

ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

TEMA 21. MUCOSA OLFATORIA

INTRODUCCIÓN

TIPOS CELULARES

(Ver TEMA 7. VÍAS RESPIRATORIAS)

TEMA 22. CORPÚSCULOS GUSTATIVOS

INTRODUCCIÓN

TIPOS CELULARES

(Ver TEMA 9. CAVIDAD BUCAL Y OROFARINGE)

TEMA 23.- OÍDO

INTRODUCCIÓN

OÍDO EXTERNO

OÍDO MEDIO

OÍDO INTERNO

Laberinto óseo

Laberinto membranoso

Crestas ampulares

Máculas

Órgano de Corti

INTRODUCCIÓN

OÍDO → Órgano del equilibrio y de la audición

Función

- Percepción de los sonidos → sistema auditivo
- Mantenimiento del equilibrio → sistema vestibular

Partes

- Externo
- Medio
- Interno → se localiza el órgano del equilibrio y de la audición
 - Receptor → CÉLULAS SENSORIALES del órgano de Corti (órgano de la audición) y de las crestas ampulares y las máculas del sáculo y el utrículo (órgano del equilibrio).
 - células epiteliales
 - responden a estímulos mecánicos

OÍDO EXTERNO

→ captación y conducción de sonidos

Pabellón auricular

- Cartílago elástico → estructura de sostén
- Ligamentos y músculos estriados (rudimentarios)
- Tejido conectivo laxo + células adiposas + piel fina

Conducto auditivo externo (CAE)

- 1/3 externo (móvil) → Cartílago elástico
- 2/3 interior (inmóvil) → Hueso

Piel

- Pelos gruesos → Tragos
- Glándulas sebáceas y ceruminosas → tubulares enrolladas
- Hacia el interior → más delgada, pierde gradualmente pelos y glándulas
 - continúa con la capa cutánea del tímpano

Membrana timpánica

→ membrana fibrosa fina que separa el CAE del oído medio

Partes

- Porción tensa → la mayor parte
 - está firmemente anclada al hueso circundante por un anillo fibrocartilaginoso
- Porción flácida → pequeña zona triangular superior

Estructura → 3 capas

- Cutánea (externa) → continua con la piel del CAE
 - epidermis muy fina y dermis poco desarrollada
- Capa fibrosa (intermedia) → lámina de tejido conectivo fibroelástico
 - Capa radial externa (fibras colágenas)
 - Capa circular interna (fibras colágenas)
 - Anillo fibrocartilaginoso
 - Abundantes fibras elásticas, capilares, fibras nerviosas, fibroblastos
- Capa mucosa (interna)
 - Epitelio simple, generalmente plano
 - Lámina propia fina

OÍDO MEDIO (cavidad o caja timpánica)

- convierte las ondas sonoras en vibraciones mecánicas y las transmite al oído interno
- espacio lleno de aire dentro del hueso temporal

Contiene

- Huesecillos del oído + Articulaciones + Ligamentos + Músculos

Mucosa → tapiza la cavidad timpánica y su contenido

- Epitelio simple plano o cúbico ciliado / cilíndrico pseudoestratificado en algunas zonas (> la salida de la trompa auditiva)
 - células ciliadas, secretoras (gránulos de secreción), no ciliadas (con microvellosidades) y basales
- Lámina propia fina
 - rica en capilares, vasos linfáticos y fibras nerviosas
 - el tejido conectivo laxo conecta directamente con el periostio

Trompa de Eustaquio (trompa auditiva)

- es un conducto que conecta el oído medio con la faringe
- permite equilibrar la presión del aire entre el oído medio y el exterior
- recoge secreciones de mucosa timpánica y las llevar a faringe

Estructura

- Parte ósea (1/3)
- Parte cartilaginosa (2/3) → cartílago elástico (incompleto)
- Amígdala tubárica → en la desembocadura

Mucosa (epitelio de tipo respiratorio) → tapiza el conducto

- más gruesa en la porción cartilaginosa
- Parte ósea → mucosa delgada
 - Epitelio simple cilíndrico ciliado

- Lámina propia carece de glándulas
- Parte cartilaginosa → mucosa más gruesa
 - Epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado con numerosas células caliciformes
 - Lámina propia con abundantes glándulas seromucosas y nódulos linfáticos

OÍDO INTERNO (laberinto)

→ se localiza el órgano del equilibrio y de la audición

Laberinto óseo → 3 espacios intercomunicados, ubicados dentro del hueso temporal

1- Vestíbulo: espacio central que contiene el sáculo y el utrículo del laberinto membranoso

2- Tres conductos semicirculares óseos, dispuestos perpendicularmente uno respecto a otro
→ desembocan en el vestíbulo; el extremo de cada conducto semicircular cerca del vestíbulo están expandidos en forma de una ampolla.

3- Cóclea o caracol: conducto en forma espiral que describe 2 ½ vueltas respecto a un eje óseo central (hueso esponjoso) llamado columela o modiolos

→ dentro de la columela está el **ganglio de Corti** o espiral (ganglio sensitivo)

Laberinto membranoso

- Sistema de sacos y túbulos pequeños intercomunicados

→ revestidos por un epitelio simple plano

→ delimitan el **espacio endolinfático** → contienen la **endolinfa**

- El laberinto membranoso está suspendido dentro del laberinto óseo

→ el laberinto óseo y el membranoso están unidos por finas fibras de colágeno (trabéculas)

→ el espacio entre ambos se denomina **espacio perilinfático** → contiene la **perilinf**a (fluye entre las trabéculas)

- Se divide en 2 regiones: el laberinto vestibular (en el vestíbulo y los conductos semicirculares) y el laberinto coclear (en el caracol o cóclea).

- Contiene **6 regiones sensoriales** compuestas por células ciliadas sensoriales y células de sostén

→ 3 crestas ampulares + 1 mácula del sáculo + 1 mácula del utrículo → órgano del equilibrio (en el laberinto vestibular)

→ Órgano de Corti → órgano de la audición (en el laberinto coclear)

ÓRGANO DEL EQUILIBRIO

Crestas ampulares → receptores sensoriales del movimiento angular de la cabeza

Estructura

Epitelio sensitivo → engrosamiento que surge de la pared membranosa de la ampolla

Lámina propia → centro de tejido conectivo laxo anclado al hueso, bien vascularizado, por donde discurren numerosas fibras nerviosas mielínicas (N. vestibular)

Cúpula → masa de material extracelular gelatinoso que cubre la cresta

Tipos celulares del epitelio sensitivo

1. Células sensoriales vestibulares (mecanoceptores)

- Se caracterizan por presentar un haz ciliar en la superficie apical

→ 1 cinocilio + 60-100 estereocilios (forman hileras que pierden altura conforme se separan del cilio)

→ los cilios se encuentran inmersos dentro de la cúpula

- Hay 2 tipos de células sensoriales vestibulares

• **Tipo I** → forma de pera; se localizan principalmente en la región superior de la cresta

→ rodeadas en su área basal por una terminación dendrítica en forma de copa →

Fibras nerviosas aferentes sensitivas del N. vestibulo coclear

• **Tipo II** → forma cilíndrica; predominan en la base de la cresta

→ en su área basal, las fibras nerviosas aferentes terminan en botones terminales

