

Tema 01 – Cerebro y cerebelo

CEREBRO

1. Corteza cerebral
2. Neuronas Golgi I: piramidales típicas y atípicas
3. Neuronas Golgi II: estrelladas típicas y atípicas
4. Fibras Horizontales; aferentes y eferentes

CEREBELO

5. Laminilla cerebelosa: capas y tipos neuronales
6. Fibras aferentes y glomérulo cerebeloso
7. Población glial

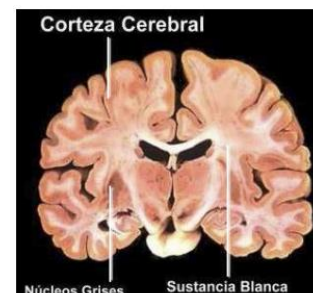
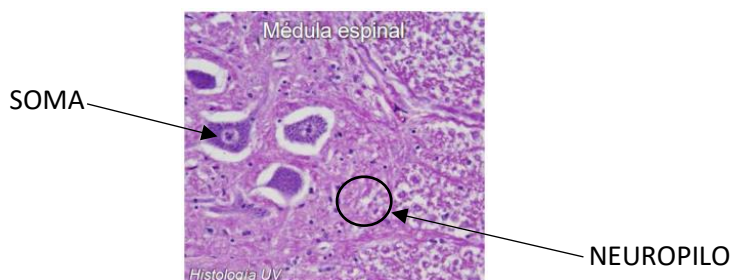
CARACTERÍSTICAS GENERALES

Lo primero que tenemos que tener en cuenta es recordar que el tejido nervioso contiene neuronas y células de la glía. Y las neuronas tienen soma, dendritas y axón.

En el sistema nervioso está todo muy bien organizado, en el SN los somas neuronales ocupan la sustancia gris (SG) que vamos a diferenciar en los diferentes órganos. En la sustancia blanca (SB) se encuentran los axones mielínicos de las neuronas del SN.

COMPONENTES

- neuronas
 - Somas (SG)
 - Fibras mielínicas (Principalmente SB)
- neuroglia:
 - Astrocitos, oligodendrocitos, microglía
- capilares continuos
 - (barrera hemato-encefálica)



La sustancia gris contiene por tanto: somas neuronales, neuropilo, neuroglia y la vascularización.

Mientras que, la sustancia blanca no tiene somas neuronales ni dendritas (ni neuropilo) y lo que contiene son los axones mielínicos, porque los axones Amielínicos se quedan en la sustancia gris.

El Sistema Nervioso es uno de los sistemas que mayor consumo energético (metabólico) tiene debido a la gran cantidad de oxígeno que respiramos (y a la sangre que circula oxigenada).

El tipo de capilares que está irrigando el sistema nervioso es de tipo continuo (lo veremos en próximos temas, no todos los capilares sanguíneos son iguales).

{Los capilares continuos son los que tienen un mayor control en la salida y entrada de elementos de la sangre desde el tejido periférico, es el menos permisivo, no deja salir casi nada.

Además recordemos que alrededor de los capilares en el SN están envueltos por las prolongaciones de los pies chupadores, con lo que se forma la barrera hemato-encefálica y limita más todavía el paso de sustancias entre la sangre y el tejido nervioso. Esto tiene sus ventajas y sus inconvenientes, no llegan tóxicos pero tampoco llegan fármacos 😞

	CEREBRO Y CEREBELO	MÉDULA ESPINAL
sustancia gris (SG)	periférica (corteza) núcleos	central
sustancia blanca (SB)	central	periférica

por el interior denominados Núcleos Grises, porque tienen un aspecto muy diferencial en la Sustancia Blanca porque contiene somas neuronales.

Y la sustancia blanca va por el interior, la zona central.

Con la médula que veremos en el tema siguiente ocurre lo contrario, la sustancia gris es central y la sustancia blanca periférica.

CORTEZA CEREBRAL (CÓRTEX)

- lámina de sustancia gris
- en la superficie de los hemisferios
- circunvoluciones

COMPONENTES

- neuronas: Golgi tipo I y II
- neuroglia
- neuropilo (prolongaciones neuronales y gliales)
- vasos sanguíneos

TIPOS DE CORTEZA

Isocórtex: patrón ordenado en 6 capas
~ 90% de la corteza; grosor 1'5 – 4 mm
Allocórtex: no ordenado

Es una lámina que está revistiendo la superficie de los hemisferios y como ya sabemos no es una superficie lisa sino que tiene circunvoluciones, lo cual ocurre solo en el ser humano (y quizás en alguna especie de animales).

¿Por qué ocurre esto? Para tener más superficie, puede albergar más neuronas y se supone que estamos más desarrollados.

La corteza cerebral contiene neuronas de los dos grandes tipos según su axón.

