémino (mandibular). Los axones dan lugar al nervio masticador. Localizado a nivel protuberancial alto.
- Núcleo del facial: situado inmediatamente debajo del anterior. Sus axones forman el nervio del facial. La primera rodilla del facial está en el tronco de encéfalo porque sus fibras rodean al núcleo óculo–motor externo (formando la primera rodilla). No se cruzan hacia el lado contrario.
- Núcleo del faríngeo motor: inerva a la musculatura faríngea y a la parte alta del esófago.
- Núcleo del laríngeo motor: dan fibras del componente motor del neumogástrico.

Los dos últimos núcleos forman *el nucleo ambiguo*. La parte alta de éste tiene las fibras de la musculatura faríngea y la parte baja, fibras de la musculatura laríngea. Este núcleo se localiza a nivel protuberancial bajo y

bulbar. Otros autores consideran que el tercio inferior de este núcleo posee fibras del espinal (zona lumbar).

NÚCLEOS PARASIMPÁTICOS CEFÁLICOS

También denominada columna visceral general. Tiene su origen en el surco limitante. Están localizados a nivel del tronco y estarán formados por neuronas motoras involuntarias. Desde aquí, parten los axones que inervarán fibras musculares lisas y glándulas. El axón, previamente hace sinapsis en un ganglio (fibra preganglionar). Luego sale la fibra postganglionar hasta la glándula o a la musculatura lisa (dichos ganglios los encontramos en la cabeza).

- Núcleo ciliar o de Edinger–Wetphal: localizado en el mesencéfalo alto, detrás del óculo–motor común. Sus fibras acompañarán al nervio óculo–motor común, entra por la hendidura esfenoidal para hacer sinapsis en el ganglio ciliar; de aquí salen las fibras postganglionares que inervarán al músculo ciliar y al esfínter de la pupila (una afectación del parasimpático, provocaría déficit del músculo ciliar y de la acomodación del esfínter, produciéndose midriasis)
- Núcleo parasimpático lácrimo–muco–nasal: localizado a nivel protuberancial, próximo al núcleo del facial. Desde este núcleo salen las fibras acompañando al facial, desprendiéndose de éste en el interior del peñasco; salen de éste por el hiato de Falopio, salen del cráneo por el rasgado anterior y entran por el vidiano llegando a la fosa pterigopalatina, contactando con el ganglio eseno–palatino de donde salen fibras postganglionares que llegan a la fosa nasal y a la glándula lacrimal.
- Núcleo salival superior: localizado en la protuberancia (próximo al núcleo del facial). Los axones acompañan al facial. Llegan al ganglio submandibular y salen las fibras posteriores que inervan la glándula submandibular y sublingual.
- Núcleo salival inferior: localizado a nivel de la protuberancia; próximo al núcleo del faríngeo, al que acompaña. Se desprenden del glosofaríngeo cuando éste sale del cráneo, formando el nervio de Jacobson; se encuentran (las fibras) con el ganglio ótico para inervar la glándula parótida.
- Núcleo parasimpático del vago o motor dorsal del vago: localizado a nivel protuberancial bajo y bulbar; salen sus fibras acompañando al laríngeo motor; desciende e inerva las vísceras abdominales, corazón, pulmón, llegando a nivel del
- colon descendente (cardioneumoenterorrenal). Previamente hacen sinapsis en los plexos de Meissner y Auerbach (localizados en las paredes del intestino)

Nota: no es igual la lesión en la fibra que en el nervio. Ej.: una lesión en el núcleo del patético afecta contralateralmente; una lesión en la fibra afecta ipsilateralmente.

SUSTANCIA RETICULAR

Deriva de la placa basal (carácter motor). Se creía que era un sistema difuso formado por redes neuronales repartidas al azar, que estaban conectadas por múltiples conexiones. Más adelante se demostró que la sustancia reticular se encargaría de funciones más especializadas, y se llegó a la conclusión de que eran funciones vitales relacionadas con la supervivencia del individuo.

Otro nuevo concepto aseguraba que la sustancia reticular era un sistema activador; así, se la denominó como *sistema reticular activador ascendente*.

Más tarde se supo que esta sustancia, dentro, se podría diferenciar anatómicamente, núcleos o centros (ya no era, entonces, un sistema difuso).

Clasificación anatómica de la S.R.

Se distinguen tres columnas: medial, intermedia y lateral.

- Columna medial: localizada a lo largo del tronco de encéfalo. Se distinguen seis núcleos: **núcleos del Rafe**. Hay uno importante a nivel mesencefálico que es el *núcleo dorsal del Rafe*. Los núcleos del Rafe son el origen de un sistema neuroquímico muy importante para las funciones vitales porque sintetizan serotonina (la función de estos núcleos sería la inervación serotoninérgica de las distintas estructuras del SNC).
- Columna intermedia: son neuronas mayores que las anteriores. Presentan proyecciones largas. Se distinguen cinco núcleos. Uno importante es el *núcleo gigante celular*, localizado a nivel protuberancial bajo y bulbar. De éste parten proyecciones descendentes a la médula espinal. Los restantes núcleos van a proyectar a estructuras hipotalámicas, talámicas y corteza.
- Columna lateral: formada por neuronas pequeñas. No se forman núcleos tan definidos. Estos núcleos se localizan en torno a núcleos motores para establecer conexiones entre ellos y por tanto coordinar su función.

La SR recibe conexiones de todas las partes del SN: médula, centros superiores y sentidos. Pero además manda conexiones a la médula espinal, a los núcleos del tronco de encéfalo y a la corteza.

Clasificación neuroquímica o conexión neuroquímica

Por estudios de fluorescencia e inmunohistoquímica, se clasificó a la SR; no coincide con la clasificación anatómica. La clasificación neuroquímica se relaciona con la secreción de neurotransmisores, pero no se anulan dichas clasificaciones, sino que se complementan.

Así, se denominó a estos grupos formados con letras mayúsculas y números. Va de A1 hasta A7 (siete grupos). El grupo A sintetiza noradrenalina. De A8 hasta A15 sintetiza dopamina. Otro tercer grupo estaría formado de B1 a B9, que segrega la serotonina (se localiza a nivel de la columna medial; así, los núcleos del Rafe segregan serotonina). Otro grupo sería el C que sintetiza adrenalina.

El A6 se denomina *loquax ceruleus* (pronunciado cerulios). Se encuentra a nivel de la protuberancia y sintetiza noradrenalina.

El A8 se relaciona como *área tegmental lateral* localizada a nivel del mesencéfalo.

El A9 es la sustancia negra, relacionada con la enfermedad de Parkinson.

El A10 es el *área tegmental central*.

Los A8-9 y 10 envía proyecciones al telencéfalo y forman parte del sistema extrapiramidal.

Clasificación funcional

Distinguimos tres grupos:

- **Sustancia reticular relacionada con los actos motores vitales.**

Tenemos unos centros que controlan la inspiración, la espiración y el ritmo normal de la respiración. Estos centros se localizan entre la protuberancia baja y el bulbo. Además, tenemos el centro de la frecuencia cardíaca y otro que actúa sobre la presión arterial.

Nota: funciones globales de la SR:

Interviene en la regulación sueño-vigilia mediante las conexiones que hace con la corteza (conexiones retículo-corticales).

En la regulación de emociones y actividad visceral (regulación de la temperatura, ingesta de alimentos, sexualidad, vida instintiva y emocional), mediante conexiones con el hipotálamo y con el sistema límbico y con los núcleos viscerales del tronco de encéfalo.

En la modulación de la actividad sensitiva, mediante los núcleos sensibles del tronco de encéfalo y por sus conexiones con el tálamo (estructura diencefálica).

En la regulación de la actividad motora de la médula espinal mediante los fascículos retículo–espinales, que actúan sobre las neuronas motoras de las astas anteriores de la médula.

En la regulación de la actividad motora del tronco de encéfalo, mediante conexiones con núcleos motores del tronco de encéfalo.

La sustancia reticular del tronco de encéfalo se continúa con la sustancia reticular del diencefalo (superiormente) y con la sustancia reticular de la médula (inferiormente).

- **Sustancia reticular relacionada con los actos motores estático–posturales.**

Formada por el núcleo rojo, el núcleo olivar inferior, el núcleo vestibular lateral o de Deiters y los núcleos del puente.

Núcleo rojo: se encuentra en el mesencéfalo (5 mm de longitud). Va desde el colículo o tubérculo cuadrigémino superior hasta el diencefalo (se mete incluso en él). Dentro de este núcleo hay dos partes: porción inferior que es el "paleo rúber" y otra superior que es el "neo rúber". El "paleo rúber" es la zona filogenéticamente más antigua y es más grande. Esta zona en el hombre está menos desarrollada. El "neo rúber" está formado por neuronas de pequeño tamaño.

El núcleo rojo se llama así por su color, debido a que es muy vascularizado y al gran contenido de hierro.

Las conexiones aferentes vienen de la corteza cerebral, que son ipsilaterales las que llegan al "paleo rúber" y contralaterales las que llegan al "neo rúber"; también recibe conexiones del pálido; del subtálamo y del hipotálamo; de la sustancia negra; de los colículos y del cerebelo.

Las conexiones eferentes van a la médula formando el haz rubroespinal (se cruza muy cerca de su origen formando la decusación de Forel o decusación ventral de la calota o tegmento, zona situada delante del cuarto ventrículo a nivel protuberancial y delante del acueducto de Silvio a nivel mesencefálico); también hay proyección a los núcleos del puente; a otra estructura localizada a nivel bulbar que es la oliva bulbar; a los núcleos motores del tronco de encéfalo (núcleos óculo–motores, hipogloso, ambiguo y a la SR).

La función del núcleo rojo es el mantenimiento de la postura y equilibrio. Actúa sobre las neuronas motoras flexoras del asta anterior de la médula inhibiendo las extensoras. En la etapa fetal el núcleo rojo es responsable de la postura flexora. Su actuación está supeditada a lo que indique el cerebelo.

Núcleo olivar inferior: localizado en la parte anterior del bulbo. Forma un relieve denominado oliva bulbar. Hablaremos de un complejo olivar porque distinguimos un núcleo olivar principal (conglomerado de neuronas que forman unas cintas muy plegaditas) y también tenemos unos núcleos accesorios: núcleo paraoliva (una medial y otra dorsal).

Las proyecciones aferentes son de la corteza (toda: parietal, frontal...), del núcleo estriado (núcleo telencefálico), del núcleo rojo y de unos núcleos del mesencéfalo relacionados con las sinergias oculares; también del cerebelo y de la médula.

Las proyecciones eferentes van hacia la médula (haz olivo–espinal), hacia el cerebelo (haz olivo–cerebeloso, de proyecciones cruzadas que van por el pedúnculo cerebeloso inferior). Las que van del núcleo principal al cerebelo van a los hemisferios cerebelosos y las paraolivas al Vermis cerebeloso.

La función del núcleo olivar principal es intervenir en el control de los movimientos finos (ej.: escritura): flexión. El núcleo paraoliva interviene en el control de la estática; controla la musculatura extensora y paraaxial.

Nota: en la etapa infantil (recién nacido), el núcleo olivar principal controla la postura en decúbito lateral; en decúbito supino la controla la paraoliva.

Núcleo vestibular lateral o de Deiters: es el único núcleo vestibular motor. Se localiza entre el bulbo y la protuberancia (más bien a nivel protuberancial).

Las proyecciones aferentes son del ganglio vestibular, de los otros núcleos vestibulares y del cerebelo.

Las proyecciones eferentes son hacia la médula, formando los haces déitero–espinales y al cerebelo.

La función es coordinar los movimientos para recuperar el equilibrio. Así, tiene control sobre los músculos extensores (en el niño). En el adulto recupera el equilibrio perdido.

Núcleos del puente: son pequeños grupos neuronales dispersos en el puente o protuberancia.

Las proyecciones aferentes van mediante fibras frontopónticas, occipitopónticas, parietopónticas y temporopónticas (de la corteza).

Las proyecciones eferentes van al cerebelo (fibras pontocerebelosas).

La función es grabar los actos que tienen éxito, para que luego se conviertan en actos automáticos (en el niño, permite grabar los movimientos correctos que le permiten caminar).

- **Sustancia reticular relacionada con el aprestamiento atencional.**

El aprestamiento es la respuesta motora ante estímulos acústicos o visuales. Los centros relacionados con él son *los centros de las sinergias oculares, los colículos o tubérculos cuadrigéminos*. También hablaremos de *la sustancia negra*.

Centros de las sinergias oculares. Tienen carácter motor y derivan de la placa basal. Se localizan próximos a los núcleos óculo–motores, del patético y del óculo–motor externo (forman un conglomerado, acúmulos de neuronas).

Encontramos unos centros del paralelismo ascendente: justo encima del III par craneal; centros del paralelismo descendente: parte inferior del núcleo del III par craneal; centro de la convergencia y acomodación: localizado en el medio, entre los dos núcleos óculo– motor común (es impar); centro de la depresión ocular: situado sobre los núcleos del III par craneal; centro del paralelismo lateral, próximo al núcleo de VI par craneal; y centro de la fijación, entre los núcleos del III y IV par craneal (impar).

Tubérculos cuadrigéminos. Situados en la parte posterior del mesencéfalo (dos superiores y dos inferiores). Tienen componente sensible (placa alar) y motor (placa basa).

Los superiores forman parte del sistema visual. También intervienen en el control de los movimientos oculares. Están formados por neuronas y fibras distribuidas en láminas o estratos. Hay siete láminas: cuatro

grises (neuronas) y tres blancas. Las láminas superficiales reciben información visual que llega de la retina o de la corteza visual primaria. Las láminas profundas reciben información táctil y auditiva. Los colículos superiores mandan información a los núcleos óculo-motores del tronco de encéfalo, al cerebelo y a otros centros reticulares del tronco de encéfalo.

Los inferiores están relacionados con la audición y forman parte del sistema auditivo. Se distingue un núcleo central al que le llega información directa a través del nervio estato-acústico. A la parte periférica del colículo le llega información táctil y acústica. Recibe aferencias del oído interno y de otros núcleos del tronco. Manda información al tálamo. También tiene conexiones con la médula mediante el haz tegto-espinal formando la decusación dorsal de la calota o de Meynert.