2. Células de sostén → producen el material de la cúpula

- Área apical

→ alberga a las células pilosas en un fondo de saco

→ Microvellosidades y una red terminal densa (actina)

→ Complejos de unión: unen las células de sostén y las células sensoriales

- Área basal

→ apoyada sobre una LB

→ núcleo en la región basal

→ fibras nerviosas entre los espacios que las separa

Mácula del sáculo y del utrículo → receptores sensoriales de gravedad y aceleración lineal

Estructura

Epitelio sensitivo → engrosamiento que surge de la pared membranosa del sáculo y el utrículo

- Tipos celulares → células ciliadas tipo I, II

→ células de sostén

Lámina propia → tejido conectivo laxo, bien vascularizado, con numerosas fibras nerviosas mielínicas

Membrana otolítica → masa de material extracelular gelatinoso que cubre las máculas

- Otolitos en su superficie externa → cuerpos cristalinos que contienen carbonato cálcico

ÓRGANO DE LA AUDICIÓN

- El órgano de la audición (órgano de Corti) se localiza en la **cóclea o caracol**. El caracol contiene 3 compartimentos paralelos (o rampas) separados
 - Conducto coclear o rampa media (compartimento central) → contiene endolinfa
 - empieza a la altura del conducto de conexión con el sáculo y termina en fondo de saco ciego en el vértice del caracol
 - en su base se apoya el órgano de Corti
 - Rampa vestibular (compartimento sobre el conducto coclear)
 - Rampa timpánica (compartimento debajo del conducto coclear)
 - La rampa vestibular y la timpánica se comunican entre sí en el vértice del caracol por el helicotrema.
 - Están tapizadas por mesotelio
 - Contienen perilinfa.
- Límites del **conducto coclear**
 - Membrana vestibular o de Reissner (límite superior)
 - separa el conducto coclear de la rampa vestibular
 - formada por 2 epitelios planos y una lámina media de tejido conectivo
 - Estría vascular (límite externo o lateral)
 - Epitelio pseudoestratificado → sus células y **capilares** producen endolinfa
 - unida al tejido óseo por el ligamento espiral (tejido conjuntivo denso rico en fibroblastos y vasos sanguíneos)
 - Membrana basilar (límite inferior) → sostiene el **Órgano de Corti**
 - desde la lámina espiral ósea del modíolo hasta el ligamento espiral. Separa el conducto coclear de la rampa timpánica.
 - formada principalmente por la LB de las células de sostén del órgano de Corti y microfibrillas de colágeno (cuerdas auditivas)

Órgano de Corti → receptores sensoriales de la audición

Estructura

Epitelio sensitivo → sobre la membrana basilar

- Células ciliadas → Mecanorreceptores
- Células sostén

Espacios tubulares comunicados entre sí que forman 3 túneles llenos de líquido (cortilinf)

- Túnel interno → Túnel de Corti.
- Espacio de Nuël
- Túnel externo

Membrana tectoria

- Masa acelular gelatinosa → colágeno, sustancia fundamental amorfa y glucoproteínas (otogelina y tectorina)

- Cubre el órgano de Corti
 - está adherida por el extremo interno y libre por el externo
 - entra en contacto con los extremos de los estereocilios de las células ciliadas (externas)
- Las células interdentes secretan la membrana tectoria
 - se localizan en el epitelio que cubre el limbo espiral

Tipos celulares del epitelio sensitivo

1. Células sensoriales ciliadas (mecanoceptores)

- Haz ciliar en la superficie apical → 50-150 estereocilios (cilios sensoriales)
 - No cinocilio → mantienen el cuerpo basal
 - los estereocilios disminuyen de altura al alejarse del cuerpo basal
- 2 tipos de células ciliadas, dispuestas en hilera a lo largo del conducto coclear
 - Células ciliadas internas → forman 1 única hilera celular a lo largo de las 2 vueltas y media del conducto coclear
 - Células ciliadas externas → forman 3-5 hileras

2. Células de sostén

- *Células falángicas* → están unidas por uniones ocluyentes con las células sensoriales, sellando el espacio endolinfático y aislando los espacios intercelulares del Órgano de Corti
 - Tipos
 - Células falángicas internas: rodean completamente a las células ciliadas internas
 - Células falángicas externas: rodean sólo la base de las células ciliadas externas
 - Emiten unas prolongaciones hacia la región apical de las células sensoriales, donde se aplanan y forman una placa
- *Células de los pilares*
 - Superficies apical y basal anchas → forman placas
 - Zona intermedia estrecha → delimitan el túnel de Corti
 - Núcleo basal y citoplasma con gruesos haces de microtúbulos que sustentan la región intermedia.
- *Otros tipos celulares*
 - Células limitantes externas e internas
 - Células de Hensen
 - Células de Claudius y de Böttcher

TEMA 24. GLOBO OCULAR

INTRODUCCIÓN

CÓRNEA

ESCLERÓTICA

COROIDES

CUERPO CILIAR

IRIS

RETINA

Tipos celulares

Capas y conexiones

Nervio óptico

MEDIOS REFRINGENTES DEL OJO

Córnea

Humor acuoso

Cristalino

Humor vítreo

INTRODUCCIÓN

El globo ocular es el órgano de la visión; su función principal es proteger y facilitar la función foterreceptora de la retina. Es una esfera irregular que se localiza en el tercio anterior de cavidad orbitaria y se conecta con el encéfalo a través del nervio óptico.

La pared del globo ocular está formada por **3 capas o túnicas** concéntricas:

1. La túnica fibrosa (capa externa), formada por la córnea y la esclerótica. El límite entre la córnea y la esclerótica se denomina limbo esclero-corneal.
2. La túnica vascular o úvea (capa intermedia), formada la coroides, el cuerpo ciliar y el iris.
3. La túnica nerviosa o retina (capa interna), formada por una región neural o visual, que contiene los receptores sensoriales y redes neuronales complejas, y una región ciega que carece de receptores sensoriales. El límite entre ambas regiones se denomina *ora serrata*, que también marca el límite entre la coroides y el cuerpo ciliar.

Dentro del globo ocular hay **3 cámaras** interconectadas:

1. La cámara anterior, entre la córnea y el iris
2. La cámara posterior, entre el iris y el cristalino.

La cámara anterior y la posterior están comunicadas a través de la pupila y en ambas se encuentra el humor acuoso.

El cristalino es una lente biconvexa, suspendida del cuerpo ciliar y que se sitúa entre la cámara posterior y la vítrea.

3. La cámara vítrea, entre el cristalino y la retina, contiene el cuerpo vítreo.

La luz debe atravesar diversas estructuras hasta llegar a la retina. Estas estructuras transparentes constituyen los **medios refringentes** del globo ocular, los cuales modifican el trayecto de los rayos de luz y los enfoca sobre la retina. Son:

1. Córnea
2. Humor acuoso
3. Cristalino
4. Humor vítreo

El globo ocular cuenta con varias **estructuras de sostén y protección**. Dentro de la cavidad orbitaria el globo ocular está rodeado por tejido conjuntivo laxo y tejido adiposo y está sostenido por 6 músculos que controlan sus movimientos. Los párpados, la conjuntiva y el aparato lagrimal protegen el globo ocular.