- ❖ Golgi tipo I: axón largo y mielínico
- ❖ Golgi tipo II: axón corto y amielínico

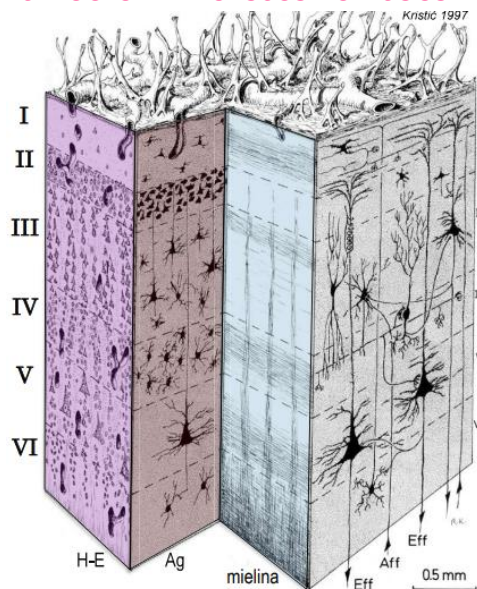
Toda la superficie de nuestro cerebro está revestida de esta SG pero más o menos en el 90% de toda la superficie está ordenado en un patrón muy característico de 6 capas.

Todo el patrón de las 6 capas se denomina isocórtex. Aunque el isocórtex no es de un grosor constante, tiene zonas más gruesas de hasta 4 mm y otras más delgadas de 1'5mm.

El resto de la corteza no presenta este patrón constante de capas y se le llama allocórtex.

Nosotros vamos a centrarnos en la Isocorteza...

ESTRUCTURA MICROSCÓPICA ISOCÓRTEX



Aspecto variable (según técnica utilizada)

Citotectonia

- neuronas; capas organizadas
 - piramidales
 - no piramidales

Fibrotectonia

- fibras mielínicas

¿Cómo observamos estas capas en el microscopio? Pues lo observamos de una manera variable según la técnica de difusión que hayamos utilizado tiene un aspecto muy distinto:

H-E: Hematoxilina – Eosina

Mielina

Ag: Imprimación Argéntica

H-E: Lo parte de arriba serían las meninges y abajo, por tanto la sustancia blanca. Veríamos el neuropilo de rosa claro, y los somas neuronales con el núcleo los veríamos morado por la hematoxilina. No diferenciaremos las dendritas o los axones, formarán parte del neuropilo.

Ag: Aquí sí que se tiñen perfectamente todas las prolongaciones de las células, por lo tanto podemos saber el recorrido de las prolongaciones de una célula determinada.

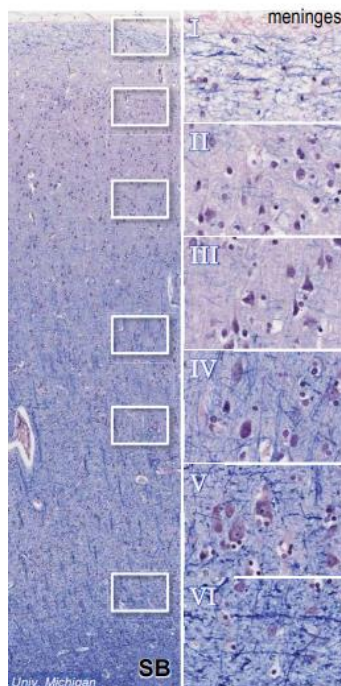
Mielina: Si lo teñimos con una tinción específica para mielina como es el “Luxol” (azul luxol) veremos una serie de líneas que son los axones miélinicos, unas que recorren de arriba abajo toda la corteza cerebral y otras que van en horizontal de derecha a izquierda que se conocen como estrías.

- Vamos a estudiar, en primer lugar, la CITOTECTONIA, que es la organización de las células, qué tipo de células y dónde las podemos encontrar. *NO vamos a hacer referencia a las células de la glía ya que se encuentran por todas partes.* Las neuronas son de 2 grandes tipos, las piramidales y las no piramidales. Las piramidales son las Golgi tipo I y las no piramidales las Golgi tipo II.

- Luego veremos la FIBROTECTÓNIA, que es la organización de las fibras.

CAPAS DEL ISOCÓRTEX

- Capa I: Molecular o plexiforme
(fibrosa, escasos somas)
- Capa II: Granular externa
(estrelladas y piramidales)
- Capa III: Piramidal Externa
(pirámides medianas y grandes)
- Capa IV: Granular interna
(estrelladas pequeñas)
- Capa V: Piramidal interna
(pirámides grandes – gigantes)
- Capa VI: Multiforme
(células polimorfas)



En una imagen al microscopio de toda la porción cerebral, primero teñida con hematoxilina y luego con luxol para ver las fibras de mielina, esto es el aspecto de la corteza cerebral. Aquí y en casi todos los órganos que vamos a estudiar es muy importante que tengamos la referencia de la ubicación, qué es lo que está fuera y qué es lo que está dentro. En esta imagen, arriba están las meninges en rosa, por lo tanto, esta es la capa más externa y la capa de abajo que sería la SB la más interna, por eso es más oscura, porque está llena de mielina.