Sustancia negra. Localizada a nivel mesencefálica (metiéndose incluso a nivel diencefálico). Se encuentra por delante del núcleo rojo (está entre núcleo rojo y pedúnculos cerebelosos).

Segrega dopamina; forma parte del sistema extrapiramidal. Contacta con el estriado (también del sistema extrapiramidal), formando *la conexión nigro-estriatal*.

También conecta con el sistema límbico, que es el sistema emocional por excelencia. Se forma así *el sistema mesolímbico* (la alteración de éste se relaciona con la depresión).

VÍA PIRAMIDAL

Se trata de la vía motora por excelencia. Tiene como función la de controlar los movimientos; también los centros relacionados con el movimiento; también controla los centros extrapiramidales relacionados con los movimientos involuntarios.

Tiene origen en la corteza motora, situada en el lóbulo frontal, como en otras áreas corticales (origen telencefálico). Desde ahí, las fibras descienden para formar parte de la cápsula interna y llegan a nivel del tronco de encéfalo.

Cuando las fibras llegan al tronco, las primeras fibras llegan a nivel mesencefálico y se sitúan a nivel de los pedúnculos cerebrales que están situados delante de la sustancia negra a nivel mesencefálico.

Sigue descendiendo y llega a la protuberancia; aquí, el manojito de fibras se abre y pasan a entre los núcleos del puente. Después, se encuentran en el bulbo, uniéndose el manojito que se abrió y se sitúan formando **la pirámide bulbar**.

El 80-90% de las fibras se decusan entre el bulbo y la médula (en la transición), originando *la decusación de la pirámide* (debajo de la pirámide bulbar).

Un 10% es ipsilateral y se decusa en su nivel medular correspondiente en un 8-9%, quedando sólo entre un 1 y 2% ipsilaterales.

Las fibras ipsilaterales inervan la musculatura de la raíz del tronco y las contralaterales inervan la musculatura flexora.

Las fibras a nivel mesencefálico se localizan formando tres compartimentos:

Fibras de la corteza frontal no motoras que van a los núcleos del puente formando *el haz fronto-póntico*; se sitúa en la parte más medial de los pedúnculos cerebrales.

En el compartimento intermedio o medio, están las fibras que van de la corteza a la médula espinal y a los

núcleos motores del tronco. Las de la corteza a los núcleos motores del tronco se quedan pegadas al haz fronto-póntico y forman *el haz córtico-nuclear o geniculado*. Las que van de la corteza a las astas anteriores de la médula se sitúan externamente a las anteriores y forman *el haz córtico-espinal*. Dentro del haz córtico-espinal hay una localización topográfica; así, las fibras de la región cervical son más internas, luego las dorsales o torácicas, lumbares y sacras.

Compartimento lateral: fibras de origen temporal, parietal y occipital (de los lóbulos) que se dirigen hacia abajo y terminan en los núcleos del puente formando el haz occipitoparietotémporo-ponto.

Las fibras de origen en la corteza descienden por los pedúnculos cerebelosos y lo hacen como se describió anteriormente.

OJO: ¡¡Sólo el compartimento intermedio forma la vía piramidal propiamente dicha: haz córtico-espinal y haz córtico-nuclear!!

A nivel de la protuberancia está el córtico-espinal y nuclear. A nivel del bulbo sólo estará el haz córtico-espinal.

Las fibras del haz córtico-nuclear se decusan al llegar a los núcleos del tronco (la mayoría), pero también reciben información ipsilateral, menos la parte del núcleo del facial que inerva la musculatura de la parte inferior de la cara, que es contralateral.

Nota: las fibras del occipitoparietotémporo hacen sinapsis con los núcleos del puente, originándose el haz occipitoparietotémporo-ponto. Luego van al cerebelo formando el haz ponto-cerebeloso.

NÚCLEOS Y VÍAS SENSIBLES DEL TRONCO

La vía sensible tiene tres neuronas:

- La primera está localizada en el ganglio raquídeo de la raíz posterior, que llega a la médula. También puede estar en el ganglio de los pares craneales. Será una neurona en T que tiene su cuerpo a nivel del ganglio y dos prolongaciones: una periférica que viene de la piel y otra central que hace sinapsis con la segunda neurona.
- La segunda neurona está en el asta posterior de la médula o en el tronco de encéfalo, dependiendo del tipo de sensibilidad. Los axones que salen de esta segunda neuronan en busca de la tercera neurona.
- La tercera está a nivel del tálamo (diencefalo); desde ésta, la información sensible llega a la corteza.

Sensibilidades del asta posterior

Sensibilidad nociceptiva. Las prolongaciones periféricas llegan a la primera neurona, que se encuentra en el ganglio raquídeo. De aquí, la prolongación central va a la segunda neurona que está en la sustancia gelatinosa de Rolando o núcleo en casquete, localizado en la médula, y de éste los axones cruzan al lado contrario por delante del epéndimo formando *el haz espinotalámico lateral* que asciende por el tronco y llega a la tercera neurona (tálamo).

Las fibras nociceptivas de la información del dolor difuso hacen sinapsis en la sustancia reticular, antes de dirigirse al tálamo, pero las fibras nociceptivas de información del dolor fuerte localizado no hacen sinapsis en la sustancia reticular.

Sensibilidad del tacto superficial. La prolongación periférica llega a la primera neurona del ganglio

raquídeo. De aquí salen las prolongaciones centrales que van a la segunda neurona, en el asta posterior, en el núcleo Cabeza de Baldeller; y de aquí salen las prolongaciones ascendentes por el tronco de encéfalo formando el *haz espino-talámico anterior* bilateral (cruzado y directo) que hace sinapsis en el tálamo.

Sensibilidad del tono muscular. Las prolongaciones periféricas llegan a la primera neurona del ganglio raquídeo. De aquí sale la prolongación central que va al *núcleo comisural de Cajal* y al *núcleo torácico de Clar* (están en la médula). El primero lleva información del tono de la musculatura extensora, y el segundo para la musculatura flexora. Desde éstas parte el haz espino-cerebeloso dorsal (núcleo comisural de Cajal) y haz espino-cerebeloso ventral (del de Clar), que van del tronco al cerebelo.

Sensibilidad del tacto profundo discriminativo y propioceptivo. Las prolongaciones periféricas llegan a la primera neurona del ganglio raquídeo. De aquí salen las prolongaciones centrales que van a los cordones posteriores de la médula (son puramente sensibles), formando los haces de Goll y Burdach, pero no encuentran su segunda neurona y van en busca de ésta al tronco a los núcleos de Goll, Burdach y el accesorio o de Van Monakoff, localizados a nivel bulbar.

Al núcleo de Goll llega la sensibilidad de tacto discriminativo y propioceptivo del tronco y de las extremidades inferiores.

Al núcleo de Burdach llega la sensibilidad de extremidades superiores y cuello.

El accesorio se relaciona con el tono muscular del cuello, por lo que las fibras se unen a los haces espino-cerebelosos dorsal y ventral cuando salen de este núcleo y van al cerebelo con ellos.

Las prolongaciones de la segunda neurona cruzan el otro lado y ascienden, formando el *haz bulbo talámico* que va al tálamo. Cuando las fibras se cruzan forman la *decusación sensitiva de los Lemniscos*.

Sensibilidad nociceptiva de tacto, superficial, discriminativo, grosero o epicrítico de la cara y cabeza. Las prolongaciones periféricas llegan a la primera neurona localizada en el ganglio de Gasser (del trigémino). De aquí parten las prolongaciones centrales que van a la segunda neurona localizada en el núcleo del trigémino, a nivel del tronco, extendiéndose por toda la protuberancia, bulbo y llegando incluso a niveles medulares (es muy grande).

En la parte inferior del núcleo están las neuronas que llevan información de la sensibilidad nociceptiva, en lo que se conoce como *núcleo descendente del trigémino*.

En la parte media están las neuronas que informan del tacto superficial grosero, en lo que se conoce también como *núcleo descendente del trigémino*.

En la parte alta están las neuronas que informan de la sensibilidad del tacto profundo, en lo que se conoce como *núcleo principal del trigémino*.

Se habla de un cuarto núcleo denominado *núcleo mesencefálico del trigémino*, donde estarían las neuronas que informan (primeras neuronas) de la sensibilidad del tono muscular de la musculatura de la cara, y de éstas la información va al cerebelo.

Desde las segundas neuronas de los núcleos del trigémino parten los axones que cruzan al otro lado y se incorporan:

- Las nociceptivas al haz espinotalámico lateral.
- Las del tacto profundo al haz bulbotalámico.
- Las de tacto superficial al haz espinotalámico anterior.

Al cruzarse, las fibras forman la decusación sensible del trigémino. Al conjunto de los haces espinotalámicos lateral, anterior y bulbotalámico, que van al tálamo, se lo llama *lemnisco medial*. Y al conjunto de lemnisco medial y lemnisco lateral se lo llama *cinta de Reil* (conjunto de fibras sensibles que ascienden por el tronco para llegar al tálamo).

SENSIBILIDAD A NIVEL DEL TRONCO

Sensibilidad gustativa.

Se inicia en los receptores de la lengua, por el supra e infratimpánico. Estos son prolongaciones periféricas de la protoneurona de la vía gustativa. Esta primera neurona se encuentra en el ganglio geniculado del facial. De aquí parten las prolongaciones centrales, que forman el nervio intermediario de Wrisberg. Este nervio busca la segunda neurona, localizada en el núcleo del Tracto del Solitario, en su parte superior (a nivel bulbar).

También hay fibras gustativas que van con el glosofaríngeo y neumogástrico que van al núcleo del Tracto Solitario,

Sensibilidad nausígena.

La primera neurona se encuentra en el ganglio del glosofaríngeo, en el ganglio inferior del glosofaríngeo. De aquí parten las prolongaciones centrales que buscan la segunda neurona, localizada en la parte media del núcleo del Tracto del Solitario.

Sensibilidad tusígena.

La primera neurona se encuentra en el ganglio inferior del neumogástrico. De aquí parten prolongaciones centrales que buscan la segunda neurona, localizada en la porción inferior del núcleo del Tracto del Solitario

Las segundas neuronas emiten fibras que se decusan y forman un haz situado medialmente (interno) al haz bulbotalámico. El haz que asciende se denomina *haz gustativo ascendente* (que sale de las segundas neuronas de las tres sensibilidades estudiadas). Este haz es ascendente y busca la tercera neurona, localizada en el tálamo.

SENSIBILIDAD VISCERAL. SENSIBILIDAD DE LA PRESIÓN ARTERIAL.

Tenemos prolongaciones periféricas que vienen del seno carotídeo (informan de la presión) y se incorporan al nervio glosofaríngeo. Tienen su primera neurona en el ganglio inferior del glosofaríngeo (informan de la presión del seno carotídeo). Parten las prolongaciones centrales que buscan la segunda neurona localizada en un núcleo próximo al dorsal del vago: *núcleo del ala gris*. También existe sensibilidad de presión que viaja con el neumogástrico (procede del cayado de la aorta): primera neurona en el ganglio inferior del neumogástrico, parten las prolongaciones centrales que van a la segunda neurona en el núcleo del ala gris.

Nota: la información de presión no llega a la corteza (es inconsciente).

Las prolongaciones de la segunda neurona contactan con la sustancia reticular y con el núcleo dorsal del vago. El núcleo del ala gris forma parte del *complejo vagal*.

SENSIBILIDAD VESTIBULAR

La información de las máculas envían prolongaciones centrales que llegan al ganglio de Scarpa. De aquí parten las prolongaciones centrales.

La primera neurona se encuentra en el ganglio de Scarpa (en el peñasco). De aquí parten las prolongaciones centrales que van a la segunda neurona (se encuentra entre protuberancia y bulbo) buscando los núcleos vestibulares: núcleo vestibular lateral o de Deiters, núcleo vestibular superior, inferior y medial. La segunda neurona estará en los tres últimos porque el lateral es motor.

De la segunda neurona parten las prolongaciones que pueden ir directamente al cerebelo. También sucede que la información, sin pasar por los núcleos vestibulares llegue al cerebelo. También parten prolongaciones hacia la médula de los núcleos vestibulares. También debe conectar con los núcleos óculo-motores previo paso con la segunda neurona. También van al núcleo del espinal previo paso por la segunda neurona.

Estas conexiones entre núcleo vestibular, los núcleos óculo-motores, médula y espinal, originan un conjunto de axones llamado *fascículo longitudinal posterior*.

También hay un recorrido desde la primera neurona a los núcleos vestibulares, de aquí al tálamo y de éste a la corteza (no se sabe por dónde va).

SENSIBILIDAD ACÚSTICA

La primera neurona se encuentra en el ganglio de Corti. De aquí salen las prolongaciones centrales que van a la segunda neurona localizada en *los núcleos coclear dorsal o tubérculo acústico y coclear ventral*. De aquí parten las fibras que van al tálamo. En medio, hay unas estaciones intermedias formando una vía polisináptica.

Las fibras salen del núcleo coclear dorsal y ventral y la mayoría se dirige al otro lado, encontrándose en la línea media con unos acúmulos neuronales denominados *núcleos del cuerpo trapezoide*; unas fibras hacen sinapsis y otras no. En el lado contrario se encuentran con *el núcleo olivar superior u oliva acústica*, donde unas hacen sinapsis y otras no. Luego ascienden hacia el mesencéfalo y antes de llegar al colículo inferior se encuentra con *el núcleo del lemnisco lateral*, donde unas hacen sinapsis y otras no. Siguen ascendiendo y llegan al tubérculo cuadrigémino inferior de ese lado, donde la mayoría de las fibras hacen sinapsis. Los tubérculos cuadrigéminos contactan entre sí, por lo que también pueden hacer sinapsis en el contralateral. Desde aquí, las fibras van al tálamo y luego a la corteza auditiva.

Hay una parte de las fibras de las segundas neuronas que no cruzan al otro lado y ascienden al tubérculo cuadrigémino inferior del mismo lado.