TÚNICA FIBROSA

Córnea

La córnea es una estructura convexa y transparente, carente de vasos sanguíneos y linfáticos, y con una rica innervación. Está localizada en la parte anterior la túnica fibrosa y presenta un grosor de aproximadamente 1 mm, siendo más gruesa en la periferia que en el centro.

La córnea está formada por 5 capas:

1. El **epitelio anterior** (epitelio corneal), un epitelio plano estratificado no queratinizado formado por 5-7 capas de células. Las células superficiales presentan microvellosidades que ayudan a mantener la película humectante sobre su superficie.
En el limbo esclero-corneal, el epitelio anterior de la córnea aumenta de grosor (hasta 10-12 capas de células) y se continua con el epitelio de la conjuntiva.
2. La **membrana de Bowman**, una capa de tejido conjuntivo denso, de aspecto homogéneo y de unas 10 μm de grosor. Está compuesta por fibrillas de colágeno de tipo I que se distribuyen de forma irregular.
3. El **estroma** de la córnea (o sustancia propia), una capa de tejido conjuntivo denso regular bitenso que representa el 90% del grosor de la córnea.
 - Está compuesta por 50-60 capas o láminas formadas por fibras de colágeno (tipo I y V). En cada lámina, las fibras de colágeno son paralelas entre sí, pero en las capas sucesivas su orientación cambia formando ángulos de 90°.
 - Entre las láminas hay numerosos fibroblastos aplanados, denominados queratocitos, rodeados por matriz extracelular en la que abundan los proteoglicanos.
4. La **membrana de Decement**, una gruesa lámina basal (5-10 μm) formada por colágeno de tipo VII. Esta membrana la sintetizan las células de la siguiente capa, el epitelio posterior de la córnea.
5. El **epitelio posterior** (endotelio corneal), un epitelio plano simple que reviste la superficie posterior de la córnea y limita con la cámara anterior del globo ocular.

Esclerótica

La esclerótica es una capa blanca y opaca que forma la mayor parte de la túnica fibrosa del globo ocular (ocupa los 5/6 posteriores). Está compuesta principalmente por **tejido conjuntivo denso** regular bitenso, formado por haces de fibras de colágeno aplanados y compactos, orientados en distintas direcciones y dispuestos en planos paralelos a la superficie. Entre los haces de colágeno hay algunas fibras elásticas y fibroblastos. La esclerótica contiene vasos sanguíneos y fibras nerviosas.

En la esclerótica se encuentra:

- Una capa de tejido conjuntivo laxo que rodea la cara externa de la esclerótica denominada **lámina episcleral**.
- La inserción de los tendones de los músculos extrínsecos del ojo, en la parte anterior de la superficie externa de la esclerótica.
- En la parte posterior, la esclerótica se continúa con la duramadre que rodea el nervio óptico. Las fibras del nervio óptico atraviesan la esclerótica por la **lámina cribosa**.

Limbo esclero-corneal

El limbo esclero-corneal es la zona de transición entre la córnea y la esclerótica. Como se ha dicho anteriormente, en esta zona el epitelio anterior de la córnea se continua con el epitelio de la conjuntiva. En el limbo la organización de las láminas de colágeno del estroma de la córnea se vuelve más irregular y se mezclan con los haces de colágeno de la esclerótica.

En la parte interna del limbo esclero-corneal (en la región del ángulo que se forma entre el iris y la córnea) se produce el **drenaje del humor acuoso**. El humor acuoso circula siguiendo la siguiente trayectoria:

- Se produce en la cámara posterior del globo ocular (ver los procesos ciliares).
- Fluye a través del orificio pupilar hacia la cámara anterior.
- Circula por el ángulo irido-corneal a los **espacios de Fontana**, en el limbo esclero-corneal. Los espacios de Fontana son un sistema de conductos y espacios delimitados por una malla de finas trabéculas de tejido conjuntivo laxo revestidas de células epiteliales muy aplanadas.
- Fluye hacia el **conducto de Schlemm**, un vaso anular que forma un círculo completo alrededor de la córnea, en la zona del limbo. El conducto de Schlemm está revestido por células endoteliales con una lámina basal incompleta. Por este conducto se drena el 80% del humor acuoso; el 20% restante se infiltra por el tejido conjuntivo que rodea las células musculares del cuerpo ciliar.
- Drena a través de las redes venosas de la esclerótica.

TÚNICA VASCULAR

Coroides

La coroides una capa muy vascularizada situada entre la esclerótica y la retina y que ocupa los 2/3 posteriores del globo ocular (hasta la *ora serrata*).

A partir de la esclerótica, en la coroides se diferencian 4 capas:

1. La **lámina supracoroidea o lámina fusca**, una capa fina que une la cara interna de la esclerótica y la coroides. Está compuesta por tejido conectivo laxo con fibras de colágeno y elásticas y abundantes melanocitos.
2. La **lámina vascular o estroma coroideo**, la capa más gruesa de la coroides. Está compuesta por numerosas arterias y venas de mediano y pequeño calibre rodeadas de tejido conjuntivo laxo con fibras de colágeno y elásticas, algunas células musculares lisas y abundantes melanocitos.
3. La **capa coriocapilar**, una fina capa formada por una densa red de capilares fenestrados procedentes de las arterias de la capa vascular y que drenan a las venas de dicha capa. Esta red de capilares se dispone en un único plano alrededor del epitelio pigmentario de la retina y aporta oxígeno y nutrientes a sus capas más externas.
4. La **membrana de Bruch**, una estructura multilaminar delgada formada por una capa central de fibras elásticas y colágenas, la lámina basal de las células endoteliales de la capa capilar y la lámina basal de las células epiteliales de la retina.

Cuerpo ciliar

El cuerpo ciliar es un engrosamiento anular del extremo anterior de la coroides que se extiende desde la *ora serrata* hasta la raíz del iris. Sus funciones principales son la acomodación del ojo y la producción del humor acuoso.

La **parte anterior** del cuerpo ciliar está formada por las siguientes estructuras (de fuera a dentro):

- El **músculo ciliar**, un músculo liso compuesto por una red compleja de fibras musculares muy innervadas. Las fibras musculares de la parte externa del músculo tienen una distribución principalmente longitudinal, las centrales oblicua y las internas circular.
El músculo ciliar actúa sobre la “zonula de Zinn” o ligamento suspensorio del cristalino, por lo que es un elemento importante en el mecanismo de acomodación del ojo.
- El **estroma ciliar**, compuesto por tejido conectivo laxo muy vascularizado y con abundantes melanocitos (está en continuidad con el estroma coroideo).
- Los **procesos ciliares**, numerosos engrosamientos radiales del estroma ciliar (aproximadamente 75) que se proyectan en la cámara posterior del globo ocular. Constan de un eje de tejido conectivo laxo (continuación del estroma ciliar) que contiene numerosos capilares fenestrados.
- El **epitelio ciliar**, que cubre los procesos ciliares y la parte posterior del cuerpo ciliar. Las células epiteliales que cubre los procesos ciliares produce el humor acuoso a partir de la sangre de los capilares de los procesos ciliares.