Es muy importante que sepamos localizar el exterior y el interior, si nos preguntan algo en el EXAMEN, lo tenemos que describir con respecto a nuestra orientación (de dentro a fuera, de fuera a dentro...) pero siempre sabiendo el sentido de orientación.

Aquí están las 6 capas típicas del isocórtex y como podemos observar no hay ningún tipo de tabique ni ninguna estructura que delimite bien cada capa, de hecho cada capa está enriquecida con un tipo de célula o con otro, pero prácticamente no hay ninguna célula exclusiva. Por lo tanto, es muy difícil saber el límite de donde empieza una capa y acaba otra.

Descripción de las capas:

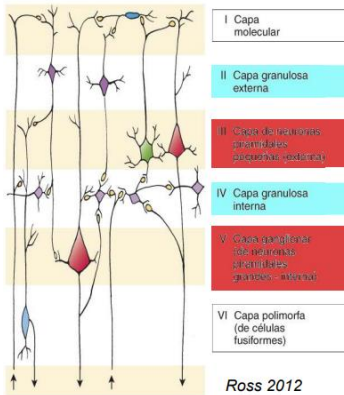
- La capa más externa es la capa molecular o plexiforme la cual es bastante fibrosa, tiene bastante azul y tiene pocos somas neuronales, pequeños en general. Luego la capa 2, 3, 4 y 5 son granular, piramidal, piramidal, granular, las dos primeras externas, las dos segundas internas (piramidal externa, piramidal interna). La granular externa tiene principalmente neuronas estrelladas y piramidales pequeñas, la piramidal externa tiene pirámides pero más grandes, la granular interna tiene células estrelladas pequeñas y la capa 5, piramidal interna, tiene las neuronas piramidales grandes o gigantes. Y por último la capa 6, la capa multiforme, células polimorfas quiere decir que tiene células de distinta morfología.

Recordar: En la sustancia blanca ya NO HAY somas neuronales. ¡!

VARIEDADES DE ISOCÓRTEX (SEGÚN VON ECONOMO)

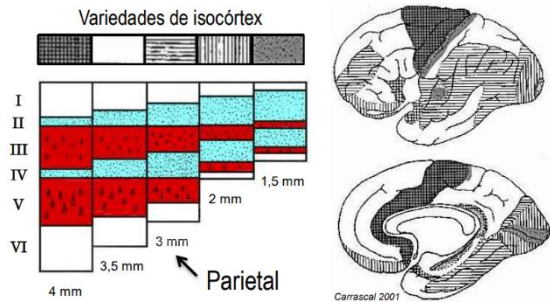
Según el grosor total de cada capa:

- Homotípica (capas de grosor similar)
- Heterotípica (predominio piramidal o granular)



Vamos a estudiar la distribución de la corteza por toda la superficie del cerebro. Podemos ver así que según el grosor total del isocórtex o el grosor parcial de cada una de estas 6 capas hay varios patrones de isocórtex. De manera que la parte de la corteza (en el esquema de barras) del centro que tiene un grosor, en cada una de las capas, similar, se denomina corteza “Homotípica”, y es por ejemplo la parietal. Sin embargo, en las zonas en las que hay una gran prevalencia de unas capas respecto a las otras, decimos que es una corteza “Heterotípica”.

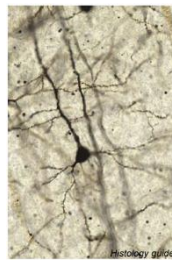
Las neuronas piramidales son las primeras neuronas de la vía piramidal, de la vía motora. Sin embargo, las neuronas estrelladas están relacionadas con la percepción de estímulos, son zonas receptoras, como el área visual, por ejemplo.



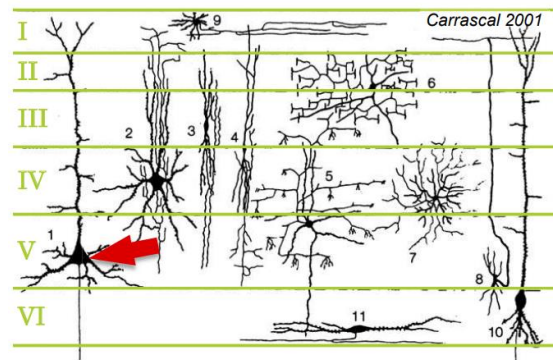
2. NEURONAS PIRAMIDALES (típicas y atípicas)

Neuronas piramidales TÍPICAS ⁽¹⁾

- Multipolares; soma piramidal
- Citoplasma típico neuronal
- Dendritas:
 - Apical: gruesa, rica en espinas; asciende hasta la capa I.
 - Basales: cortas
- Axón mielínico: Golgi I, sale de zona basal
 - SB → destino extracortical



Según el tamaño del soma:	Capa
• gigantes de Betz (~ 100µm)	V
• grandes (40µm)	III, V y VI
• medianas (20µm)	III, IV y VI
• pequeñas (12µm)	II y IV



Dentro de las células piramidales hay unas que llamamos típicas y otras que son atípicas, que no tienen todas las características de las anteriores.