Las fibras que desde la oliva superior (tanto las cruzadas como las directas) van al tubérculo cuadrigémino inferior, forman, incluso las que van al tálamo, el haz lemnisco lateral. Al conjunto de fibras que forman este haz se llama haz acústico central. La mayoría de sus fibras son cruzadas, pero tienen algunas directas (ipsilaterales).

El haz espinotalámico lateral, anterior, bulbotalámico y gustativo, que son cruzados, forman el haz lemnisco medial.

El lemnisco lateral y el lemnisco medial forman *la cinta de Reil*.

CONFIGURACIÓN EXTERNA DEL TRONCO DE ENCÉFALO

Visión anterior.

Vemos los pedúnculos cerebrales formados por fibras que vienen de niveles superiores y van a la médula, y otras que se quedan en el tronco.

Hay una zona denominada *espacio perforado posterior* (porque hay otro perforado anterior que está en la parte anterior del telencéfalo). En este espacio hay agujeritos para irrigar al mesencéfalo.

A nivel protuberancial encontramos el *surco mesencefálico-protuberancial o protuberancial superior* (separa al mesencéfalo de la protuberancia). Es un abultamiento. También encontramos unas estrías transversales, formadas por fibras que forman el *haz ponto-cerebeloso*. En la parte media encontramos el *bulbo basilar* (porque se coloca la arteria denominada tronco basilar, que es la unión de las dos arterias vertebrales). Hay otro surco denominado *protuberancial inferior o bulbo protuberancial* (encima del bulbo).

A nivel del bulbo encontramos unos relieves a los lados de la línea media que son las *pirámides bulbares*, formadas por la vía piramidal. Entre las pirámides encontramos el *surco medio-anterior*. A ambos lados de las pirámides y superiores, encontramos dos relieves que son las *olivas bulbares* (formadas por los núcleos olivares inferiores).

Entre la pirámide y la oliva encontramos el *surco ántero-lateral*.

Hay una zona donde el *surco medio-anterior* se desdibuja, que es el límite donde termina el bulbo y comienza la médula.

También encontramos las salidas de los pares craneales.

Visión posterior.

A nivel mesencefálico encontramos unos abultamientos formados por los colículos (4). De los colículos salen unos brazos o pies denominados *brazos o pies conjuntivales* (fibras que salen de los colículos y van al diencefalo). Por la parte baja del mesencéfalo sale el único par que sale por la parte posterior (patético).

A nivel protuberancial observamos el cuarto ventrículo. A ambos lados se colocan los pedúnculos cerebelosos (une el tronco de encéfalo con el cerebelo). El cuarto ventrículo tiene un suelo formado por la parte posterior de la protuberancia. En ese suelo hay un surco que divide las dos placas basales. Hay un surco lateral que es el *surco limitante*. Hay otros dos relieves formados por los núcleos más posteriores. El techo del cuarto ventrículo está formado por el cerebelo, que forma la mayor parte del techo. Pero queda una parte que está obturada por una lámina denominada *lámina tectoria*. Queda un espacio obturado por el *vélum medular superior de Vieussen*.

Nota: el cuarto ventrículo tiene LCR en su interior.

Las partes laterales del cuarto ventrículo tienen unos recesos laterales del cuarto ventrículo (unos sacos, bolsitas). Aquí hay unos *plexos coroideos* donde se sintetiza LCR. En sus extremos tiene unos agujeritos, denominados *agujeros de Loschka* (gracias a ellos el LCR pasa al espacio subaracnoideo, procedente del cuarto ventrículo). en la parte baja y central encontramos el *agujero de Magendi* (por el que también pasa LCR al espacio subaracnoideo).

Los pedúnculos cerebelosos poseen: el medio, fibras ponto-cerebelosas; el inferior forma el haz espino-cerebeloso dorsal; y el superior forma el haz espino-cerebeloso ventral.

A nivel del bulbo encontramos el surco medio posterior, el surco intermedio posterior y el surco lateral posterior.

También encontramos los relieves de los núcleos de Goll y Burdach.

VASCULARIZACIÓN DEL TRONCO DE ENCÉFALO

Depende de *las arterias vertebrales* que llegan al bulbo. Se unen y forman el **tronco basilar** que atraviesa toda la protuberancia y da, como terminales, *las arterias cerebrales posteriores* (se forman en la unión del mesencéfalo con la protuberancia) e irrigarán el telencéfalo por la parte posterior.

De las arterias vertebrales van a salir la *arteria espinal anterior*, que irriga la parte baja y anterior del bulbo y principio de la médula y la *arteria espinal posterior*, que irriga parte baja y posterior del bulbo.

Otras ramas de la arteria vertebral serían *las ramas bulbares paramedianas*, que irrigan la parte anterior y alta del bulbo; y *la pica o arteria cerebelosa posterior* (son dos), que va hacia la mitad del bulbo se dirige hacia detrás y arriba para ir al cerebelo (irrigándolo). También da ramas para la parte posterior del bulbo.

Ramas del tronco basilar (para la protuberancia):

- Pasa por encima de los pares craneales VI y VII. Se dirige al cerebelo y se denomina *aíca o arteria cerebelosa anterior*.
- *Arterias circunflejas*, que se dividen en cortas (para la mitad de la protuberancia) y largas (que atraviesan toda la protuberancia, van hacia la parte posterior).
- *Arteria meníngea posterior* (irriga las meninges).
- *Arteria laberíntica* (va por el conducto auditivo interno e irriga el oído interno).
- *Arterias cerebelosas superiores*: salen a la altura del surco protuberancial superior e irrigan al cerebelo, emitiendo ramas.
- *Arterias cerebrales posteriores* (irrigan el mesencéfalo). Son terminales del tronco basilar.

Del tronco basilar (extremo), salen *ramas perforantes* que se meten en el espacio perforado posterior y también irrigan al mesencéfalo.

Nota: las comunicantes posteriores irrigan al mesencéfalo, y comunican la cerebral posterior con la cerebral media.

PARES CRANEALES. ORIGEN REAL Y ORIGEN APARENTE

Estudiamos todos menos los dos primeros, ya que sus núcleos no se encuentran en el telencéfalo.

Origen real es el núcleo o núcleos de donde parten las fibras (motoras) o de donde llegan (si son sensibles) y forman el nervio.

Origen aparente es el lugar por donde vemos salir las fibras.

III par craneal.

El origen aparente está en el espacio perforado. También en la parte medial del surco protuberancial superior.

El origen real tiene fibras motoras de dos tipos. El origen será el núcleo del tercer par craneal, a nivel mesencefálico. También tendrá, como origen, el núcleo ciliar (neuronas parasimpáticas).

Una lesión del núcleo óculo–motor común provocaría oftalmoplejía unilateral. También veremos ptosis palpebral. Observaremos (si se lesiona el núcleo y fibras), pérdida de la acomodación del cristalino (lesión ipsilateral).

IV par craneal.

Origen aparente: sale por detrás. Su origen es debajo de los colículos inferiores. Este núcleo tiene sus fibras cruzadas.

Origen real: en el núcleo del patético o troclear, a nivel mesencefálico bajo.

Una lesión, que es poco frecuente, provocaría, si es en el núcleo, rotación externa del globo ocular, para compensar la persona haría inclinación de la cabeza ipsilateral (la lesión es contralateral); si es en el nervio, ídem patología al anterior pero ipsilateral.

V par craneal.

Origen aparente: parte media de la protuberancia.

Origen real: núcleo del masticador o núcleo motor del trigémino, a nivel medio protuberancial. El origen real del componente sensible sería el núcleo sensible del trigémino y el núcleo mesencefálico del trigémino (fibras sensibles).

Una lesión provocaría, en el nervio motor o masticador, una parálisis o atrofia de la musculatura masticadora (ipsilateral), y una desviación hacia el lado de la lesión de la mandíbula por la acción no opuesta del pterigoideo lateral contralateral intacto.

VI par craneal.

Origen aparente: a nivel del surco protuberancial inferior (cerca de la línea media), sobre las pirámides.

Origen real: núcleo del óculo-motor externo, a nivel protuberancial.

Una lesión provocaría una desviación interna ipsilateral, acarreado un extravismo medial; así, habrá parálisis para la abducción.

VII par craneal.

Origen aparente: surco protuberancial inferior, encima de la oliva bulbar y por fuera del óculo-motor externo.

Origen real: tiene tres orígenes. Un núcleo motor, que es el núcleo motor del facial, a nivel bajo protuberancial (estas fibras van hacia atrás, forman la primera rodilla y salen); fibras parasimpáticas que salen del núcleo salival superior (inervan a la glándula submandibular y sublingual); y fibras gustativas, que no llegan al tronco, son sensibles, y su origen es el ganglio geniculado, de donde parten las prolongaciones centrales que van a la parte superior del núcleo del tracto solitario (en el tronco de encéfalo).

Una lesión en el núcleo origina parálisis de la musculatura del facial ipsilateral.

Nota: la parálisis de Bell es una compresión o inflamación del nervio en el trayecto del peñasco. En la sintomatología motora se observa una debilidad, incapacidad para cerrar el párpado. Como tiene fibras parasimpáticas tendremos afectación del lacrimo (éste disminuirá). También tendremos alteración en el gusto. Igualmente se afectaría el músculo del estribo (inervado por el facial), lo que provoca hiperacusia

VII par craneal.

Origen aparente: extremo lateral del surco protuberancial inferior, más externo con respecto al séptimo.

Origen real: es un nervio sólo sensible. La parte acústica la encontramos en el ganglio de Corti; de aquí la

información viaja a los núcleos cocleares dorsal y ventral. Una lesión en los núcleos cocleares o en el ganglio provocaría sordera ipsilateral. Si la lesión es superior provocaría hipoacusia porque hay inervación ipsilateral y contralateral (la mayoría).

En cuanto al origen real de la parte vestibular, lo encontramos en el ganglio de Scarpa, que manda información a los núcleos vestibulares (medial, inferior y superior). Una lesión provocaría vértigo y nistagmus.

IX par craneal.

Origen aparente: parte alta del surco protuberancial, detrás de la oliva bulbar.

Origen real: nos encontramos con una parte motora y una sensible.

En la motora distinguimos una zona voluntaria, que es la parte alta del núcleo ambiguo, una zona involuntaria que es el núcleo salival inferior (fibras parasimpáticas).

En la parte sensible, distinguimos: una zona de la presión arterial (ganglio inferior (llega del seno carotídeo). Del ganglio va al núcleo del ala gris); sensibilidad nausígena (del ganglio inferior a la parte media del núcleo del tracto solitario); gustativa (del ganglio inferior al tercio superior del núcleo del tracto solitario); sensibilidad del pabellón auricular (del ganglio inferior al núcleo del trigémino).

La lesión glossofaríngeo provoca disfagia (dificultada para tragar), parálisis del paladar blando y desviación de la úvula hacia el lado contralateral.

X par craneal.

Origen aparente: detrás de la oliva bulbar y debajo del glossofaríngeo.

Origen real: distinguimos dos zonas:

- una motora, en la que encontramos una parte voluntaria (laríngeo motor o mitad inferior o tercio medio del ambiguo) y una parte parasimpática o involuntaria (núcleo dorsal del vago).
- sensibilidad: tusígena (ganglio inferior y van a parte inferior del núcleo del tracto solitario), presión arterial (ganglio inferior y al núcleo del ala gris), gustativas (ganglio inferior y van a la parte superior del tracto solitario).

La lesión del vago provoca afectación de las cuerdas vocales (ronquera, afonía).

XI par craneal.

Origen aparente: surco lateral.

Origen real: es motor, el núcleo del espinal.

Una lesión acarrea debilidad para encoger el hombro y girar la cabeza al lado contrario.

XII par craneal.

Origen aparente: delante de la oliva bulbar y en el surco intermedio.

Origen real: es motor, núcleo del hipogloso.

Una lesión conlleva la atrofia de la musculatura de la lengua ipsilateral y desviación hacia el mismo lado cuando sacamos la lengua.

EL CEREBELO

La función del cerebelo es la de regir el tono muscular (interviene en el equilibrio y en la postura) y coordina los movimientos voluntarios.

Pesa aproximadamente 140 gramos. Está localizado en la fosa cerebelosa, detrás del tronco de encéfalo, al que se une por los pedúnculos cerebelosos y que queda separado de la corteza cerebral (cerebro) por *la tienda del cerebelo*.

La distribución de la sustancia blanca y gris es contraria a la de la médula y tronco. Así, aquí existe sustancia gris por fuera y blanca por dentro, habiendo un matiz: la existencia de núcleos profundos (grises) denominados *núcleos centrales del cerebelo*.

Archis cerebelo: especies inferiores (orienta e interviene en el equilibrio).

Paleo cerebelo: aves y reptiles (interviene en el equilibrio y mantenimiento de la postura).

Neo cerebelo: mamíferos superiores (coordina movimientos voluntarios).

En el ser humano hay representante de los tres cerebelos descritos.

El archis cerebelo (*cerebelo vestibular*) se relaciona con el aparato vestibular. El paleo cerebelo (*cerebelo espinal*) se relaciona con la médula espinal y recibe información del tono muscular. El neo cerebelo (*cerebelo cerebral*) recibe información de los núcleos del puente, que a su vez reciben conexión de la corteza. También llegan haces de la vía piramidal.

A partir de la 5ª semana se empieza a desarrollar el cerebelo, hasta la 15ª. Se origina de los labios rómbicos. Del epitelio estrato-ependimario se forman los neuroblastos (neuronas con capacidad mitótica). Estas células originan la *capa del manto* cuyas prolongaciones van a la periferia, constituyendo *la capa marginal*. Pero hay otras células que pasan de la capa marginal y se colocan en la periferia del todo, originando la capa granular, que originan neuronas, entre ellas las estrellas del cerebelo, formando *las células de Purkinje*. Éstas mandan sus prolongaciones en busca de las células del manto.