El epitelio ciliar está formado por 2 capas de epitelio simple (cúbico / cilíndrico), con los dominios apicales enfrentados y numerosas invaginaciones en los dominios basales. Las 2 capas que forman el epitelio ciliar son:

- Una capa epitelial externa pigmentada, que se continúa con el epitelio pigmentado de la retina. El epitelio posee una lámina basal unida al tejido conectivo de los procesos ciliares.
- Una capa interna no pigmentada, cuya lámina basal limita con la cámara posterior del ojo. Estas células sintetizan las fibras de la “zonula de Zinn” que se insertan en su lámina basal y se dirigen al cristalino.

La **parte posterior** del cuerpo ciliar está formada por sólo por el epitelio ciliar.

Iris

El iris es un anillo aplanado cuyo orificio central es la pupila. Se continúa con la parte anterior del cuerpo ciliar y actúa como un diafragma contráctil que regula la entrada de la luz en el globo ocular.

El iris está formado por las siguientes estructuras:

- El **estroma**, situado en la parte anterior (externa) del iris. Está en continuidad con el estroma ciliar y está compuesto por tejido conectivo laxo muy vascularizado con una cantidad variable de melanocitos.
 - La superficie anterior del iris, que forma numerosos surcos y crestas radiales, es la capa más anterior del estroma; está formada por abundantes fibroblastos aplanados y estrellados y algunos melanocitos debajo de ellos.
 - En el estroma del iris que rodea la pupila se encuentra un grupo de células musculares lisas de distribución concéntrica, que forman el músculo esfínter de la pupila.
- El **epitelio del iris**, reviste la superficie posterior (interna) del iris. El epitelio está formado por 2 capas de células pigmentadas, con los dominios apicales enfrentados, que son continuación de epitelio ciliar. Las 2 capas que constituyen el epitelio del iris son:
 - Una capa anterior (externa) formada por células mioepiteliales pigmentadas que forman el músculo dilatador de la pupila.
 - Una capa posterior (interna) formada por células epiteliales muy pigmentadas.

TÚNICA NERVIOSA O RETINA

La retina es la capa más interna de las 3 capas del globo ocular. Consta de 2 **regiones**:

1. Una región neural o visual, que contiene los fotorreceptores y tejido nervioso. Ocupa los 2/3 posteriores del globo ocular, desde la *ora serrata* hasta el lugar de origen del nervio óptico (la papila óptica).

2. Una región ciega, por delante de la *ora serrata*. Está formada por el epitelio que cubre la superficie posterior del cuerpo ciliar (epitelio ciliar) y del iris (epitelio del iris).

La **región visual** de la retina está compuesta por 2 **hojas**:

1. La **hoja externa** de la retina, formada por el **epitelio pigmentado** de la retina. Consiste en un epitelio cúbico simple pigmentado, cuyo dominio basal está firmemente adherido a la coroides a través de la membrana de Bruch.
2. La **hoja interna** de la retina o **retina nerviosa**, que contiene diversas células nerviosas que se pueden agrupar en 4 tipos celulares:
 - **Células fotorreceptoras**, neuronas sensibles a la luz
 - **Neuronas de conducción**, que transmiten radialmente el impulso recibido de las células fotorreceptoras hacia el cerebro. Hay 2 tipos de neuronas de conducción: las células bipolares y las células ganglionares.
 - **Neuronas de asociación**, que transmiten lateralmente la actividad nerviosa en la retina. Hay 2 tipos principales de neuronas de asociación: las células horizontales y las células amacrinas.
 - **Células de la neuroglía**. Hay 3 tipos: las células de Müller, astrocitos y microglía.

La forma en que se organizan estas células y sus conexiones hace que mediante microscopía óptica se puedan observar **10 capas** en la región visual de la retina. A continuación se van a describir las células que forman la retina visual y posteriormente se resumirán los contenidos de las 10 capas.

Hoja externa de la retina: el epitelio pigmentado de la retina

Las células del epitelio pigmentado se caracterizan por:

- Gran cantidad de gránulos de melanina en la región apical.
- Numerosas prolongaciones alargadas y delgadas de la membrana apical que rodean los segmentos externos de las células fotorreceptoras. Las prolongaciones de las células epiteliales y las células fotorreceptoras no presentan ninguna unión celular, se mantienen unidas por una matriz extracelular.
- Complejos de unión entre las células formando una barrera selectiva entre el sistema vascular de la coroides y las células fotorreceptoras (barrera hemato-retiniana externa).
- Abundantes fagosomas. Las células epiteliales fagocitan los discos membranosos de los segmentos externos de los fotorreceptores durante el proceso de renovación de los mismos.
- Núcleo en la región basal
- Membrana basal con numerosos pliegues.

- La lámina basal de las células forma parte de la membrana de Bruch

El epitelio pigmentado forma la 1ª capa de la retina.

Hoja interna de la retina

Células fotorreceptoras

Las células fotorreceptoras son neuronas alargadas que se orientan radialmente en la retina. Hay 2 tipos de células fotorreceptoras, los **conos** y los **bastones**, muy similares en tamaño y estructura. Los conos son menos abundantes que los bastones (5 millones) y perciben el color y los detalles. Los bastones (92 millones) son más sensibles a la luz e intervienen en la visión nocturna. Los conos se distribuyen por toda la retina, aunque su densidad es mucho mayor en la fóvea central (zona de la retina localizada en el centro del fondo de ojo donde la visión es más nítida). Esta zona carece de bastones.

Las células fotorreceptoras son muy similares en tamaño y estructura. Constan de:

- La PROLONGACIÓN CELULAR, orientada hacia la parte externa del globo ocular. Cada prolongación consta de 3 partes:

- El segmento externo. Es la región fotosensible de las células, que limita con el epitelio pigmentado. Las células fotorreceptoras se denominan conos o bastones debido a la forma de su segmento externo, cónica y gruesa en el caso de los conos y cilíndrica y delgada en el caso de los bastones. Al igual que las células, sus segmentos externos reciben también el nombre de conos o bastones.

El segmento externo contiene numerosos discos membranosos horizontales (aproximadamente 1000) que se forman por invaginaciones de la membrana plasmática. En los discos membranosos se encuentra el pigmento visual, la rodopsina en el caso de los bastones y la yodopsina en conos. Los discos membranosos se producen y eliminan continuamente; los discos eliminados son fagocitados por las células del epitelio pigmentado.

- El segmento interno. Se divide en 2 regiones, la elipsoide (externa) y la mioide (interna). En la región elipsoide se concentran las mitocondrias de la célula y en la mioide el aparato de Golgi, el REL, RER y los ribosomas. El segmento interno de los conos es más grueso que el de los bastones.

- La región de conexión entre el segmento externo e interno, una zona estrecha de la célula que contiene un cilio modificado.

Las prolongaciones celulares de las células fotorreceptoras forman la 2ª capa de la retina (conos y bastones).

- La FIBRA EXTERNA, una región relativamente delgada de la célula que conecta el segmento interno de la célula con la región del núcleo. En esta región, las células

fotorreceptoras forman uniones adherentes con el extremo apical de las células de Müller.

Los complejos de unión entre las fibras externas de las células fotorreceptoras y las células de Müller forman la 3ª capa de la retina (membrana limitante externa).

- El NÚCLEO. Los núcleos de los conos son un poco más ovalados y grandes que los núcleos de los bastones.

Los núcleos de las células fotorreceptoras forman la 4ª capa de la retina (nuclear externa).