Las neuronas piramidales son las neuronas características de la corteza cerebral y tienen una morfología muy característica.

* Son multipolares, es decir que tienen prolongaciones en muchos puntos y tiene el soma en forma de pirámide (de triángulo), de forma que la

porción basal está paralela a la superficie pero orientada hacia la SB y su polo apical es la que acaba en punta y está orientada hacia la superficie.

* El citoplasma tiene el citoplasma típico neuronal, si recordamos de Histología General, las neuronas tenían en su citoplasma la sustancia de Nissl, citoesqueleto muy desarrollado, muchas mitocondrias, núcleo redondeado grande con cromatina dispersa, con el nucleolo patente... tiene todo lo que podríamos esperar, sobretodo en las grandes.

* Tiene un patrón de dendritas que es muy característico, tiene una dendrita apical que emerge desde la punta apical del soma, más gruesa, y asciende hasta la capa I (recorrido largo) y cuando llega a la capa I se bifurca en horizontal paralelas a la superficie. Además, es rica en espinas (recordamos que las espinas dendríticas establecen cada una, una sinapsis diferente). Por otra parte, también tiene dendritas basales que salen desde la base, se prolongan horizontalmente, que son paralelas y de recorrido corto.

* Desde la base, por último, emerge el axón, que prácticamente no se ve en las tinciones. El axón es mielínico, sale de la base, cruza las capas que hay por debajo y se incorpora a la sustancia blanca hasta donde tenga que llegar.

Todas estas características son de las neuronas típicas, pero no son todas del mismo tamaño. Como curiosidad, las neuronas grandes están en las capas más profundas y las más pequeñas en las capas más superficiales.

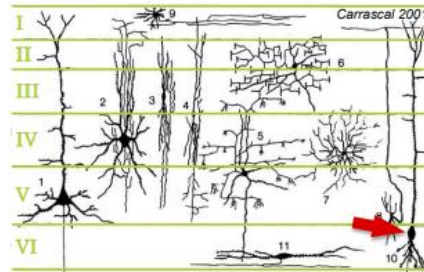
Las neuronas sabemos que no se reproducen por mitosis, una vez nacemos, ya no se producen más neuronas. Sí que se establecen nuevos contactos (sinapsis) que es en lo que consiste el aprendizaje (plasticidad neuronal)

Neuronas piramidales ATÍPICAS

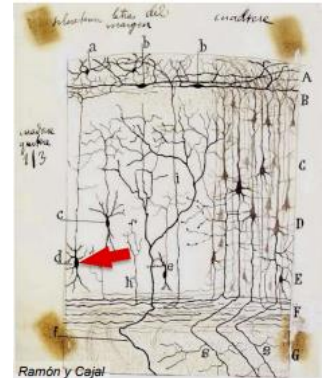
Axón Golgi tipo I

Morfología atípica

- Piramidales estrelladas
Soma no piramidal
- Piramidales fusiformes ⁽¹⁰⁾
Soma fusiforme, en capa VI
(perpendicular a superficie)



Célula piramidal fusiforme →



Son neuronas piramidales Golgi tipo I pero que tienen alguna característica diferente de las típicas, generalmente suele tener diferente el soma, en lugar de tener una morfología triangular tienen, o bien, una morfología estrellada o fusiforme (a pesar de esto se siguen llamando piramidales). Se les llama piramidales porque funcionalmente y el resto de las características se mantienen, siguen teniendo dendrita apical, dendritas basales, axón mielínico, etc.

Las neuronas piramidales fusiformes específicamente se acumulan en la capa VI. Vemos su dendrita apical que llega a la capa I y el axón mielínico que sale hasta la sustancia blanca (SB).

3. NEURONAS NO PIRAMIDALES (estrelladas típicas y atípicas)

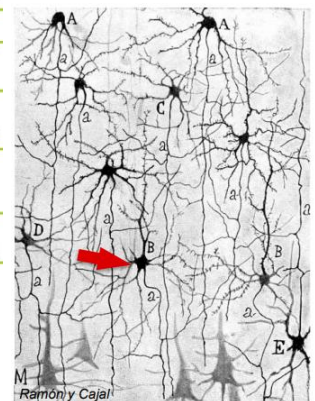
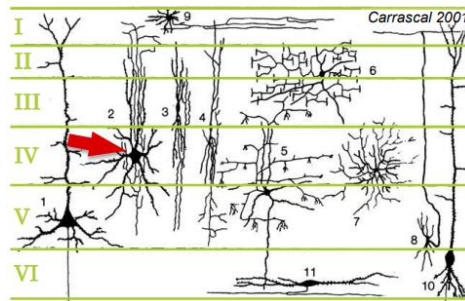
neuronas asociativas

axón Golgi tipo II:

corto, amielínico
no sale de la SG

ESTRELLADAS TÍPICAS O ESPINOSAS ⁽²⁾

- Soma grande, estrellado
- Multipolar:
 - dendritas radiales
 - abundantes espinas



Vamos a explicar 9 variedades de neuronas pero son muchas más, pero son poco abundantes.