Sobre la lámina tectoria se desarrolla el cerebelo primordial o placa cerebelosa, formado, en un principio, por los núcleos sensibles de las placas alares que forman los labios rómbicos (estos crecerán y cerrarán el IV ventrículo por detrás originando el cerebelo primordial). El cerebelo primordial sigue creciendo para tomar su forma final, quedándose una zona central (forma de gusano) denominada *vermis cerebeloso*. Lateralmente a dicho vermis se forman unos surcos que forman *los hemisferios cerebelosos*.

En un corte del cerebelo encontramos las laminillas cerebelosas, que reciben el nombre de *"arbol vitae"*, formado por fibras.

Morfología externa: existen unos surcos profundos (unos más que otros) llamados cisuras. Encontramos *la cisura póstero-lateral* y *la cisura prima*.

También podemos observar el flóculo nodular.

El lóbulo anterior se relaciona con el paleo cerebelo.

El flóculo nodular se relaciona con el archis cerebelo.

El lóbulo posterior se relaciona con el neo cerebelo.

Se observa una cisura, denominada *cisura horizontal* que divide en cara superior y cara inferior al cerebelo.

Funcionamiento del cerebelo: se hace gracias a la información que recibe por los pedúnculos. Llega a la corteza cerebelosa donde sinapta con las neuronas de Purkinje, que conectan con la capa del manto, ésta con los núcleos centrales donde se elabora la respuesta y sale la información por los pedúnculos cerebelosos. Luego aprovecha vías ya creadas para llegar a donde quiera.

Las células de Purkinje (mandan estímulos inhibitorios a los núcleos centrales mediante los neurotransmisores GABA) y las fibras de la oliva inferior (estímulos positivos), modulan la información que sale de los núcleos centrales.

Nota: gracias al cerebelo, a la corteza motora y a los núcleos del puente, se forman los movimientos automáticos.

ARCHIS CEREBELO

Está constituido por la zona cortical correspondida con el lóbulo flóculo-nodular. Éste procede de una estructura impar central que es *el nódulo*, y de otras laterales que son *los flóculos*. El flóculo y el nódulo están unidos por *el pedúnculo del flóculo*.

Los núcleos centrales del archis cerebelo son *los núcleos del techo o núcleo de fastigii*.

La función del archis cerebelo es perfeccionar el reflejo estático-postural. Así, perfecciona el reflejo automático estático-postural. ¿Cómo lo hace? De la siguiente manera: de los núcleos de Deiters o vestibular lateral van fibras que se dirigen al nódulo (por los pedúnculos inferiores). De los nódulos se dirigen a los núcleos del techo, y de aquí a los pedúnculos cerebelosos. Luego van a los núcleos neuromusculares o primero a los núcleos de Deiters para modular o perfeccionar dicho reflejo estático-postural, enviando fibras a la médula.

También interviene en la caída vertical. Se da el proceso anterior, pero en lugar de dirigirse al nódulo, van al flóculo, y cuando sale por los pedúnculos, se dirigen al núcleo rojo contralateral. Así, hace que tomemos la posición fetal.

Nota: hay unas aferencias que son las fibras vestibulo-cerebelosas y unas eferencias que son las fibras fastigii-bulbares.

PALEO CEREBELO

Es filogenéticamente más moderno que el archis cerebelo. Con el archis cerebelo el movimiento estático no es perfecto, sino que lo mejora. El paleo cerebelo lo mejora. Se relaciona con el lóbulo anterior.

Así, la función es regir de forma perfecta el equilibrio durante la estática. También organiza la postura en la estática. Así, necesita actuar en la musculatura antigravitatoria.

El paleo cerebelo tiene una parte de núcleos centrales y otra de corteza.

Los núcleos centrales están formados por neuronas que a su vez forman como "boliches": 3 masas nucleares, que son *los núcleos globosos*. Estos núcleos emiten las eferencias del paleo cerebelo y existe una distribución

topográfica. Así, se acepta que la masa anterior emite impulsos homolaterales que afianzan la punta del pie y los dedos en el suelo. La masa media promueve el borde lateral del pie. La masa posterior afianza el talón. Cuando perdemos el equilibrio intervienen estos núcleos.

Las eferencias del paleo cerebelo son axones de estos núcleos globosos que se dirigen a estos músculos antigravitatorios, utilizando una vía ya existente.

Las eferencias salen por los pedúnculos cerebelosos superiores, y van al núcleo rojo y a la sustancia reticular contralateral; por los haces rubro-espinal y retículo-espinal van a la médula. Otras eferencias van al diencefalo.

La intensidad de contracción muscular de estos músculos está regida por la corteza cerebelosa (por el paleo cerebelo).

Debe existir una postura previa que la corteza cerebelosa graba en el paleo cerebelo.

La sensibilidad propioceptiva la lleva el haz espino-cerebeloso dorsal y ventral, e informan de la contracción previa de dichos músculos para que los núcleos globosos manden una información más o menos fuerte.

Los representantes corticales de la corteza del paleo cerebelo son la *línula*, *el lóbulo central* y *el culmen*. La musculatura que controlan es la antigravitatoria.

El haz espino-cerebeloso ventral lleva información de la musculatura extensora. Esta musculatura llega a la zona vermiana (al vermis cerebeloso) y lo hace también con cierta distribución topográfica. Así, la sensibilidad de la musculatura extensora de las EEII va a la línula. La información de la musculatura extensora del tronco va al lóbulo central. La extensora de cuello llega al culmen.

El haz espino-cerebeloso dorsal vehiculiza la información del tono muscular de la musculatura flexora. No existe representante cortical de la musculatura flexora de las EEII porque no es musculatura antigravitatoria. Esto hace que la línula no tenga alas. la información de la musculatura flexora del tronco va al lóbulo central. La flexora de cuello llega al culmen (llegan a las alas, tanto del lóbulo central como del culmen).

Así, estos dos haces recogen la sensibilidad propioceptiva inconsciente, es decir, recoge la postura previa o la información previa del tono muscular.

Los núcleos actúan, mientras que la corteza recibe la información, formándose un intercambio entre corteza y núcleos que es constante.

Existen otros territorios paleo cerebelosos que se encuentran en el lóbulo posterior (también representantes vermianos: úvula y pirámide; y representante hemisférico: amígdala).

Cuando nos caemos hay movimiento de la endolinfa. El paleo cerebelo se comporta como si hubiera conexiones entre el paleo cerebelo y los núcleos vestibulares (que informan de los movimientos de la endolinfa).

NEOCEREBELO

Controla los cerebelos anteriormente descritos.

Tiene como función la de comunicar el equilibrio y la postura dinámica (durante la marcha). Además, controla todos los movimientos voluntarios (relacionados con la corteza).

Las neuronas que producen la flexión en la marcha son más numerosas que las que producen la extensión. Estas neuronas se agrupan, se incurvan y forman una estructura bilateral denominada *núcleos dentados del cerebelo* (u olivas cerebelosas). De aquí, parten los impulsos de los movimientos flexurales.

Este núcleo se divide en tres tercios : tercio inferior (EEII), tercio medio (mitad del tronco y ES) y tercio superior (cuello y movimientos oculares).

Todas las fibras que salen de este núcleo dentado se van a dirigir a la musculatura flexora, utilizando vías existentes. Estas fibras se dirigen al núcleo rojo y a la sustancia reticular contralateral. De aquí, van por los haces retículo–espinales y rubro–espinales (también cruzados). Así, al final la información va al mismo lado. También hay fibras que van al diencefalo (en lugar de ir a la sustancia reticular y núcleo rojo).

La salida es por los pedúnculos cerebelosos superiores.

Hay otros núcleos que controlan la extensión de la marcha. Por dentro de los núcleos dentados encontramos los núcleos emboliformes (más pequeños). Son los que controlan la extensión. Tienen cierta distribución: la mitad superior controla la parte superior del cuerpo, y la mitad inferior controla la parte inferior del cuerpo.

Las eferencias son iguales a las de los núcleos flexores

Nota: en las fases de la marcha, se da una estimulación progresiva de las partes de los núcleos , tanto emboliformes como dentados.

En el lóbulo posterior también tenemos zonas pertenecientes al paleo cerebelo, que son la pirámide, la úvula y las amígdalas (*territorio paleo cerebeloso*).

La fase previa de la marcha es recogida por haces espino–cerebelosos. Estos también llegan al neo cerebelo (porque hablamos de movimiento) y mandan información de la postura previa. El ventral dirige sus fibras hacia el vermis (úvula y pirámide: extensión) y el dorsal las dirige hacia las amígdalas (flexión). Así, estos haces informan cómo se encuentran estos músculos en la fase previa de la marcha.

Nota: nos encontramos con el surco crucial, que divide al digástrico en dos vientres.

Durante la marcha se da *el reflejo de aprestamiento* controlado por los tubérculos cuadrigéminos. Esta información también la recibe el cerebelo, por lo que hay ejercicios tecto–cerebelosos (comunican los colículos o tubérculos cuadrigéminos y el cerebelo). Así, estas fibras van de los tubérculos al lóbulo simple, tubérculo y folium, y ejecutan la acción.

También hay otras fibras que mandan información de la postura previa al neo cerebelo. Así, la información del cuello va de los núcleos cuneiformes accesorios del cordón posterior al lóbulo simple; la información de las EESS va de los núcleos accesorios del cordón posterior a los lóbulos semilunar inferior y superior.

A todo territorio cortical del cerebelo llegan fibras ponto–cerebelosas (las fibras fronto–pónticas y témporo–pónticas van de la corteza a los núcleos del puente; de aquí parten hacia el cerebelo).

También desde la corteza salen fibras que se dirigen hacia el cerebelo, mediante el haz piramidal.

Nota: no se ejecuta nada sin paso previo por la corteza: células de Purkinje, de aquí a la capa del manto y de ésta a los núcleos.

ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DEL CEREBELO

- Encontramos *las células de Purkinje*, que manda axones a la capa del mano.
- Células cuyo axón asciende y se divide en dos (van a la corteza). Se divide en T y manda proyección hacia la corteza.
- Células en cesta: mandan el axón que sinapta con las células de Purkinje.

Estas células dividen en tres capas a la corteza:

- Capa molecular: ramificaciones de las células de Purkinje y células en cesta (es la capa más superficial).
- Capa de las células de Purkinje.
- Capa granular o de los granos cerebelosos.

Llegan una serie de fibras: unas llegan a la capa granular y se dividen sinaptando con las células en granos: "fibras musgosas" (células aferentes). Otras fibras ascienden con las células de Purkinje denominadas "células trepadoras" que son las fibras olivo-cerebelosas.

En la corteza existen conexiones entre las células formando la corriente de entretenimiento, lo que hace que la corteza se encuentre excitada siempre. Dependiendo de esta excitación se produce el estímulo que va a los núcleos centrales.

AFERENCIAS DEL CEREBELO

- Aferencias vestibulo-cerebelosa: de los nervios vestibulares (unos paran en los núcleos vestibulares y otros no) llegan al nódulo y flóculo (archis cerebelo).
- Aferencias espino-cerebelosa ventral y dorsal: ventrales (al vermis: lúgula, culmen, central); dorsales: alas del central y alas del culmen, amígdala, úvula y pirámide. Estos haces llevan información inconsciente (tono y postura).
- Aferencias tecto-cerebelosas: de los tubérculos cuadrigéminos. Intervienen en el reflejo de aprestamiento. Las fibras del cuello y de las EEII vienen del cuneiforme accesorio y los de las EEII van al cuneiforme. Las del cuello van al lóbulo simple. Las de las EESS van al semilunar superior e inferior.
- Aferencias ponto-cerebelosas: van a la mayor parte de la corteza cerebelosa (digástrico, semilunar superior e inferior...).
- Aferencias olivo-cerebelosas: fibras trepadoras. Van a la mayor parte de la corteza cerebral, salvo al flóculo y al nódulo.
- Otras aferencias: del trigémino, sustancia reticular, del núcleo del Rafe, de los núcleos del diencefalo del locus coeruleus.

EFERENCIAS DEL CEREBELO

Salen de los núcleos controles.

DISTRIBUCIÓN DE LAS FIBRAS EN EL PEDÚNCULOS CEREBELOSOS

La fosita que se encuentra entre los pedúnculos se denomina es la *fosita cerebelosa* y es el 4º ventrículo.

Aferencias:

Nos encontramos con el pedúnculo superior, medio e inferior.

Por el pedúnculo cerebeloso superior:

- Espino-cerebeloso ventral

- Tecto–cerebeloso.

Por el pedúnculo cerebeloso medio: fibras ponto–cerebelosas

Por el pedúnculo cerebeloso inferior:

- Olivo–cerebeloso
- Otras aferencias...

Eferencias:

Por el pedúnculo cerebeloso superior:

- Fibras dentoemboliformes
- Fibras del núcleo globoso

Por el pedúnculo inferior: fibras del techo.

IRRIGACIÓN

Las arterias vertebrales se fusionan en la línea media y forman el tronco basilar (en el surco basilar). Llega al surco protuberancial superior y se divide en dos ramas terminales (arterias cerebrales posteriores).

En cuanto a la irrigación, interesa:

- La pica: se dirige a la cara inferior del cerebelo dando una rama para el vermis y otra para los hemisferios.
- Arteria cerebelosa antero–inferior o aíca, que irriga la cara inferior del cerebelo (esta arteria se anastomosa con la anterior).
- Arteria cerebelosa superior: que va a la cara superior del cerebelo

Todas estas arterias emiten ramitas que se dirigen hacia los núcleos centrales.

LESIÓN CEREBELOSA

Encontramos unos síndromes cerebelosos (con sus signos y síntomas).

Observaremos problemas como son la descordinación en la marcha, hipotonía, astenia, dismetría, se amplia la base de sustentación, marcha del borracho (se cae hacia el lado de la lesión), habla escándida, vértigo (lesión del archis cerebelo)...

EL DIENCÉFALO

El diencéfalo deriva de unas vesículas denominadas prosencéfalo (cerebro anterior), que se desarrollan originándolo.

El desarrollo comienza a partir de la 5ª semana. Hay una vesícula inicial que sufre unas evaginaciones hacia los lados formando dos vesículas. Éstas son *las vesículas telencefálicas*.

El diencéfalo tiene una cavidad y una pared. La cavidad se denomina *3er ventrículo*. El techo del diencéfalo es *la lámina terminal*.