- La FIBRA INTERNA, una prolongación fina de la célula que se extiende desde la región del núcleo hasta la región sináptica. En el caso de los conos, la región sináptica se denomina pedículo y es más compleja y amplia que la de los bastones que se denomina esférula.

Las fibras internas y regiones sinápticas de las células fotorreceptoras forman parte de la 5ª capa de la retina (plexiforme externa).

Neuronas de conducción

Las células bipolares son neuronas bipolares típicas orientadas radialmente en la retina. Estas células relacionan las células fotorreceptoras con las ganglionares.

Hay 2 tipos principales de células bipolares:

- Células bipolares de bastón: establecen sinapsis con las esférulas de los bastones.
- Células bipolares de cono: establecen sinapsis con los pedículos de los conos. En la fóvea central una célula bipolar conecta un cono con 1 una célula ganglionar; fuera de la fóvea central, varios conos están vinculados con una célula bipolar.

Las dendritas de las células bipolares forman parte de la 5ª capa de la retina (plexiforme externa), los núcleos de la 6ª capa (nuclear interna) y los axones de la 7ª (plexiforme interna).

Las células ganglionares son neuronas multipolares grandes que relacionan las células bipolares con el encéfalo. Sus prolongaciones dendríticas establecen sinapsis con las células bipolares y sus axones abandonan la retina formando el nervio óptico.

En general una célula ganglionar establece sinapsis con numerosas células bipolares; alrededor de la fóvea central, una célula ganglionar establece sinapsis con una única célula bipolar (que recibe impulsos de 1 cono).

Las dendritas de las células ganglionares forman parte de la 7ª capa de la retina (plexiforme interna), los núcleos de la 8ª (ganglionar) y los axones de la 9ª (fibras del nervio óptico).

Neuronas de asociación

Las células horizontales son interneuronas cuyas prolongaciones celulares se extienden lateralmente y establecen sinapsis con numerosas esférulas y pedículos de las células fotorreceptoras y con las células bipolares.

Las prolongaciones de las células horizontales forman parte de la 5ª capa de la retina (plexiforme externa) y los núcleos de la 6ª capa (nuclear interna).

Las células amacrinas son interneuronas cuyas prolongaciones celulares establecen sinapsis con los axones de las células bipolares, las dendritas de las células ganglionares y con otras células amacrinas.

Las núcleos de las células amacrinas forman parte de la 6ª capa de la retina (nuclear interna) y sus prolongaciones de la 7ª capa (plexiforme interna).

Células de la neuroglía

Las células de Müller son una glía especializada de la retina. Son células grandes y largas cuyas prolongaciones se extienden por prácticamente todas las capas de la retina (desde la 3ª a la 10ª). Las prolongaciones citoplasmática de las células de Müller envuelven a las otras células de la retina y rellenan los espacios que hay entre ellas.

Las núcleos de las células de Müller forman parte de la 6ª capa de la retina (nuclear interna), su extremo apical forma parte de la 3ª (membrana limitante externa) y su lámina basal forma la 10ª (membrana limitante interna).

Capas de la retina

Del exterior al interior, las capas de la retina son:

1ª Capa: el epitelio pigmentado de la retina, que se corresponde con la hoja interna de la retina.

2ª Capa: conos y bastones, formada por las prolongaciones celulares de las células fotorreceptoras (segmentos externo e interno y la región de conexión).

3ª Capa: membrana limitante externa, formada por complejos de unión (*zonulae adherentes*) que unen los extremos apicales de las células de Müller entre sí y con las fibras externas de las células fotorreceptoras.

4ª Capa: nuclear externa, formada por los núcleos de las células fotorreceptoras. Los núcleos de los conos son más ovalados y grandes que los núcleos de los bastones, y generalmente forman una hilera junto a la membrana limitante externa.

5ª Capa: plexiforme externa, formada por la fibra interna y la región sináptica de las células fotorreceptoras, las dendritas de las células bipolares y prolongaciones de las células horizontales. En esta capa las células fotorreceptoras establecen sinapsis con las células bipolares, las células horizontales y con otras células fotorreceptoras.

6ª Capa: nuclear interna, formada por los núcleos de las células bipolares, horizontales, amacrinas y de Müller.

Los núcleos de las células horizontales se localizan en la parte más externa de esta capa y los núcleos de las células amacrinas en la parte más interna. Los núcleos de las células

amacrinas también pueden localizarse en la parte más externa de la capa ganglionar (8ª capa).

En la retina, los capilares están presentes sólo desde la capa nuclear interna hasta la membrana limitante interna (10ª capa).

7ª Capa: plexiforme interna, formada por los axones de las células bipolares, las dendritas de las células ganglionares y prolongaciones de las células amacrinas. En esta capa las células bipolares establecen sinapsis con las células ganglionares y amacrinas.

8ª Capa: ganglionar, formada por los núcleos (grandes y eucromáticos) de las células ganglionares. En la mayor parte de la capa los núcleos forman una única hilera, excepto en la zona de alrededor de la fóvea central donde pueden formar hasta 10 hileras que van disminuyendo en número hasta prácticamente desaparecer en la fóvea central.

9ª Capa: fibras del nervio óptico, formada por los axones amielínicos de las células ganglionares. Los axones discurren paralelos a la superficie interna de la retina y convergen la papila del nervio óptico por donde abandona la retina formando el nervio óptico.

10ª Capa: membrana limitante interna, formada por la membrana basal y la lámina basal de las células de Müller.

Regiones especializadas de la retina

En la retina visual hay 2 regiones especializadas donde las células no se organizan formando las 10 capas descritas anteriormente.

- **Fóvea central**, una depresión de la superficie interna de la retina, de unos 1,5 mm de diámetro, que se localiza en el centro del fondo de ojo.

La fóvea central es la zona de la retina de mayor agudeza visual. Se caracteriza por la presencia de numerosos conos muy alargados y la ausencia de bastones; el resto de estructuras de la retina están desplazadas lateralmente permitiendo a la luz incidir directamente en las células fotorreceptoras. En esta región, cada cono está conectado sólo con una célula bipolar que establece sinapsis sólo con una célula ganglionar.

La fóvea está rodeada por una región amarillenta (por su contenido en pigmentos carotenoides) denominada mácula lútea.

- **Disco óptico**, un área de la región posterior de la retina, de unos 1,5 mm de diámetro, donde convergen los axones de las células ganglionares y abandonan la retina atravesando la lámina cribosa (de la esclerótica) y formando el nervio óptico. Dado que el disco óptico carece de células fotorreceptoras y de otras neuronas se le denomina "punto ciego".

En esta región, los axones de las células ganglionares no están mielinizados y prolongaciones de astrocitos los separan de las estructuras adyacentes (cuerpo vítreo, el final de las capas de la retina y la lámina cribosa).

Por el disco óptico entra en la retina la arteria central y sale la vena central.

Nervio óptico

El nervio óptico es una parte del sistema nervioso central que conecta el glóbulo ocular con el cerebro. Está formado por alrededor de 1,2 millones de axones de las células ganglionares de la retina; los axones están mielinizados por oligodendrocitos en un grado variable.