Todas estas neuronas son Golgi tipo II, es decir, de axón corto, amielínico que no sale de la sustancia gris (SG), por lo tanto, no va a formar parte de la sustancia blanca (SB).

Las neuronas típicas son las llamadas estrelladas típicas o espinosas. Tienen un soma grande con las dendritas radiales y tienen abundantes espinas. La mayoría de estas células están en varias capas, no solo en una.

ESTRELLADAS ATÍPICAS

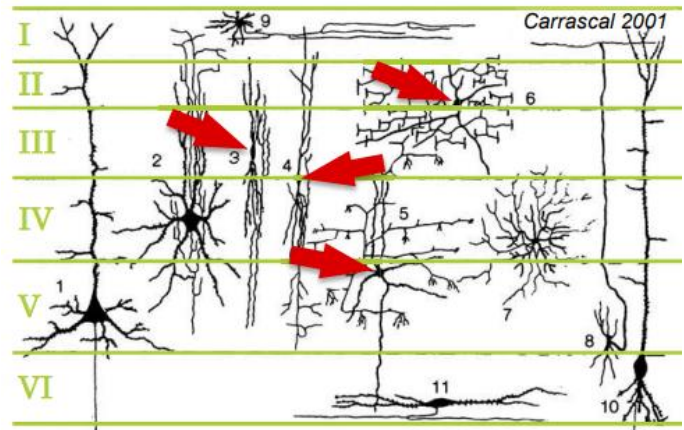
- **CÉLULAS BIPENACHADAS** ⁽³⁾
soma fusiforme
2 penachos de dendritas espinosas
- **CÉLULAS BIPOLARES** ⁽⁴⁾
soma fusiforme
dendritas no espinosas en ambos polos
- **CÉLULAS EN CESTO** o nido pericelular ⁽⁵⁾
multipolares, escasas espinas
axón rodea soma piramidales
- **CÉLULAS EN CANDELABRO** ⁽⁶⁾
plexo axónico, dilataciones radiales “velas”

- Con el número 3 vemos las células bipenachadas, se llaman Bipenachadas porque tienen un soma fusiforme y a cada extremo del soma tienen un penacho de ramificaciones como si fuera un pincel de dendritas en cada polo y son espinosas también.

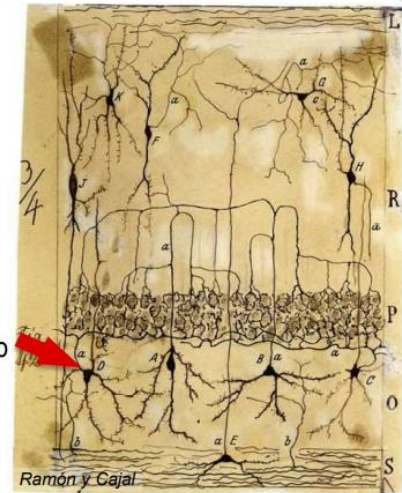
- Con el número 4 vemos las células bipolares, también tienen el soma fusiforme, se ramifican (aunque no tanto) en sus polos. Pero a diferencia de las Bipenachadas, las células bipolares no son espinosas.

- Con el número 5 vemos las neuronas en cesto o nido pericelular, porque tiene un axón muy característico y que las vamos a encontrar también muy parecidas en el cerebelo. Estas neuronas tienen una ramificación del axón y cada rama del axón de vez en cuando en algún penacho de terminales y este penacho de terminales axónicas envuelve el soma de las neuronas piramidales. Pasará lo mismo con las del cerebelo.

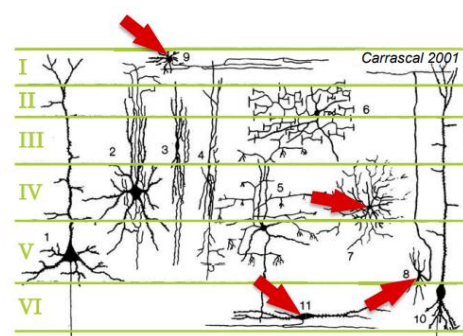
- Con el número 6 vemos las células en candelabro, estas células son también de axón amielínico corto pero lo que tiene es un plexo axónico que se va ramificando dando un árbol muy importante y cada una de las ramificaciones del axón terminan con una dilatación vertical perpendicular a la superficie, como si fuera una vela al final de cada terminación.