El 3er ventrículo se comunica hacia atrás con el acueducto de Silvio; lateralmente se comunica con los ventrículos laterales por *los agujeros de Monroe*. La pared es donde se encuentran las neuronas del diencefalo.

La continuación del surco limitante en la pared del diencefalo se denomina *surco del hipotálamo*.

Nota: el surco limitante separa la placa alar (estructuras sensitivas: se encuentran por encima de dicho surco) de la placa basal (estructuras motoras: por debajo del surco).

Por encima del surco hipotalámico nos encontramos con unos núcleos que forman un gran núcleo denominado **tálamo** (órgano sensible del SN por excelencia). En él se encuentra la 3ª neurona, de donde parten fibras hacia la corteza (corona radiante).

Por encima del tálamo, en el techo del diencefalo (lámina tectoria), se producen unas evaginaciones vasculares (de epitelio endodermico), formándose *los plexos coroideos* (lugar donde se origina el LCR).

En la parte posterior de la lámina tectoria se forma una glándula de carácter epitelial que origina **la epífisis o glándula pineal** (relacionada con fenómenos de luz-oscuridad). Así, estas estructuras nombradas con una disposición superior al tálamo formarán **el epitálamo**.

Debajo del surco hipotalámico encontramos **el subtálamo**. Crece lateralmente y choca con *el cuerpo estriado* (estructura telencefálica), plegándose y constituyendo el *globo pálido o pálido*.

También encontramos **el núcleo subtalámico** que tiene un matiz motor.

El hipotálamo tiene forma de embudo. Se continúa con una dilatación terminal que es la neurohipófisis (lóbulo posterior de la glándula hipófisis, de origen neuroectodérmico). El hipotálamo con la neurohipófisis forman una estructura nerviosa.

La neurohipófisis se relaciona con el estomodeo, de donde deriva la bolsa de Ratke, que origina el lóbulo anterior de la hipófisis, que es la adenohipófisis (de origen endodérmico).

El hipotálamo y la hipófisis (tiene lugar la conexión neuroendocrina) forman un conjunto muy importante.

FUNCIÓN DEL DIENCEFALO

Vía de paso de la sensibilidad

Forma parte del sistema motor más antiguo (extrapiramidal)

Es parte del cerebro emocional.

En conjunto coordina los instintos de conservación del individuo y de las especies.

EPITÁLAMO

Es una estructura sensible. Está compuesta fundamentalmente por tres estructuras: *habénula, pineal y lámina tectoria*.

Habénula

También denominada núcleos habenulares o ganglios de la habénula. Son unas estructuras pares que aparecen en la parte más dorsal y alta de la placa del techo. Deriva de las paredes laterales del techo. La habénula queda

separada del tálamo (está debajo) por un surco que se origina por un repliegue del epitelio endodermico. Este surco es la tenia del tálamo (hay una a cada lado). Por ésta tenia circulan unas fibras que provienen de zonas allocorticales. Las fibras forman la estría medular talámica. Se dirigen a los núcleos de la habénula homo o contralateralmente.

La comisura de la habénula se forma cuando se cruza la estría medular talámica.

La función de la habénula es ser estación de recambio en la vía olfativa, que acaba provocando reacciones vegetativas.

De los núcleos habenulares salen fibras que se dirigen hacia los núcleos vegetativos del tronco de encéfalo (de ahí que el olfato intervenga en la alimentación). Estas fibras que van al tronco de encéfalo forman el haz habénulo-interpeduncular.

La habénula tiene otras aferencias a los tubérculos cuadrigéminos superiores: es el haz habénulotectos.

La habénula recibe aferencias del hipotálamo anterior, de la calota y allocórtix.

Nota: hay una serie de aferencias que van a la pineal y otras al tálamo.

Glándula pineal

Empieza su desarrollo en la 7ª semana. Se origina a partir de la parte más dorsal de la placa del techo. Inicialmente aparecen dos evaginaciones; una anterior que en el ser humano desaparece y en los reptiles se desarrolla, quedándose sólo una de las evaginaciones que da lugar a la **epífisis o pineal** (glándula epitelial), constituida por células pineanocitos.

La base de la epífisis estará formada por las láminas (superior e inferior): es el *receso epineal* (interior de la glándula pineal).

La epífisis es un órgano endocrino. Es un verdadero órgano efector del ortosimpático medular. Es un órgano que está en relación con los ciclos circadianos nictameral (día-noche/luz-oscuridad).

La glándula pineal recibe información de las neuronas postganglionares, de los ganglios ortosimpáticos cervicales superiores (dcho. e izqdo.), donde hace recambiar la vía ortosimpática. Los axones van a la epífisis mezclándose con la visión. Así, cuando hay luz, la glándula comienza a sintetizar serotonina a partir del hipotálamo. También la secreta. Cuando oscurece el día, llega la información a la pineal y los pineanocitos empiezan a hacer melatonina a partir de la serotonina. La melatonina tiene una acción anticonadotropa.

La lámina tectoria

La lámina tectoria es la placa del techo que va a conservar su carácter epitelial y va a recibir una expansión de la pia madre (tela corioidea), y además, se forman los plexos corioideos (evaginaciones).

La lámina terminal es el final de la lámina tectorea (final del epitálamo).

Los plexos corioideos del 3er ventrículo y del ventrículo lateral filtran LCR.

HIPOTÁLAMO

Forma parte del diencefalo (es una estructura pequeña de aproximadamente de 4 a 10 gramos). Cubre un papel importante en la coordinación de funciones autónomas, endocrinas, emocionales y somáticas.

Sus conexiones son complejas y extensas. Se dividen en 3 clases principales: conexiones con componentes del sistema límbico, con núcleos viscerales y somáticos del tronco de encéfalo y médula, y con la hipófisis.

Limita anteriormente con la comisura blanca anterior, con las láminas terminales (más abajo) y con el quiasma óptico (unión de dos neuronas ópticas). Posteriormente limita con la línea que pasa por detrás de los cuerpos mamilares. Superiormente limita con el surco hipotalámico. Inferiormente limita (única parte del diencefalo externo), con el quiasma óptico, pedúnculos cerebrales (por detrás del quiasma óptico), hipófisis y cuerpos mamilares (en el medio). Los límites laterales son el plano parasagital que pasa por la cápsula interna.

El hipotálamo está formado por neuronas de pequeño y medio tamaño, por neuronas grandes y fibras. Estas neuronas forman núcleos o áreas.

El hipotálamo tiene dos clasificaciones:

- *División cefalocaudal* (corte sagital), de anterior a posterior. Aquí encontramos tres partes: región anterior o supraquiasmática, región media (sobre la hipófisis) y región posterior o supramamilar.
- *División en corte coronal*, donde encontramos dos regiones: región medial y región lateral

Núcleos de la región anterior:

- Área o núcleo preóptico. También tiene parte en el telencéfalo. Interviene en el control del hipotálamo sobre las funciones gonadotropas o de neuronas que sintetizan LHRH (hormona liberadora de hormona luteinizante) y FSH (hormona liberadora folicular). Actúan sobre la hipófisis. Hay un área lateral y otra medial.
- Núcleo supraóptico. Situado lateralmente. Formado por neuronas magnocelulares. Secreta vasopresina (hormona antidiurética) y oxitocina (hormona que actúa sobre la coacción del útero...).
- Núcleo paraventricular. Pegado al ventrículo (es medial). Se relaciona con el núcleo paraventricular. Secreta vasopresina y oxitocina.
- Núcleo supraquiasmático. Pegado al ventrículo, debajo del III ventrículo (es medial). Funciona como marcapaso biológico, especialmente para los ritmos circadianos.
- Núcleo hipotalámico anterior. Relacionado con la actividad parasimpática. Localizado medialmente.

Región infrahipofisaria:

- Núcleo infundibular o arcuato. Tiene un papel clave en la interacción del mundo emocional y función vegetativa. Tiene gran cantidad de neuronas dopaminérgicas que proyectan a la hipófisis. Es medial.
- Núcleo ventro-medial. Relacionado con la saciedad.
- Núcleo dorso-medial. Relacionado con la TRH (tirotropina).
- Núcleos de túbulo y núcleos premamilares.

Región posterior:

- Núcleo hipotalámico posterior. Pegado al ventrículo (medial). Recibe proyecciones de otros núcleos hipotalámicos y éste los envía a los centros orto y parasimpáticos.
- Núcleos mamilares. Situados en posición lateral. Son importantes porque aquí llega el haz mamilotálámico. Este haz forma parte del circuito de Papez, donde intervienen el hipocampo y el sistema límbico.
- Núcleo hipotalámico lateral. Relacionado con la pérdida del apetito.

Factores de liberación hipotalámico

Llegan a la hipófisis (lóbulo anterior), estimulando la liberación de hormonas como:

MSH (melanocito estimulante).

STH (hormona del crecimiento).

Prolactina (producción de leche y).

FSH y LH (actúan sobre los genitales internos).

ACTH (hormona adrenocorticotropa, que actúa sobre la glándula suprarrenal: libera cortisol por estrés).

TSH (actúa sobre la tiroides: hormona tiroidea, que actúa sobre el metabolismo general del cuerpo).

Los núcleos paraventricular y supraóptico mandan sus axones que llegan al lóbulo posterior de la hipófisis, liberando vasopresina (antidiurético, mantiene la presión arterial) y oxitocina.

TÁLAMO

Es una estructura sensitiva. Recoge dos tipos de sensibilidades: la relacionada con la conservación de la vida (sensibilidad vital o interoceptiva) y la recibida por los sentidos (sensibilidad exteroceptiva o sensorial).

En el tálamo se dan asociaciones de las sensibilidades anteriores que constituyen *la afectividad*.

El tálamo es un núcleo gordo, sensitivo, que tiene 4 cm de largo aproximadamente, por 3 cm de alto y 2 cm de ancho, localizado en la pared del III ventrículo.

Tiene unos límites anteriores que llegan hasta *el agujero interventricular de Monroe*, y unos límites posteriores que llegan hasta *los tubérculos cuadrigéminos*.

Es una estructura bilateral, y en su zona media, cara medial, existe un puente de sustancia gris denominado *comisura gris intertalámica* (este puente es inconstante).

Este núcleo estará rodeado de fibras. Las fibras que limitan por arriba el tálamo se llaman *estrato-zonal*, y entre ellas está *la estría medular*.

Fuera del tálamo está la lámina medular externa. Más externo está la lámina reticular del tálamo (va hacia dentro). También existe la lámina medular interna, que divide en tres porciones al tálamo: región medial, lateral y anterior. La división tiene carácter funcional.

La región medial está constituida por núcleos que recogen la sensibilidad vital. Aparece en primer lugar.

En segundo lugar aparece la región lateral, que tiene dos porciones: una ventral (sensibilidad sensorial) y una dorsal (asociativa).

Y una región anterior que está relacionada con la vía olfatoria.

Nota: la sensibilidad vital es más interna para protegerse por la sensorial.

Sensibilidad vital

La sensibilidad vital es aquella que nos mantiene con vida. Hay tres tipos:

- Angustia respiratoria: se detecta por la concentración de CO₂. La sustancia reticular forma *la sustancia dinámogena de Hess* (aquí se forma, en la parte posterior, *la zona inserta*, que detecta los niveles de CO₂).
- Alarma de estrés o tóxico infeccioso gonadal: detectada por un núcleo cuyas neuronas forman parte de la comisura gris intertalámica. Se denomina *núcleo paraventricular del tálamo*.
- Del dolor (nociceptiva): llega al núcleo centro-mediano, es vehiculizada por el haz espino-talámico lateral.

Sensibilidad sensorial

Informa del medio.

- Por tracto óptico: desde el quiasma óptico se dirige al sentido de la visión va a un núcleo denominado ganglio geniculado externo o núcleo geniculado lateral. El ganglio tiene forma de cebolla, siendo la capa más externa la más gruesa, por lo que es esa capa la que se encargará de la visión central.
- Sensibilidad acústica: vehiculizada por el haz acústico central (forma parte de la cintilla de Reil) y va al geniculado interno. La distinta localización de las fibras hace que el tono sea diferente.
- Tacto epicrítico: núcleo ventral posterior.
- Tacto grosero: parte posterior del centro mediano.
- Sentido del gusto: fibras bulbo-talámicas (también de la cintilla de Reil) van al núcleo que está en los alrededores del centro mediano: *núcleo submedio*.
- Sensibilidad olfatoria no analítica: integrada en la vía olfatoria formando parte del cerebro emocional. Se recoge en el núcleo talámico anterior.

Sensibilidad asociativa sensorial

Asociación entre el sentido de la vista, de la audición y del tacto.

Cuando la asociación es con predominio visual, nos referimos al *núcleo pulvínar*.

Cuando el predominio es auditivo nos referimos al *núcleo dorsal posterior (DP)*.

Cuando el predominio es táctil, nos referimos al *núcleo dorso-lateral (DL)*.

Asociación vital-sensorial

Nos referimos al *núcleo dorso-medial*. Es aquí donde se constituye el sustrato anatómico de la afectividad.

Núcleos específicos

Motor: ventro-lateral (VL): fibras del núcleo dentado (salen del cerebelo por el pedúnculo superior), y van al núcleo rojo contralateral (no se cruza) y va al núcleo ventro-lateral (así, es contralateral). Este núcleo conecta recíprocamente con el área IV de la corteza lateral.

Núcleo ventral anterior (VA): forma parte del activador ascendente (núcleo de la sustancia reticular).

Aferencias del tálamo

- El tracto óptico va al geniculado externo.
- Desde el oído va al geniculado interno.
- El haz bulbo-talámico va al núcleo submedio.
- Fibras reticulares.

- Fibras del cerebelo: fibras tectorubrolámicas.
- Fibras del hipotálamo.
- Fibras del subtálamo.
- De los cuerpos mamilares: mamillo–talámicas.
- De la corteza: córtico–talámicas.