El nervio óptico está rodeado por la duramadre, que se continúa con la esclerótica, la aracnoides y la piamadre. De la piamadre parten numerosos tabiques muy finos de tejido conjuntivo que rodean las fibras nerviosas formando fascículos nerviosos. Las fibras nerviosas están separadas del tejido conjuntivo y de los capilares por prolongaciones de astrocitos.

MEDIOS REFRINGENTES DEL OJO

La **córnea** (descrita en la túnica fibrosa).

El **humor acuoso**, un líquido transparente que se encuentra en la cámara anterior y posterior del ojo. Su función principal es nutrir al cristalino y la córnea. Como se ha descrito anteriormente, se produce los procesos ciliares y se drena en el limbo esclero-corneal.

Cristalino

Estructura biconvexa, con propiedades elásticas, avascular y transparente, que se encuentra inmersa en el humor acuoso y suspendida del cuerpo ciliar por las fibras de la “zonula de Zinn”. La tensión de estas fibras (producida por el músculo ciliar) hace que el cristalino se aplane permitiendo así el enfoque sobre la retina de los objetos lejanos. La relajación de la tensión de las fibras hace que el cristalino se abombe y se enfoquen los objetos cercanos (acomodación del globo acular).

El cristalino está formado por las siguientes estructuras:

- La **cápsula del cristalino**, una lámina basal muy gruesa producida por las células del epitelio subcapsular. Cubre toda la superficie del cristalino y es más gruesa en el ecuador, donde se insertan las fibras de la “zonula de Zinn”.
- El **epitelio subcapsular**, un epitelio cúbico simple que se localiza solamente en la superficie anterior del cristalino. En la zona del ecuador, las células del epitelio se dividen ocasionalmente y se diferencian en las fibras del cristalino: sintetizan proteínas características (cristalinas), se alargan enormemente y pierden su núcleo y orgánulos.
- Las **fibras del cristalino**, células del epitelio subcapsular diferenciadas que se disponen en láminas concéntricas formando la **sustancia** del cristalino. En la sustancia del cristalino se diferencian 2 zonas:

- Corteza: zona periférica formada por fibras más recientes que pueden contener el núcleo celular.
- Núcleo: zona central del cristalino formado por fibras más maduras, delgadas y comprimidas. Las fibras del núcleo carecen de núcleo y orgánulos.

Cuerpo vítreo

Sustancia gelatinosa avascular y transparente que rellena las 4/5 partes posteriores del globo ocular, desde el cristalino hasta la retina, a la que se adhiere laxamente.

En el cuerpo vítreo está compuesto por:

- Agua (99%) y ácido hialurónico polimerizado.
- Una pequeña cantidad de fibrillas de colágeno de tipo II, que cruzan el cuerpo vítreo en diferentes direcciones. La densidad de las fibras de colágeno aumenta ligeramente en la periferia donde forman la cápsula del cuerpo vítreo.
- Una pequeña cantidad de hialocitos, células del cuerpo vítreo que sintetizan el colágeno y el ácido hialurónico y se cree que también tienen una función fagocítica.

PROTECCIÓN DEL GLOBO OCULAR

Conjuntiva

La conjuntiva es una mucosa delgada y transparente que recubre la superficie interna de los párpados y la superficie expuesta de la esclerótica.

Estructura:

- Epitelio estratificado cilíndrico (hay variaciones según la zona), con abundantes células caliciformes secretoras de moco.
- Lámina propia compuesta por tejido conectivo laxo

Párpados

En cada párpado se pueden diferenciar 3 regiones:

- Región externa o cutánea, formada por una piel muy fina (con glándulas sudoríparas y sebáceas) y, en la zona más profunda, tejido muscular esquelético estriado (porción palpebral del músculo orbicular de los párpados).
- Región interna o conjuntival, formada por la conjuntiva palpebral y por debajo, la placa tarsal, formada por tejido conjuntivo denso fibroelástico. La placa tarsal contiene unas 20-25 glándulas de Meibomio, unas glándulas sebáceas cuyos conductos excretores desembocan en el borde libre del párpado.
- Borde libre, donde se implantan las pestañas. Asociadas a las pestañas se encuentran unas glándulas sebáceas pequeñas denominadas glándulas de Zeis. En el borde libre del párpado, además de glándulas de Meibomio desembocan las de Moll, unas pequeñas glándulas sudoríparas modificadas.

Glándulas lagrimales

Las glándulas lagrimales principales son glándulas compuestas tubuloacinares serosas que tienen cada una unos 12 conductos excretores. Los conductos excretores desembocan debajo del párpado superior, donde vierten las lágrimas.

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

TEMA 25. MÉDULA ESPINAL

INTRODUCCIÓN

SUSTANCIA GRIS

Tipos celulares

SUSTANCIA BLANCA

INTRODUCCIÓN

- Situada en el canal vertebral
 - comienza al final del bulbo raquídeo y termina a la altura de la 1ª / 2ª vértebra lumbar

Estructura simétrica bilateral

- Conducto central → epéndimo
 - Sustancia gris interior
 - astas posteriores (dorsales), anteriores (ventrales) y laterales (C8 a L3 y S2 a S4)
 - las astas de un lateral están unidas a la sustancia gris contralateral por la comisura gris central
 - Sustancia blanca exterior
 - cordones posteriores, anteriores y laterales
 - Meninges
- La estructura de la medula espinal es básicamente similar en toda su longitud → diferencias
 - Médula espinal cervical
 - Forma oval → el diámetro transversal el mayor
 - Abundante sustancia gris
 - Asta anterior gruesa y posterior relativamente fina
 - Médula espinal torácica
 - Forma redonda (un poco ovalada)
 - Poca sustancia gris en relación a la sustancia blanca.
 - Astas anterior y posterior finas
 - Asta lateral
 - Médula espinal lumbar
 - Forma redondeada
 - Abundante sustancia gris → predomina sobre la sustancia blanca
 - Astas anterior y posterior gruesas
 - Médula espinal sacra
 - Forma redondeada
 - Abundante sustancia gris y escasa sustancia blanca

SUSTANCIA GRIS

- somas neuronales, fibras nerviosas (amielínicas) y neuroglía
 - **Astas posteriores** (o dorsales) → neuronas asociadas a las N. sensitivas
 - **Astas anteriores** (o ventrales) → neuronas somatomotoras
 - **Astas laterales** → neuronas vegetativas preganglionares

Tipos de neuronas

→ neuronas multipolares

1. Neuronas radiculares → el axón abandona la médula a través de la raíz ventral

Somatomotoras → el soma se localiza en el asta anterior

- *Motoneuronas α* (50-100 micras)

→ el axón termina en la placa motora

- *Motoneuronas γ* (25 micras)

→ el axón termina en los husos neuromusculares

Visceromotoras

→ más pequeñas que las somatomotoras (12 – 45 micras)

→ el axón sale por el asta anterior y llega al ganglio vegetativo

- *Sistema nervioso simpático* → somas en el asta lateral de la médula torácica-lumbar superior

- *Sistema nervioso parasimpático* → somas en la médula sacra

2. Neuronas interiores → la neurona completa permanece en el SNC

Propias de la médula espinal → soma + axón permanecen en la médula espinal

→ captan los impulsos de los axones de las neuronas sensitivas que entran en la médula espinal por la raíz dorsal (soma en los ganglios espinales), y lo transmiten a neuronas diversas de la médula espinal