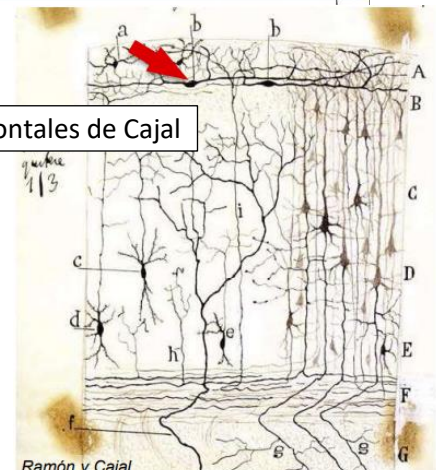
Célula en cesto



- **CÉLULAS ARACNIFORMES** ⁽⁷⁾
pequeñas, estrelladas
dendritas y axón radiales
- **CÉLULAS DE MARTINOTTI** ⁽⁸⁾
pequeñas, multipolares
axón asciende hasta la capa I
- **CÉLULAS HORIZONTALES DE CAJAL** ⁽⁹⁾
soma estrellado o fusiforme, capa I
- **CÉLULAS FUSIFORMES HORIZONTALES** ⁽¹⁰⁾
soma fusiforme grande, capa VI
dendritas largas, espinosas



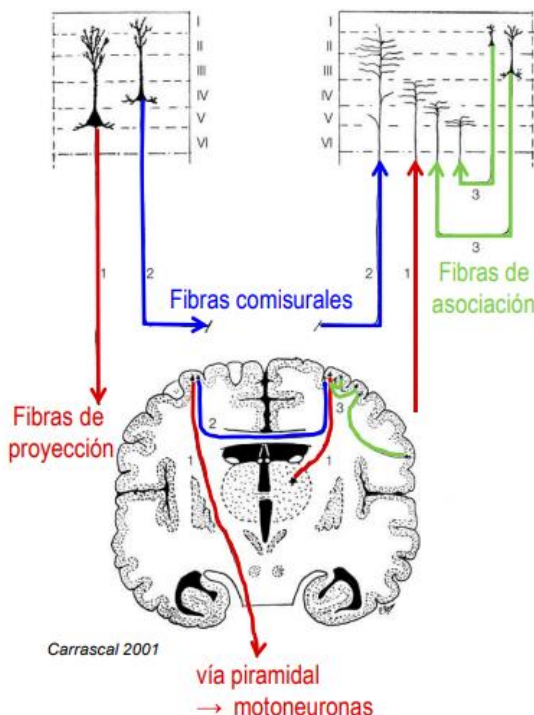
Células horizontales de Cajal



- Con el número 7 vemos las neuronas aracniformes porque parecen como arañas, son estrelladas, son multipolares radiales, son pequeñas pero emite prolongaciones como si fuera una esfera, por todas partes, no son muy abundantes.
- Con el número 8 vemos unas neuronas con nombre propio, son las células de Martinotti, son unas células pequeñas que tienen un árbol dendrítico escaso y corto pero sin embargo su axón, por supuesto amielínico, es mucho más largo que las prolongaciones dendríticas y asciende hasta la capa I y aquí se bifurcará para hacer sinapsis con otras neuronas. Su soma neuronal se encuentra en la capa V. *[Una curiosidad: las células piramidales también tienen su soma en la capa V y tienen una prolongación dendrítica hasta la capa I, por parte de las células de Martinotti tiene el soma en la capa V, pero es su axón el que asciende a la capa I]*
- Con el número 9 nos encontramos con las células horizontales de Cajal, el recorrido de las prolongaciones de esta célula es paralelo a la superficie. Tiene un soma fusiforme o estrellado. Esta neurona es característica de la capa I.
- Con el número 10 encontramos las células fusiformes horizontales que, al igual que las horizontales de Cajal tienen su recorrido mayoritariamente en paralelo a la superficie. Tiene un soma fusiforme grande, sus prolongaciones dendríticas son largas y espinosas. Es una célula característica de la capa VI.

4. FIBRAS

Vamos a ver las células mielínicas, ya que las amielínicas se quedan en la sustancia gris formando parte del neuropilo.



Eferentes

- de neuronas piramidales (II, III y V)

Aferentes

- provienen de la SB
- alcanzan capas I, II y IV

Clasificación de las fibras

- **DE PROYECCIÓN** ⁽¹⁾
Conectan corteza con otras zonas SNC
 - eferentes: piramidales grandes
 - aferentes: de los núcleos grises
- **COMISURALES** ⁽²⁾
Conectan ambos hemisferios
piramidales medianas
- **DE ASOCIACIÓN** ⁽³⁾
Conectan circunvoluciones del mismo hemisferio
Piramidales pequeñas

Dentro de las fibras mielínicas vamos a encontrar unas fibras Eferentes (salen de la corteza) y otras Aferentes (llegan a la corteza).

- Las fibras eferentes son solamente de las neuronas piramidales que son las únicas que tienen axón mielínico.
- Sin embargo, las fibras aferentes provienen de distintas zonas del sistema nervioso y se incorporan a la corteza cerebral y se ramificarán hasta llegar a su célula diana en distintas capas.