Eferencias del tálamo

- Las más importantes van a la corteza cerebral, y constituyen *la corona del tálamo o pedúnculos talámicos* (hay un pedúnculo superior hacia la corteza parietal, un pedúnculo inferior hacia la corteza temporal, un pedúnculo posterior hacia la corteza occipital y un pedúnculo anterior hacia la corteza frontal).
- También hay fibras reticulares, las reticulares del tálamo (tálamo–hipotalámicas).
- Fibras tálamo–subtalámicas.

Fibras que van al sistema límbico, *a la circunvolución del zíngulo (cíngulo)*.

SUBTÁLAMO

Tiene carácter motor involuntario. Produce movimientos automáticos estereotipados, pero perfectamente coordinados. Choca con una estructura telencefálica (en su desarrollo): *el putamen*. Tiene color palido y forma *el núcleo pálido o globo pálido* (formado por neuronas subtalámicas). Entre putamen y pálido está *la lámina medular externa*.

La lámina medular interna divide al pálido en dos regiones: medial (pálido medial) y lateral (pálido lateral). El conjunto formado por el putamen y el pálido se denomina *núcleo lenticular*. Este núcleo está rodeado por *cápsulas* (cápsula interna: por arriba, por debajo y dentro; por fuera está la cápsula externa, que lo separa del *antemuro*).

Nota: la cápsula interna es el representante del haz piramidal.

Otro componente del subtálamo es una estructura de forma biconvexa, que es el *núcleo subtalámico de Luys*. También el núcleo rojo, la sustancia negra y la zona inserta del tálamo son componentes del subtálamo.

Estos componentes descritos son el sustrato anatómico del *sistema extrapiramidal* (sistema motor de especies inferiores: aves y reptiles).

Este sistema extrapiramidal (estos componentes del tálamo), conectan con el tálamo (subtálamo–tálamo). Este es el sistema superior en especies inferiores (que carecen de corteza).

La zona inserta (sensibilidad vital), utiliza la lámina reticular y actúa a nivel de los músculos respiratorios (también hay conexiones con la corteza).

El pálido tiene conexión recíproca con el tálamo. A él llega la sensibilidad nociceptiva (en el tálamo llega al centro mediano), información postural, información afectiva (DM), y llegan otras informaciones.

Así, se forma un circuito tálamo–pálido–tálamo, que es *el circuito afectivo emocional*.

El pálido está continuamente estimulado. Sólo el putamen inhibe su acción. Las fibras de la sustancia negra también frenan al pálido.

Fibras tálamo–palidales

Unas están en todo el cuerpo del pálido. Caminan, dan la vuelta y se dirigen al tálamo; se denominan *ansa lenticulans*.

Otras fibras salen del pálido lateral y van al tálamo: *haz o fascículo lenticulans*.

Se produce una carga emocional (por las corrientes) y crea tensión emocional en el individuo (que es frenada por la sustancia negra y por el putamen). Hay un momento en el que el pálido se descarga mediante unas fibras que salen del pico del pálido y se llaman *haz palidal del pico*, que desciende y forma parte del haz central de la calota. La información llega al núcleo rojo, sustancia negra, oliva inferior, núcleo del facial y núcleos del puente.

Del núcleo subtalámico de Luys (relacionado con la manipulación fina), sale el haz que se incorpora al de la calota.

Así, el sistema extrapiramidal tiene dos vías de salida: *el haz palidal del pico y el haz del núcleo subtalámico de Luys*.

El subtálamo tiene una respuesta motora involuntaria que estará supeditada, siempre, a la corteza cerebral.

Órganos circunventriculares

Derivan de la matriz endodérmica. Circundan los ventrículos (III y IV). Algunos órganos circunventriculares no existen en el hombre.

Tienen como función la de recepcionar y secretar informes por vía humoral.

Órgano subcomisural. Tiene relación con la composición del LCR.

Órgano subfornical. Tiene relación con el equilibrio hidrosalino y con la tensión arterial.

Área postrema. Tiene relación con el vómito (localizada en la unión del IV ventrículo con el conducto endodérmico).

Eminencia media. No se sabe su función. Está localizada en el infundíbulo.

Órgano vasculoso de la lámina terminal. Se encuentra cerca de la comisura blanca, en la lámina terminal.

EL TELENCEFALO

Deriva del cerebro anterior o prosencéfalo. Se considera que deriva de la pared lateral del diencefalo.

Nos encontramos con dos vesículas telencefálicas laterales al diencefalo. Su desarrollo tiene lugar a partir de la 8ª semana. Existe una luz telencefálica (ventrículos) y pared.

Las vesículas crecen formando una "C", hacia atrás y abajo primero, y hacia delante y abajo después. Se forman unos lóbulos (lóbulos cerebrales), que originan segmentos.

El telencéfalo es el sustrato anatómico del conocimiento. Así, se busca lugar para albergar neuronas; es decir, las neuronas proliferan y aparecen surcos, pliegues (aumentando la superficie).

Existe *la matriz germinal*; de aquí hay una proliferación neuronal hacia la periferia (se da una emigración). Las neuronas llegan con más facilidad a lugares más prominentes otras llegan a lugares menos prominentes.

También hay neuronas que no emigran.

Las neuronas que llegan a los bulbos más prominentes forman un *isocórtex* (las neuronas se colocan formando capas ordenadas).

Hay neuronas que se quedan a medio camino constituyendo *la sustancia reticular difusa* (facilita la función del isocórtex).

Las neuronas que se quedan "in situ" forman *los ganglios basales*.

Otras neuronas que van a sitios bastante irrigados, adoptan forma irregular. Constituyen *el allocórtex*.

La superficie sigue creciendo, encontrando un isocórtex superior e inferior, que dejan una zona aislada que es *la ínsula*.

En la línea media también crece y se forma *el septum lucidum*.

La cisura más importante es la que separa el lóbulo parietal del temporal: *cisura lateral o de Silvio* (deja en el fondo la ínsula).

También aparece el surco central o de Rolando, que separa la corteza frontal de la parietal.

Además, encontramos la cisura parieto-occipital.

La estructura sigue creciendo, para albergar mayor número de neuronas, y forma unos territorios denominados circunvoluciones (aparecen unos surcos más pequeños).

Nos encontramos con unas comisuras gracias a las cuales los hemisferios se comunican. Así, nos encontramos con:

Comisura blanca anterior (comunica los lóbulos temporales y bulbo olfatorio).

Cuerpo calloso con forma de "C" (une el hemisferio de un lado con el otro).

Comisura del fórnix o trígono

Comisura blanca posterior

La sustancia gris y blanca tienen idéntica disposición que en el cerebelo (contraria a la médula). Los núcleos centrales (neuronas "in situ") forman los ganglios basales y originan, por un lado, la estructura denominada *putamen*. Otro ganglio basal es *el ganglio caudado* (forma de "C" con cabeza, cuerpo y cola): la cabeza delante del tálamo y el cuerpo formando pared y suelo del ventrículo lateral. Los ganglios basales forman también una estructura denominada *complejo amigdalino*.

Nota: putamen + caudado = estriado.

El isocórtex es sensitivo y motor. El allocórtex está relacionado con la sensibilidad sensorial (no ponderable, es decir, no se puede medir).

Nota: corteza sensibilidad del tálamo.

Allocórtex cingular

Será el lugar donde se integran informes que despiertan respuestas instintivas. Interviene en la conservación del individuo o especie. También elabora respuestas instintivas.

Al ser una alo corteza no tendrá una organización perfectamente estructurada, y está en relación con la vía humoral. Está ricamente irrigada.

En el ser humano, la alo corteza constituye dos conglomerados. Uno superior y otro inferior. El superior es *el séptum pellucidum*, y el inferior es *el hipocampo*.

El séptum se forma porque en la zona media del hemisferio izquierdo y derecho se unen y forman alo corteza. Este septum está enmarcado entre dos grandes comisuras, cuerpo calloso por arriba, y fórnix por debajo y lateralmente la porción frontal o anterior de los ventrículos laterales. El septum pellucidum tiene forma triangular.

El septum está formado por dos láminas (derecha e izquierda) que adoptan disposición triangular; cada lámina está formada por una capa externa de fibras (sustancia blanca) y una interna de células (sustancia gris), dejando en medio la cavidad del septum relleno de tejido conectivo.

El hipocampo (conglomerado inferior), se encuentra localizado en los lóbulos temporales, en su cara interna, hemisférica o interhemisférica. Está íntimamente relacionado con la porción temporal del ventrículo lateral. Está dividido en tres estructuras: *fascia dentada o cuerpo abollonado*, *subículo* y *asta de Ammon*.

La fascia dentada y el subículo crecen medialmente, mientras que el asta de Ammon crece lateralmente y forma una prominencia en el cuerno temporal del ventrículo lateral.

Estas tres estructuras están relacionadas con la recepción y elaboración de las respuestas instintivas. El subículo y la fascia dentada son los receptores y el asta de Ammon es la efectora.

Separando la fascia del subículo hay un surco denominado *surco del hipocampo*, por donde penetra un vaso, manteniéndose, así, el contacto con la vía humoral.

Eferencias del hipocampo

La principal es *el fórnix* o *trígono cerebral*. Es una verdadera *comisura blanca intertalámica* y enlaza los lóbulos temporales de cada hemisferio. El fórnix que sale de un lóbulo temporal se dirige al contrario cruzándose en medio con las fibras del otro lado, formando una X. Este fórnix está constituido por tres partes: donde se cruzan las fibras que es el cuerpo del fórnix (le da el nombre de trígono). Tiene unas *columnas* anteriores que se van a anclar en *los tubérculos mamilares* y los conectan entre sí; y por último unos *pilares posteriores*.

El fórnix se encuentra encima de la tela coroidea del tercer ventrículo, y se encuentra abrazando a la comisura blanca anterior, y también la comisura gris intertalámica. El hipocampo forma parte del cerebro emocional o límbico.

A lo largo de este trayecto, las fibras desprenden otras fibras (eferencias); revisten la pared sur y externa del ventrículo lateral para llegar al caudado, fibras que van a cubrir la pared superior del ventrículo lateral: es *el tapetum*. También nos encontramos con un tapetum en la parte inferior.

El inicio de las columnas del fórnix es la fimbria del fórnix, en su salida como fibras eferentes.

Otras eferencias van: al *septum pellucidum*, a los *núcleos hipotalámicos anteriores* y al *núcleo culmen*.

Aferencias

Nos encontramos con aferencias nerviosas y humores.

- *Vía nerviosa*: proviene de la corteza entorrinal (del olfato) tracto perforante de Cajal.
- *Vías humores*: recogen mensajes de sangre (glucemia, aminoácidos, lípidos, sal en cuanto a estímulos aperitivos). Cuando disminuyen los niveles encontramos apetito y hay más hambre, y si disminuye más, se relaciona con estímulos agresivos (instintivos); son aperitivos gonadales. También el estímulo de osmolaridad, que detecta el nivel de sal, por lo tanto relacionado con el control hidrosalino y de la tensión arterial. Detecta niveles hormonales, como de estrógeno, progesterona, de hormonas sexuales. En la mujer, en el tercer mes se altera el apetito (hipocampo).

Otras funciones importantes son:

- Memoria: en la memoria anterógrada, es una memoria reciente.
- En la expresión vegetativa de agresividades y emoción.
- Aprendizaje.
- Orientación espacial.
- Aprestamiento atencional.
- Inteligencia.

Complejo amigdalino. Allocórtex amigdalino.

Es una estructura irregular. Dicho complejo es allocorteza. Tiene relación directa con el estrato hormonal. Así, recibe los informes gonadales de la concentración de hormonas sexuales (andrógeno, estrógeno).

El complejo amigdalino está localizado en: la cara dorso medial del lóbulo temporal, delante del vértice anterior del cuerno del temporal del ventrículo lateral. Está justo en la base del núcleo lenticular.

El complejo amigdalino está compuesto por núcleos, entre los cuales unos se denominan *núcleos amigdalinos profundos* (este núcleo profundo deriva de la matriz germinativa del ventrículo) Alrededor hay 4 núcleos periamigdalinos con procedencia distinta a la anterior. Así, nos encontramos con el *núcleo periamigdalino medial y lateral*, que proceden de la ínsula (del claustro o antemuro (parte de la ínsula)), con el *núcleo periamigdalino rostral*, que procede de la sustancia dinamógena de Hess, y sale por el haz central de la calota; y el *núcleo periamigdalino caudal*, que deriva del núcleo caudado (está detrás de la cola del núcleo caudado). Estos núcleos saldrán por *el haz central de la calota*.

Desde la ínsula y periferia llega una red vascular que baña al complejo amigdalino.

Aferencias del C. A.

Aferencias nerviosas: procedencia doble: táctiles y olfatorias. La táctil va por la vía de sensibilidad grosera y por la vía nociceptiva.

Aferencias humores: estimula el cambio de concentración hormonal.

Aferencia nerviosa aferencia humoral sistema límbico.

Aferencias del C. A.

Salen axones cortos que van a la corteza temporal. La vía más importante son axones largos. Así, de la estría terminal sale *la cintilla semicircular* que va hacia arriba y delante, se mete entre el tálamo y núcleo caudado

para terminar delante en la comisura blanca anterior (une los lóbulos temporales. Esta cintilla se dirige al septum pellucidum (unas fibras), otras van al área preóptica, otras a los núcleos hipotalámicos anteriores, otros a la habénula y a la epífisis.

Hay otras eferencias al tubérculo olfatorio, al dorso medial, al putamen, al claustró y al sistema límbico.

*Nota: **Síndrome de Kluver–Bucy**: se lesiona el hipocampo y el complejo amigdalino y se observa docilidad, hipersexualismo, aberraciones sexuales, incapacidad para reconocer a personas...*

Isocorteza

Nota: el neopaleo origina isocórtex y allocórtex. El archipaleo el hipocampo; el paleopaleo la corteza entorrinal (paleocórtex).

El isocórtex constituye capas perfectamente establecidas. De la matriz telencefálica se producen emigraciones neuronales que se distribuyen en la periferia originando circunvoluciones y lóbulos. Estas neuronas siguen un gradiente de dentro a afuera, lo que significa que las neuronas que primero llegan son las más profundas, y las últimas atraviesan las otras capas para colocarse más superficiales, con la excepción de la primera capa de la corteza, que ya existía.