- *Neuronas intercalares* → conectan neuronas homolaterales dentro de un segmento

- *Neuronas comisurales* → conectan neuronas contra-laterales en un segmento (cruzan por la comisura gris)

- *Neuronas de asociación* → conectan neuronas de segmentos diferentes de la médula

- *Neuronas de Renshaw* → interneuronas pequeñas que asocian neuronas somatomotoras

Cordonales

→ neuronas grandes

→ el soma se localiza en el asta dorsal y el axón se mieliniza rápidamente y asciende al encéfalo por los cordones anteriores o laterales de la sustancia blanca

Neuroglía

1. Glía intersticial

Astrocitos

- Protoplasmáticos

- Radiales

→ el soma se localiza en el límite entre las sustancia gris y blanca

→ una prolongación citoplasmática (o haz de prolongaciones) se dirige a cada lado de la célula → una se dirige hacia la superficie y otra el interior de la médula espinal

Oligodendrocitos

Microglía

2. Glía epitelial

Ependimocitos → tapizan el canal central de la médula espinal

SUSTANCIA BLANCA

→ formada por fibras nerviosas (mayoritariamente mielínicas) + neuroglía

- La sustancia blanca se divide en el cordón anterior, el cordón lateral y el cordón posterior
→ cada cordón está formado por varios fascículos de fibras nerviosas con funciones diferentes

Fibras nerviosas

- Descendentes → sus somas se localizan en el encéfalo y conducen impulsos nerviosos hacia la médula espinal
- Ascendentes → sus somas se localizan en la médula espinal y conducen impulsos nerviosos hacia el encéfalo
- Propias → pertenecen a neuronas propias de la médula

Neuroglía

- Astrocitos → Fibrosos + Radiales
- Oligodendrocitos
- Microglía

TEMA 26.- CORTEZA CEREBELOSA

INTRODUCCIÓN

CÉLULAS DE PURKINJE

CAPA GRANULOSA

Tipos celulares

Fibras

Glomérulo cerebeloso

CAPA MOLECULAR

Tipos celulares

Fibras

INTRODUCCIÓN

- Sustancia blanca interior
 - “Arborizada”
- Sustancia gris exterior → forma la **corteza cerebelosa**
 - forma pliegues delgados y largos, separados por surcos
 - Capas:
 - Capa molecular
 - Capa de células de Purkinje
 - Capa granulosa
 - **Laminillas cerebelosas** → formadas por un eje de sustancia blanca (lámina) recubierto por una banda de sustancia gris
- Meninges

CORTEZA CEREBELOSA

Capa de células de Purkinje

- estrato delgado localizado entre las capas molecular y granular
- formada por los somas de las células de Purkinje (neurona multipolar)
- Soma → grande (30 micras), piriforme
 - núcleo grande y nucléolo voluminoso
- Dendritas → en la capa molecular
- Axón mielinizado → se dirige hacia la capa granular

Capa molecular

- desde las células de Purkinje hasta la piamadre

Neuronas

- células pequeñas, con morfología estrellada (interneuronas)

Células estralladas (superficiales)

- Soma localizado en los 2/3 superiores de la capa
- 5-6 dendritas cortas
- Axón amielínico que sinapta con dendritas y somas de las células de Purkinje

Células en cesta (profundas)

- Soma → encima de la hilera de los somas de las células de Purkinje
- Múltiples dendritas ramificadas
- Axón amielínico → emite colaterales descendentes que rodean los somas de numerosas células de Purkinje como si fueran una cesta y ascendentes hasta las dendritas de las células de Purkinje

Fibras nerviosas

Árbol dendrítico de las cel. de Purkinje

- Del soma de las células de Purkinje se forman de 1 a 3 dendritas gruesas (dendritas primarias) que se ramifican profusamente en numerosas dendritas terminales
 - el árbol dendrítico se forma en un plano, orientado perpendicular al eje de la laminilla
- Las dendritas presentan numerosas espinas dendríticas

Árbol dendrítico de las células de Golgi

- Dendritas rectilíneas, poco ramificadas
 - del soma (en la capa granulosa) nacen las dendritas principales (≈ 5) → se dicotomizan e incurvan para alcanzar la capa molecular
 - el campo dendrítico está dispuesto, en todos los planos
- Soma y axón (*muy ramificado*) → en la capa granulosa

Fibras paralelas

- Ramificaciones axónicas de las células de la granulosa → el axón asciende a la capa molecular, se divide en T dando dos ramas contrapuestas que avanzan en sentido longitudinal y que constituyen las fibras paralelas
 - discurren paralelas al eje longitudinal de las laminillas cerebelosas y, por lo tanto, perpendiculares al árbol dendrítico de las células de Purkinje (esta disposición les permite contactar con un gran número de células de Purkinje)

Fibras trepadoras

- Ramificaciones axónicas de neuronas de la oliva bulbar
 - en la capa granular se dividen en unas 10 ramas → cada rama se dirige a una célula de Purkinje donde emiten ramas colaterales que trepan por sus dendritas principales
 - en el ascenso dan lugar a ramas delgadas → sinapsis sobre el árbol dendrítico de las células de Purkinje
 - también establecen sinapsis con dendritas de las células estrelladas y en cesta

Fibras intrínsecas

Glía (sustancia gris)

Glía de Bergmann (astrocitos radiales)

- Soma → en la región de los somas de células de Purkinje
- Prolongaciones laminares → envuelven los somas de las células de Purkinje y zonas asinápticas de sus dendritas
- Prolongaciones radiales (de 1 a 3) muy varicosas → atraviesan la capa molecular → forman la glía marginal (piamadre).

Células de Fañanás (astrocitos)

- Células pequeñas, con abundantes prolongaciones finas, cuyos cuerpos celulares se sitúan en posiciones más altas en la capa molecular

Capa granulosa

→ desde la sustancia blanca hasta las células de Purkinje

Neuronas

Células granulosas

- son muy abundantes y el elemento más característico de esta capa
- Soma (agrupados)
 - esférico y pequeño, ocupado principalmente por el núcleo
- Dendritas (≈ 4) → cortas, no ramificadas, permanecen en la capa granulosa
 - terminan en una pequeña arborización (garra) → confluyen en los glomérulos cerebelosos donde forman sinapsis complejas con las fibras musgosas
- Axón → *asciende a la capa molecular y forma las fibras paralelas*

Células de Golgi

- Soma → relativamente grande, estrellado
 - aislados, situados a todas las alturas en la capa granulosa
- Axón → muy ramificado por toda la capa granulosa
 - se divide rápidamente en numerosas ramas que se extienden por todo el espesor de la capa granulosa.
 - ocupa un volumen similar al de su árbol dendrítico.
 - las ramas terminales del axón acaban en los glomérulos cerebelosos
- Dendritas → en la capa molecular

Fibras nerviosas

Axón de las células de Purkinje

- Única fibra eferente del cerebelo
- Fibra mielínica que va desde el soma neuronal células de Purkinje hasta los núcleos medulares (principalmente los núcleos vestibulares) localizados en la médula cerebelosa.
 - Forman ramas colaterales que ascienden hacia los somas de las células de Purkinje, células en cesto y células de Golgi