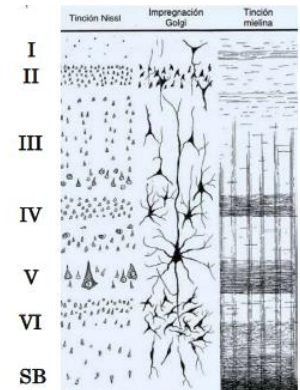
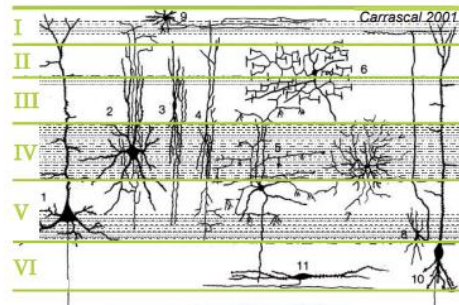
A su vez según el recorrido que tengan las fibras, podemos clasificarlas en fibras de proyección, comisurales o de asociación.

FIBROTECTONIA

Todos estos axones que llegan a la médula penetran por la capa 6 y se ramifican para llegar a su célula diana. Todos los axones mielínicos se agrupan en 4 estrías con localización específica paralelas a la superficie, con un recorrido horizontal.

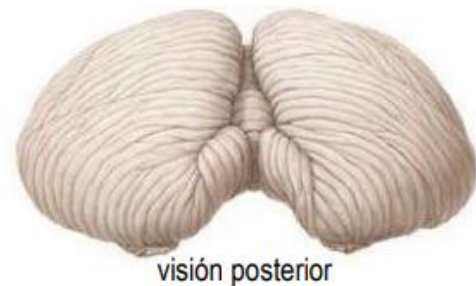
Conjunto de fibras mielínicas forman estrías horizontales paralelas

- de EXNER en capa I
- de KAES – BECHTEREW en capa III, superficial
- de BAILLARGER externa en capa IV
- de BAILLARGER interna capa V, profunda

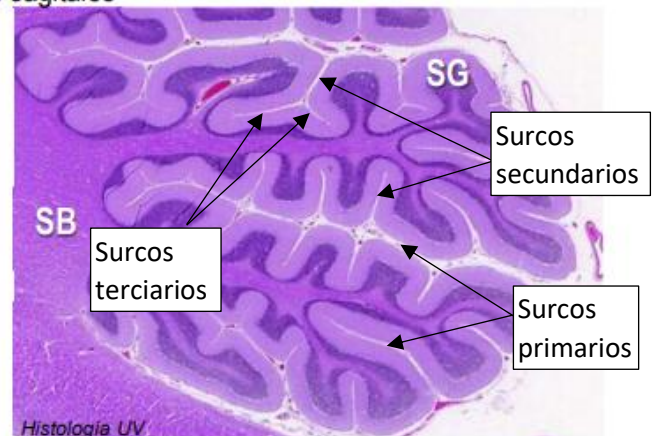


5. CEREBELO

- superficie: láminas paralelas (como hojas de libro)
corte sagital: surcos (1°, 2°, 3°)
aspecto arboriforme
- sustancia blanca: central
- sustancia gris:
corteza (fina lámina periférica, 1mm)
núcleos grises centrales



secciones sagitales



Si vemos un cerebelo in vivo, podemos observar que tiene una serie de láminas paralelas entre si que van como si fuera de oreja a oreja, en forma de libro.

Si hacemos un corte sagital el aspecto del cerebelo es arboriforme, como que parece un arbolito, la zona central que sería el tallo que sería sustancia blanca y da ramas que se van arborizando. Si lo teñimos con H-E se vería como en la imagen, la zona central eosinófila y la sustancia gris moradita, eso es la corteza del cerebelo.

Si nos fijamos, como habíamos comentado, son unas láminas separadas por unos surcos y podemos ver en un corte sagital como estos surcos penetran en la profundidad del órgano. Tenemos surcos primarios, secundarios y terciarios.

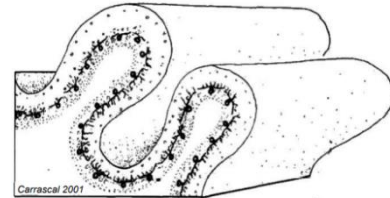
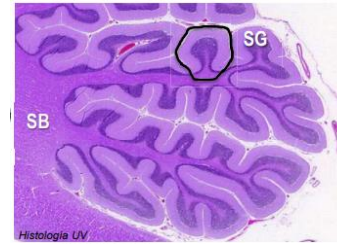
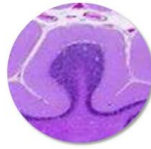
- Surco Primario: es el surco principal que penetra hacia el interior del cerebelo
- Surco Secundario: bifurcaciones del surco primario.
- Surco Terciario: bifurcaciones del surco secundario.

La sustancia gris forma toda la corteza con sus invaginaciones alrededor de toda la superficie y además forman también los núcleos grises del cerebelo (aunque no vamos a verlos).