La corteza podemos dividirla en 6 capas. Las neuronas que encontramos son:

- Células piramidales: las más grandes (morfología piramidal). Estas neuronas tienen unas dendritas saliendo del vértice (superficie) que ascienden; de los otros dos vértices salen dos dendritas horizontales. De la base sale el axón, descendiendo hasta llegar a centros nerviosos inferiores (incluso llega a la médula). Hay distintos tamaños: gigantes, grandes, pequeñas, medianas.
- Célula granular o Golgi tipo II: cuerpo pequeño, estrellada y multipolar. Es más abundante en las capas de carácter receptor.
- Células horizontales de Cajal: cuerpo fusiforme y paralelo a la superficie cortical. Tiene dendritas que salen de sus vértices y siguen con camino horizontal. El axón desciende pero luego toma forma horizontal (sólo existe en la capa I).
- Células fusiformes: ídem a las anteriores pero verticales a la corteza. Las dendritas salen de los vértices. El axón sale del cuerpo y desciende. Está en las capas de carácter efector.
- Células de Martinotti: son neuronas estrelladas. El axón asciende a capas superiores.
- Neuronas polimorfas: (variante de las fusiformes). Están en las capas más profundas de la corteza. Las polimorfas dan o pueden dar lugar a cualquier tipo de neuronas.

Corteza

Capa I: CAPA PLEXIFORME. Sólo existen neuronas de Cajal y son escasas. Existen fibras (capa muy fibrosa).

Capa II: CAPA GRANULAR EXTERNA. Células piramidales aisladas. Tienen carácter receptor (predominio de neuronas granulares).

Capa III: PIRAMIDAL EXTERNA. Abundancia de pirámides. Es el origen de las fibras del cuerpo calloso.

Capa IV: GRANULAR INTERNA. Predominio de células granulares. Desarrollo de las áreas sensitivas. Las fibras del tálamo llegan a esta capa.

Capa V: PIRAMIDAL INTERNA. Mayor predominio de células piramidales (piramidales gigantes). Origen de las fibras córtico–espinales y córtico–tectóricas. Carácter motor.

Capa VI: CAPA POLIMORFA. Combinado de células granulares y piramidales. Estas fibras proyectan al tálamo.

Fibras de la corteza

Las aferencias son dos tipos de fibras:

- Fibras perpendiculares a las capas: se denominan *radiaciones*.
- Fibras horizontales a las capas: se denominan *estrías* (horizontalizaciones de las radiaciones).

Radiaciones:

- Fibras de asociación: asocian zonas, áreas del mismo hemisferio.
- Fibras comisurales: asocian entre los dos hemisferios.
- Radiaciones talámico-corticales.

Las fibras que forman plexo en la primera capa forman *el plexo de Exner*.

En la capa III se forma la estría de Kaes de Bechtereu.

En la capa IV: estría externa de Baillager. Aquí llega la corona radiante del tálamo.

En la capa V: estría interna. Fibras de asociación de Baillager.

El isocórtex tiene desarrollo en determinadas zonas, donde no aparecen todas las capas. Así, encontramos: *isocórtex homotípico* (capas más o menos iguales, con desarrollo parecido) y *heterotípico* (predominio de una o varias capas sobre otras; algunas capas no aparecen).

El isocórtex heterotípico puede ser motor o agranular (gran desarrollo de la capa V) o isocórtex heterotípico sensitivo o koniocórtex (gran desarrollo de las capas granulares).

Desarrollo de la corteza (áreas)

Es cronológico. Las primeras áreas que aparecen (en el embrión) están por detrás del surco central o de Rolando y son el área I, II y III (tienen matiz sensitivo). Delante del surco central o de Rolando encontramos el área IV (carácter motor) y es otra que sale en la etapa embrionaria, en el segundo trimestre de desarrollo embrionario. Así, el niño es capaz de emitir sensaciones del tálamo al área IV (las pataditas que se dan).

Hay 46 áreas. No se desarrollan todas hasta dos años de vida extrauterina. Ej.: el niño hasta los 6 meses o tiene el área visual desarrollada.

Isocórtex motor

Es una corteza heterotópica. Las capas granulares (sensibles) son las menos desarrolladas y por el contrario, las piramidales son las más desarrolladas. Hablaremos de *área motora principal* y *área motora accesorio*.

Áreas motoras principales

Área motora primaria o también *somatomotora* porque es donde se va a iniciar la vía piramidal y la que llega en última instancia a los músculos. Se corresponde con el *área 4 de Brodmann*. Comienza a funcionar hacia el segundo trimestre de desarrollo, comienza a producir contracciones musculares, incoordinadas. También van unas fibras desde el área 4 al putamen utilizando *el haz palidal del pico*, por lo tanto van por una vía

extrapiramidal. Estas fibras forman parte de la cápsula externa.

El surco central o de Rolando que separa el lóbulo frontal del parietal. Existe un surco por delante y otro por detrás: surco precentral y postcentral respectivamente. Existen también dos cisuras o surcos que delimitan las circunvoluciones 1, 2 y 3.

En una visión lateral nos encontramos el cuerpo calloso cortado. Existe una cisura que recibe el nombre de cisura del cíngulo o cisura calloso marginal. La llegada a la zona interna de la cisura de Rolando delimita el lóbulo paracentral y junto con la calloso marginal. Aquí es donde se da la imagen polisensorial. Ejemplo: podemos asociar un objeto (campana) a un estímulo sonoro (sonido).

El área 4 está localizada delante de la cisura de Rolando, llegando hasta la cisura de Silvio. De forma triangular de base superior. En la cara interhemisférica abarca la parte anterior del lóbulo paracentral. Esta área tiene 3 – 4,5 mm de espesor. Existe predominio de las capas piramidales, fundamentalmente la capa 5 y es donde se localizan las *pirámides gigantes* o *pirámides* o *células de Betz*. El soma de estas neuronas tiene una longitud de 0,12 mm; su axón es el más grande y llega incluso hasta la dilatación lumbar de la médula. Se considera que la vía piramidal tiene un millón de axones y se considera que el 3% es de Betz (30000). Se localizan en la parte más alta, en la visión lateral de la zona prerrolándica y en la más anterior del lóbulo paracentral.

El 40% de los axones de la vía piramidal provienen del área 4 y el 60% proceden de otras áreas, de la 6 y 8, otras áreas del lóbulo parietal que son sensitivas: áreas 1, 2, 3, 5, y 7. Por lo tanto no todas las fibras de la cápsula interna son motoras.

Las neuronas en esta área tienen una distribución somatotópica. Su distribución forma el *homúnculo motor* o *de Penfield* o *Rasmussen* y hace referencia a la cantidad de neuronas que se encargan de dar vida a los músculos.

La disposición es una cabeza de donde sale el cuello de la frente, y una zona exclusiva para la laringe y la lengua. La extremidad inferior queda en la zona interhemisférica; en la parte superior el tronco, el brazo con el codo y por último la mano con más neuronas (las neuronas de esta zona son la representación de la cápsula interna).

Cuando se lesiona un área motora que afecta al cuerpo neuronal, es posible la rehabilitación, pues hay otras neuronas que retoman esa función. Si se lesiona la vía piramidal (a las fibras) no será posible la recuperación (la rehabilitación).

Áreas motoras secundarias o áreas premotoras o área 6

Produce movimientos perfectamente coordinados, para lo cual tiene que mandar conexiones al área 4. Se localiza delante del área 4, ocupando parte de las circunvoluciones frontales 1, 2 y 3, en la visión interhemisférica. También se encuentra por delante del área 4. Existen centros que coordinan los movimientos de las extremidades superiores: uno de la deambulación o de los MMII y otro de la cabeza y cuello.

Centros motores de la corteza frontal

Centro ocular frontal: se identifica con el área 8 y abarca la parte posterior de la circunvolución frontal 2. Se encarga de conjuntar la mirada en el rastreo. Cuando algún objeto está en el campo de visión lo seguimos. Es un centro voluntario.

Centro ocular occipital: es automático. Manda conexiones a los colículos superiores y se piensa que el frontal también lo hace.

Centro de articulación de la palabra o área motora de Broca: se corresponde con las áreas corticales 44–45 de desarrollo predominante en el lado izquierdo. Su lesión produce afasia. El paciente tiene bien la musculatura pero es incapaz de articular palabra. El paciente entiende.

Circuitos córtico–cerebelo–tálamo–corticales

Son circuitos donde la energía boeléctrica es recuperada de forma constante. Las fibras salen y llegan al músculo: la información del tono muscular va al cerebelo, de aquí va al núcleo dentado y de éste va al núcleo ventro lateral del tálamo y de ahí al área 4. Esta área se comunica con el área 6 a los centros y de aquí vuelve otra vez al área 4.

Desde el área 46, donde se recogen las vivencias, también va al área 6, donde ya están formados los esquemas motores.

Centros motores accesorios

Área de los impulsos rítmicos o área 38 en el lóbulo temporal. En el lóbulo temporal existen también las áreas 22, 21 y 20. El área 38 empieza a funcionar cuando las áreas 22, 21 y 20 estén desarrolladas. En el 22 se recogen imágenes visuales y espaciales con orden cronológico siguiendo un ritmo ruidoso. El área 38 integra este ruido con un esquema motor.

Isocórtex sensitivo (sensibilidades ponderales).

Son sensibilidades que se pueden medir, para distinguirlas de otras que no se pueden medir:

- Sensibilidades ponderales tacto, visión y oído.
- Sensibilidades no ponderales gusto y olfato.

Se denomina isocórtex sensitivo o koniocórtex. Hay un predominio de determinadas capas granulares, sobre todo la capa 4. De la corona radiada va a llegar a ese isocórtex donde se distinguen *unas áreas primarias o analíticas*, cuya función es analizar las características primarias de ese objeto de tacto, visión y oído.

Tálamo: geniculado interno (oído), geniculado externo (visión) y ventral posterior (tacto). De aquí parten al área primaria de donde se envía al área secundaria o sintética, que son las áreas diagnósticas. Al área secundaria llegan fibras del área primaria y de los núcleos asociativos del tálamo: pulvínar (eminentemente visual), dorsolateral (eminentemente táctil) y dorsal posterior (eminentemente auditivo).

Luego del área secundaria, de un lado y otro fluyen hacia un área del hemisferio dominante donde se forma una imagen estática, del tacto, visión y auditiva.

Isocórtex táctil o corteza somatoestésica

Al final del labio de Silvio existe un pliegue, *pliegue curvo*. Existe otra cisura en la región occipital llamada cisura *calcarina*.

Tiene una distribución ¿homogénea? tipo koniocórtex. Llega información procedente del tálamo hacia las áreas primarias de la corteza táctil. Salen del núcleo ventral posterior (táctil epicrítica y protopática) y llegan a las áreas primarias 1, 2 y 3 (sobre todo a la 3). Se van a localizar en la cara externa del cerebro detrás de la cisura de Rolando, postrolándica, con una extensión pequeña, pero llega hasta el labio de Silvio y parte posterior del lóbulo paracentral. La distribución de estas áreas es 3, 1 y 2. A través de éstas podemos distinguir la textura del objeto..., su analítica. Podemos diferenciar un homúnculo sensitivo (distribución somatotópica del individuo en las áreas primarias). Es igual que el homúnculo motor pero tiene en cuenta que

la car está mirando hacia fuera, abajo la lengua y luego la laringe. El homúnculo de la mano, sobre todo del índice y pulgar, es mayor por tener mayor número de receptores táctiles (si es diestro la información va al hemisferio izquierdo).

El área secundaria, sintética o diagnóstica se localiza en el área 5 de Brodmann, a donde llega información de las áreas primarias y del núcleo asociativo del tálamo, llamado dorsal lateral. Así, somos capaces de asociar todos los componentes, qué objeto y dónde está, después de cruzarse todo al hemisferio dominante.

Existe un *área 7* que se denomina *área de las imágenes posicionales*, que hace referencia a saber exactamente dónde está el objeto que estamos tocando.

Isocórtex visual

Lo localizamos en el lóbulo occipital, donde llega la información que a través del ojo llega hasta el núcleo geniculado externo y por *unas radiaciones ópticas de Gratiolet* salen del geniculado externo. Estas radiaciones van a llegar al área primaria o analítica de la visión que es el área 17 de Brodmann. Se localiza circundando la cisura calcarina.

Estas radiaciones ópticas de Gratiolet llegan a la capa 4 de esta área 17 dividiéndola en 2 estratos: uno superior y otro inferior. Por eso el área 17 se llama también *área estriada*. La división o línea que divide la capa 4 se llama *línea Gennaria*.

En esta área 17 existe una distribución según llegue a la retina periférica o a la retina central o macular. La visión central llega a la base y la visión periférica llega al vértice del área 17 (es lógico, más visión necesita más neuronas).

En esta área 17 existe *un centro ocular occipital* que se encarga de colocar el objeto que está en la visión periférica en la visión central (se encarga de los reflejos de oculogiros y cefalogiros), por eso tiene que mandar unas conexiones a los tubérculos cuadrigéminos superiores para que se lleve a cabo (actúa automáticamente).

El área 17 sólo manda la información analítica de un objeto (forma, color).

En el área secundaria visual que circunda al área primaria o área 17 es donde tiene lugar la síntesis del objeto observado, y es *el área 18 de Brodmann*. También hay un predominio izquierdo. Al área 18 llegan las fibras del área primaria y del núcleo sensitivo del tálamo llamado pulvínar (ya que éste es eminentemente visual).

Alrededor del área 18 está el área 19 (casi tocando al área 7). Aquí se forma la imagen espacial (explicación: a través del tacto inconsciente tenemos una imagen posicional y junto con la imagen visual somos capaces de distinguir lo que está arriba, abajo, derecha o izquierda).

Isocórtex auditivo

Proviene de las fibras del geniculado interno (núcleo del tálamo), que llega a la corteza auditiva (que va formando parte de la cápsula interna sublenticular). Se corresponde con las áreas 41 y 42 de Brodmann.