Fibras musgosas

- Axones de neuronas cuyo soma se encuentra en otras áreas del SNC (médula espinal, protuberancia o núcleos vestibulares)
 - atraviesan la médula cerebelosa donde se bifurcan → sus ramas entran en diversas laminillas → alcanzan la capa granulosa
 - las ramas se expanden formando unos terminales sinápticos en forma de racimos (rosetas) que ocupan el centro de los glomérulos cerebelosos

Fibras trepadoras → se dirigen a la capa molecular

Fibras intrínsecas

Glomérulos cerebelosos

- Pequeños espacios acelulares eosinófilos
- Zonas de sinapsis compleja
 - fibras musgosas, dendritas de las células granulosas, axones de las células de Golgi
 - envueltos por prolongaciones laminares de los astrocitos velados

Glía (sustancia gris)**Astrocitos velados**

- Prolongaciones laminares (en velo) que envuelven los glomérulos

SUSTANCIA BLANCA

- Está formada por
 - fibras nerviosas (eferentes, aferentes e intrínsecas) + glía
 - en su profundidad se encuentran los núcleos cerebelosos

TEMA 27.- CORTEZA CEREBRAL

INTRODUCCIÓN

TIPOS DE CORTEZA CEREBRAL

ISOCORTEZA CEREBRAL

Tipos celulares

Fibras

Organización en capas corticales

MENINGES

Duramadre

Aracnoides

Piamadre

INTRODUCCIÓN

- Sustancia blanca interior
- Sustancia gris exterior → forma la **corteza cerebral**

TIPOS DE CORTEZA CEREBRAL

Isocorteza

- corresponde a las regiones de la corteza filogenéticamente más modernas (95% de la corteza en humanos)
- histológicamente se evidencia 6 capas

Alocorteza

- corresponde a las regiones de la corteza filogenéticamente más antiguas (paleocorteza y arquicorteza)
- el número de capas varía (3-5)

ISOCORTEZA CEREBRAL: TIPOS DE NEURONAS

- se pueden clasificar en 2 grandes grupos

1. Neuronas piramidales

- neuronas de axón largo; son la mayoría de las neuronas de la corteza

Típicas

- Soma → piramidal, con la base hacia la profundidad
 - En función de su tamaño, se diferencian varios tipos → Pequeñas ($\approx 10 \mu$); Medias ($\approx 20 \mu$); Grandes ($\approx 30 \mu$); Gigantes o de Betz ($\approx 50-100 \mu$)
- Dendritas → abundantes espinas dendríticas
 - 1 dendrita apical gruesa → parte del vértice del soma y asciende hasta la capa más superficial de la corteza; emite numerosas ramas colaterales
 - múltiples dendritas basales → distribuidas horizontalmente
 - se disponen en un espacio cilíndrico orientado perpendicularmente a la superficie de la corteza.
- Axón
 - nace en la base del soma → sigue un trayecto perpendicular a la superficie de la corteza (emite numerosas ramas colaterales) → sustancia blanca (mielinizados) → destino extracortical
 - fibras eferentes de la corteza cerebral

Atípicas

- Neuronas fusiformes → somas elípticos irregulares
- Se localizan en la capa más profunda de la corteza

2. Neuronas no piramidales

- Interneuronas, con un axón corto y escasas o sin espinas dendríticas
- el axón permanece en la corteza

Granulosas o estrelladas

- Soma → redondeado o estrellado
- Dendritas → delgadas, ocupan un espacio esférico

Doble penacho

- Soma fusiforme
- Un grupo de dendritas de cada polo del soma + axón ascendente o descendente
 - axón y dendritas con una orientación perpendicular a la superficie

Horizontales de Cajal

- en la capa más superficial de la corteza
- Soma fusiforme
- Dendritas y axón con una orientación paralela a la superficie

Células de Martinotti

- soma en las capas más profundas
- axón ascendente

Células en cesta o nidos

- el axón forma una red que envuelve los somas de las neuronas piramidales

FIBRAS NERVIOSAS

- Fibras de proyección

- el soma de la neurona (piramidal) se localiza en la corteza cerebral y el axón se dirige a diferentes áreas subcorticales (fibras eferentes)
- el soma en diferentes áreas subcorticales del SNC y el axón se dirige a la corteza cerebral (fibras aferentes)

- Fibras comisurales → soma en la corteza cerebral del hemisferio contralateral

- Fibras de asociación → soma en la corteza cerebral del hemisferio homolateral

- Fibras intrínsecas

ORGANIZACIÓN DE LA ISOCORTEZA CEREBRAL

- la corteza se puede organizar siguiendo diversos criterios (capas, columnas)

Organización en capas corticales

- La corteza se organiza en planos o láminas paralelas a la superficie
 - en función principalmente de la disposición de las neuronas piramidales

- Se han propuesto diversos modelos → Modelo de Brodmann → 6 capas

I – Molecular

- Pequeñas neuronas aisladas, orientadas de forma paralela a la superficie → células horizontales de Cajal

II – Granulosa externa

- Numerosas neuronas pequeñas y muy juntas → células granulosas o estrelladas y piramidales pequeñas

III – Piramidal externa

- Predominan las células piramidales de tamaño medio

IV – Granulosa interna

- Predominan células granulosas o estrelladas

V – Piramidal interna (ganglionar)

- Predominan las células piramidales de tamaño grande

VI – Polimorfa

- Células fusiformes, piramidales, estrelladas y de Martinotti

MENINGES

- 3 membranas de tejido conjuntivo que rodean el SNC

1. Duramadre

- Capa más externa, compuesta por tejido conectivo denso
- En el cráneo, la duramadre se une al periostio interno de los huesos
- En el canal vertebral, la duramadre y el periostio de las vértebras están separados por el espacio epidural
 - tejido adiposo y grandes plexos venosos
- Entre la duramadre y la aracnoides se encuentra el espacio subdural (virtual)

2. Aracnoides → la membrana intermedia, compuesta por tejido conectivo laxo

- Entre la aracnoides y la piamadre se encuentra el espacio subaracnoideo → L.C.R.

3. Piamadre → la membrana interna, compuesta por tejido conectivo laxo, que recubre la médula espinal

Estructura de la duramadre

- Está formada por 2 hojas:

Hoja perióstica

- Capa más externa y gruesa
 - está unida de una forma relativamente laxa a los huesos del cráneo
- Formada por tejido conjuntivo denso
 - abundantes fibras de colágena, fibras nerviosas y vasos (senos venosos del cráneo)

Hoja meníngea o neurotelio

- Capa más interna
- Formada por fibroblastos aplanados

Estructura de la aracnoides

- Está formada por:

Membrana aracnoidea

- Capa tejido conjuntivo laxo con fibroblastos modificados denominados células meníngeas o meningocitos → tapizan el espacio subaracnoideo

Trabéculas aracnoideas

- Finas fibras de colágena que atraviesan el espacio subaracnoideo
→ cubiertas por células meníngeas planas

Vellosidades aracnoideas / granulaciones de Pacchioni

- Prolongaciones avasculares de la membrana aracnoidea que hacen protusión hacia la duramadre
- Reabsorción del LCR

Estructura de la piamadre

- Capa de tejido conjuntivo laxo que se adhiere directamente al SNC, tapizando todos los surcos y fisuras
- Está formada por fibras de colágena, células meníngeas y capilares
 - Lámina basal → separa la piamadre de la glía marginal