En el sector medio del lóbulo de Silvio tenemos las áreas primarias auditivas 41 (por arriba) y 42 (por debajo). Hablamos de una división tonotópica. Por eso la zona anteromedial recoge los sonidos agudos y la posterolateral para los sonidos graves.

El área 22 (que está al lado de la 42) es donde recogían los ritmos sonoros cronológicamente sucesivos.

El área 38 se encargaba de ejecutar, de forma motora, a un estímulo ¿sonoro? Por eso está delante del área 22.

El área 22 es el área secundaria de la audición. Está dividida en dos partes: una anterior que recoge ruidos y música (dada la conexión con el área 38) y una posterior que recoge el lenguaje.

El área 22 se considera parte del área de Wernicke. Es el lugar de la formulación coherente de la palabra o articulación coherente de la palabra.

Existe un área donde se engloba a todos (táctil, visual y auditiva) y son las áreas polisensoriales, que son el área 39 y 40, que se encuentran en la parte final del labio del

Silvio.

Nota: cuando se lesiona un área primaria o analítica, perdemos, de forma permanente, la capacidad de analizar un objeto. Tenemos agnosia visual, táctil y auditiva permanente. Si se lesiona un área secundaria o áreas de asociación, el déficit no es permanente, sino que áreas que circundan a la lesión son capaces de formar la imagen diagnóstica de ese objeto. Esta lesión se llama agnosia visual, táctil y auditiva recuperable.

SUSTANCIA BLANCA DEL TELENCEFALO

Está compuesta por fibras que se encuentran entre la corteza y los núcleos centrales. Está formada por axones mielínicos que conectan la corteza con estos núcleos de sustancia gris, o formado por fibras que llegan a la corteza.

La sustancia blanca forma pasillos entre los núcleos de sustancia gris. Estos pasillos se denominan *cápsulas, interna, externa y extrema*.

La cápsula interna está situada entre el caudado y el tálamo por su parte interna. Por su parte externa está el núcleo lenticular. Forma un conjunto angular (ángulo abierto hacia fuera) con dos brazos: uno anterior y uno posterior. Estos brazos se unen en la rodilla de la cápsula interna. El brazo posterior está entre el lenticular y el tálamo. El anterior, entre la cabeza del caudado y el lenticular. Además, distinguimos una porción sublenticular y otra porción retrolenticular.

La sustancia blanca telencefálica estará formada por *fibras de proyección* y *fibras de asociación* (intrahemisféricas e interhemisféricas).

Fibras de la cápsula interna

- Nos encontramos con las fibras de proyección sensible: *corona radiante del tálamo*, formado por:
 - Fascículo ascendente o de radiaciones táctiles, que parten del núcleo talámico ventral anterior y van a las áreas 1, 2 y 3. Unido a este fascículo anterior están las radiaciones posturales, que desde el núcleo ventral lateral van al área 4. Va por el brazo posterior de la cápsula interna.
 - Fascículo horizontal, que lleva radiaciones acústicas, desde el núcleo geniculado medial va a las áreas 41 y 42. Va por la parte sublenticular de la cápsula interna.
 - Fascículo posterior de radiaciones ópticas, del geniculado externo o lateral va al área 17 (área visual primaria). Va por la parte retrolenticular de la cápsula interna.
 - Fascículo anterior, desde el núcleo dorsomediano (afectividad) va a las áreas 11, 12 y 13 del lóbulo frontal. Va por el brazo anterior de la cápsula interna.
- Fibras de proyección desde la corteza:

Desde el área 4 desciende a lo largo de todo el SN. Las vías piramidales descienden por la cápsula interna para ir al pedúnculo cerebral del mismo lado, donde las fibras que van a los núcleos neuromusculares del tronco (con destino a músculos de la cabeza) van por la parte interna de los pedúnculos. Las fibras que van a los núcleos neuromusculares de la médula están más externamente situadas (por fuera). Las más externas: MMII; luego tronco y más internas MMSS.

Así, en el pedúnculo cerebral encontramos somatotopía fibrosa.

Hay una torsión de las fibras que tiene lugar en la cápsula interna. El homúnculo de la cápsula interna tiene la cabeza en la rodilla de la cápsula interna. El cuello, tronco EESS y EEII estarán localizados en el brazo posterior de la cápsula interna.

- Fibras de asociación (fibras cortas y largas):

Intrahemisféricas: son muy cortas. Conectan territorios de circunvoluciones vecinas. Morfológicamente es una "U". Así, se las conoce como *las fibras arcuatas del cerebro*. Hay unas fibras cortas que caminan por la cápsula extrema que llevan a la ínsula componentes sensibles ponderables e imponderables.

Las intrahemisféricas largas forman fascículos o haces:

- Haz en cingulo: origen en área 25. Va hacia atrás, incurvándose para terminar en las áreas polisensoriales (39–40)
- Haz en gancho: del área 25 al polo temporal.
- Haz longitudinal inferior: continuación del anterior. Así, del lóbulo temporal hasta las áreas 39–40.
- Haz longitudinal superior: desde las áreas 39–40 hasta el polo frontal.
- Fimbrias: son interhemisféricas pero también intrahemisféricas.

Interhemisféricas: están constituidas por el cuerpo calloso, comisura blanca anterior y fimbria-fórnix.

- *El cuerpo calloso* está situado delante (sobre) del séptum. Tenemos un primer segmento denominado *pico del cuerpo calloso*, que tiene fibras que conectan territorios temporales. Luego encontramos la rodilla del cuerpo calloso, formada por fibras que unen los polos frontales de ambos lados. Unas fibras se dirigen hacia delante (cóncavamente), denominadas *fórceps menor*. *El cuerpo* está formado por fibras que conectan el lóbulo frontal y parietal del lado derecho con el del lado izquierdo. Nos encontramos con un engrosamiento del cuerpo denominado rodete, por el que van fibras que conectan los polos occipitales de ambos hemisferios y se forma el *fórceps mayor*.
- *La comisura blanca anterior* está a nivel de las láminas terminalis. Formada por fibras que conectan los lóbulos temporales (más que las fibras del pico del cuerpo calloso) y los territorios olfatorios de ambos hemisferios.
- *La fimbria y el fórnix* son fibras de comunicación interhemisféricas pero también intrahemisféricas.

Sensibilidad de la corteza no ponderable (isocórtex no ponderable)

Sentido del gusto

Es captado por las papilas gustativas de la lengua. Todos los sabores entran en la siguiente clasificación: dulce, salado, amargo y ácido. El amargo o aperitivo es el menos ponderable.

El sabor dulce lo encontramos en la punta de la lengua; el ácido en los laterales; el salado en la punta y en los laterales y el amargo en la "V" lingual.

Estos sabores se diluyen con la saliva para ser detectados por los receptores. Luego suben por el nervio lingual

del facial (2/3 anteriores) y por el glossofaríngeo (1/3 posterior). La sensibilidad gustativa recogida por la úvula, el paladar, epiglotis es recogida por el neumogástrico.

La protoneurona está en los ganglios de estos pares craneales.

La información llega al tronco de encéfalo, a lo que se denomina *núcleos gustativos* o *núcleos del haz solitario*. De aquí, sale de forma contralateral, formando parte de la cintilla de Reil para dirigirse al tálamo (al núcleo submedio del tálamo), donde se encuentra la 3ª neurona de la vía sensible. Ésta dirige la información por la corona radiada hacia el área 43 de Brodmann, localizada en el upérculo cuarietal (corteza parietal ventral). Esta área es analítica y diagnóstica a la vez (primaria y secundaria) de la vía gustativa (esta es la vía de los sabores más ponderables).

Los sabores imponderables (amargo) van al hipocampo (al gancho o uncus), concretamente al asta de Ammon (sabores afrodisíacos).

Sensibilidad olfatoria

Existe la denominada *pituitaria amarilla* (parte alta de las fosas nasales; reviste la lámina cribosa del etmoides).

Las protoneuronas (primera neurona) está en esta pituitaria amarilla, denominadas *células de Schultze*. Éstas tienen ramificaciones externas. Otras células son las *basales*, que están en la base y regeneran las células de Schultze; y las de *sostén* (glía). Las células de Schultze son las únicas neuronas capaces de regenerarse y lo hacen gracias a las células basales.

Nota: dependiendo del grosor de la lámina pituitaria, tendremos mayor o menor olfato.

El olor se diluye con el moco (como el sabor con la saliva). El moco es producido por la célula de sostén. Se produce, entonces, una reacción que es captada por células de Schultze, cuya prolongación central se dirige hacia la dilatación que forma el bulbo olfatorio. Sinaptan con *las células mitrales* (es la segunda neurona de la vía olfatoria y se encuentra en el bulbo olfatorio) formando glomérulos. De las células mitrales salen los axones que constituyen *el pedúnculo del bulbo olfatorio* forma el *trígono*.

Nota: anosmia falta de olfato

Nos encontraremos con tres vías a partir del trígono: *vía analítica* (vía principal olfatoria ej.: huele a gas), *vía irritativa* (vía secundaria) y *vía emocional*. Las tres tienen como trayecto común el que va del bulbo olfatorio al trígono olfatorio.

La vía analítica parte desde el trígono y va al área olfatoria lateral, que estará constituida por el área prepiriforme, la ínsula, el hipocampo y el núcleo periamigdalino. De esta área va a la corteza entorrinal o área 28 de Brodmann. En esta área se produce el análisis y síntesis del olfato. De esta área parte *la vía irritativa* y se dirige al hipocampo, luego a los cuerpos mamilares merced al fórnix. De esto cuerpos va a la formación reticular del tronco de encéfalo. Por lo que produce lagrimeo, sudoración... Pero del área 28 se dirige también al complejo amigdalino, con lo que el olor tiene características afrodisíacas (vía irritativa).

La vía emocional parte de estos cuerpos mamilares y por el haz mamilotálámico se dirige al núcleo talámico anterior (relacionado con el sistema límbico). De aquí va a la circunvolución del cíngulo (áreas 26, 24 y 23).

La sensibilidad ponderable se mezcla con la imponderable, formando la imagen en la corteza de la ínsula.

VENTRÍCULOS LATERALES

Los ventrículos laterales son dos y se encuentran situados en cada hemisferio. Tienen forma de "C" y podemos distinguir 3 cuernos:

- Frontal o anterior (es la parte anterior de la "C").
- Inferior o temporal (es el cuerno temporal).
- Posterior u occipital (es prolongación posterior de la "C").

En un corte coronal observaremos:

En la parte anterior del cuerno frontal observamos unos límites. Observamos morfología triangular. En el triángulo encontramos unos límites. Así, como límite superior tendremos el cuerpo calloso; como límite interno encontramos el séptum pellucidum. En cuanto al límite inferior tendremos en cuenta una porción delante del agujero de Monro y otra detrás de dicho agujero. ¿? en el ángulo inferior nos encontramos con la cabeza del caudado y con la porción inferior del pico y rodilla del cuerpo calloso; en la porción postero-inferior encontramos el cuerpo del caudado, el tálamo, el fórnix y los plexos coroideos.

El cuerno temporal tiene morfología semilunar. Como límites encontramos uno súpero-externo que es la cola del caudado; límite ínfero-interno, fimbria (asta de Ammon incluso). El cuerno temporal posee plexos coroideos en su interior.

El cuerno occipital es cóncavo hacia adentro. En la parte súpero-externa tiene radiaciones ópticas; como límite ínfero-interno nos encontramos el fórceps mayor, que hace dos relieves: bulbo del cuerpo del occipital y el calcar avis o espolón de Morant.

CONFIGURACIÓN EXTERNA

Nos encontramos con una cara súpero externa, una cara interna y una cara inferior.

Los hemisferios poseen surcos y cisuras. *Las cisuras* dividen en lóbulos a los hemisferios (lóbulo frontal, parietal, tempora y occipital), mientras que *los surcos* dividen a los lóbulos en circunvoluciones o lobulillos.

El surco lateral o de Silvio tiene 3 ramas (anterior, posterior y ascendente)

El opérculo es una zona en torno a la cisura de Silvio. Nos encontramos con el opérculo fronto-parietal y con el opérculo temporal.

Además, nos encontramos con *el surco central o de Rolando*, con *el surco occipito-parietal* y con *la incisura preoccipital*.

Lóbulo frontal

Límites:

Detrás: cisura de Rolando.

Debajo: cisura de Silvio.

Cara externa: cisura prerrolándica o precentral, cisura frontal primaria o superior, cisura frontal secundaria o inferior. Estas cisuras delimitan circunvoluciones: circunvolución prerrolándica, frontal superior, frontal media y frontal inferior.

Cara interna: cisura calloso marginal (originando la circunvolución calloso marginal).

Cara inferior: surco olfatorio (circunvolución recta) y surco en "H" o en "K" (circunvoluciones orbitarias).

Lóbulo parietal

Límites:

Delante: cisura de Rolando.

Detrás: surco occípito-parietal.

Debajo: cisura de Silvio.

Nos encontramos con los surcos postrolándico, intraparietal, que originan la circunvolución postrolándica o postcentral y circunvolución parietal superior o primaria y parietal inferior o secundaria.

Lóbulo temporal

Límites:

Anterior: cisura de Silvio.

Posterior: cisura occípito-temporal.

Los surcos son el temporal superior o primario y el temporal inferior o secundario.

Las circunvoluciones son: temporal superior, media e inferior.

Lóbulo occipital

Límites:

Anterior: parieto-occipital y preoccipital.

Nos encontramos con el surco semiluna (inconstante), con la cisura calcarina y la cuña.

En la cara inferior del lóbulo occipital y temporal tenemos unos surcos:

Surco occipital temporal (que separa las circunvoluciones lateral y medial).

Surco rinal o entorrinal (más medial al anterior); es anterior.

Surco colateral (encontramos la cisura calcarina); es posterior.

Lóbulo de la ínsula

Para verlo debe abrirse por la cisura de Silvio.

Tenemos un surco periférico que lo rodea y un surco central que lo divide en dos: superior (circunvoluciones cortas) e inferior (circunvoluciones largas).

NS TS

NI TI

2ªNEURO- NA

Deuteronneurona

SNC.

1ª NEURONA

Protoneurona

(gang. Sensible)