ESTRUCTURA GENERAL

LAMINILLA CEREBELOSA

- unidad morfológica y funcional
- entre 2 surcos secundarios o terciarios
- componentes:
 - sustancia blanca central
 - sustancia gris:
 - Capa molecular
 - Capa de las células de Purkinje (**Golgi tipo I**)
 - Capa de los granos

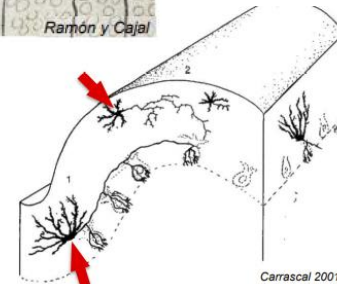
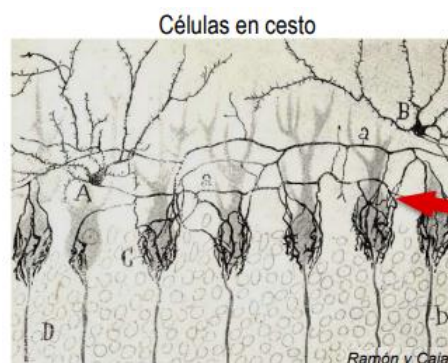


La corteza es una lámina fina más o menos constante con un grosor de 1 mm aproximadamente.

CAPAS Y TIPOS NEURONALES

1. CAPA MOLECULAR (externa)

- abundante neuropilo
- escasas neuronas:
 - estrelladas pequeñas
 - axón corto (Golgi tipo II)
- Células ESTRELLADAS SUPERFICIALES ⁽²⁾
 - dendritas cortas espinosas
 - axón: sinapsis con células de Purkinje
- Células EN CESTO ⁽³⁾
 - cercanas a las células de Purkinje
 - dendritas cortas
 - axón largo ramificado, rodea soma células de Purkinje



La capa molecular tiene abundante neuropilo y escasas neuronas, justo al contrario que la capa de los granos.

- Estas células son estrelladas y de tipo Golgi II, las más externas son las estrelladas superficiales, que se llaman así por su morfología estrellada y porque están más cercanas a la superficie. El axón y las dendritas permanecen en esta capa, no salen de la capa molecular y hacen sinapsis con las células de Purkinje.

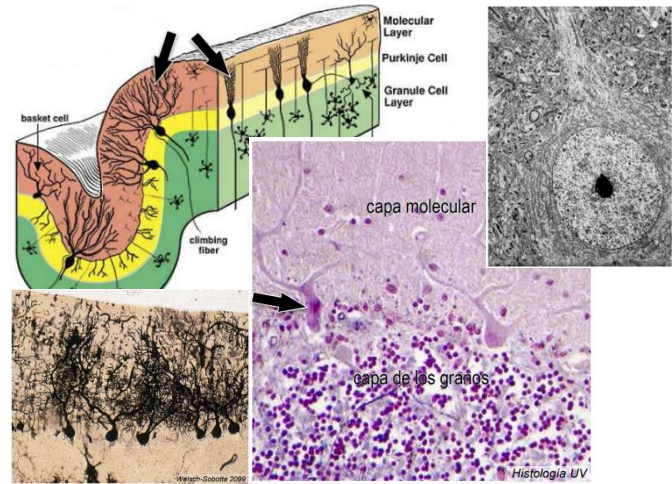
[Igual que las piramidales son las importantes en la corteza cerebral, en el cerebelo las neuronas más características e importantes son las células de Purkinje, que solo se encuentran aquí]

- Las neuronas en cesto, también son Golgi tipo II son las equivalentes a las que hemos visto antes en el cerebro. que tienen un axón que se va ramificando y va dando un penacho de terminaciones axónicas alrededor del soma de las células de Purkinje.

Tanto las células estrelladas superficiales como las células en cesto modulan la acción de las células de Purkinje.

2. CAPA DE LAS CÉLULAS DE PURKINJE

- hilera de células separadas
- soma grande (30 – 60 μm), piriforme
- citoplasma típico neuronal
- gran árbol dendrítico espinoso, en capa molecular
 - sección sagital: ramificado en candelabro
 - sección transversal: en poste telefónico
- axón mielinico, sale de la base → SB



La capa de las células de Purkinje está ubicada entre la capa molecular y la capa de los granos.

La capa molecular tiene mucho neuropilo y pocas somas, por eso al microscopio con H-E se ve la capa molecular más eosinófila y la capa de los granos más moradita.

Las neuronas de Purkinje no es una capa compacta de células sino que son células más o menos con una separación importante entre una y otra. Están en contacto directo entre la capa molecular y la capa de los granos. Las células de Purkinje tienen el soma muy grande, piriforme (en forma de pera), citoplasma típico y el árbol dendrítico muy característico. El árbol dendrítico de las células de Purkinje es el más desarrollado de todo nuestro organismo, es enorme el árbol dendrítico que tienen y además es espinoso. De hecho, este árbol dendrítico de las células de Purkinje es lo que forma mayoritariamente el neuropilo de la capa molecular.

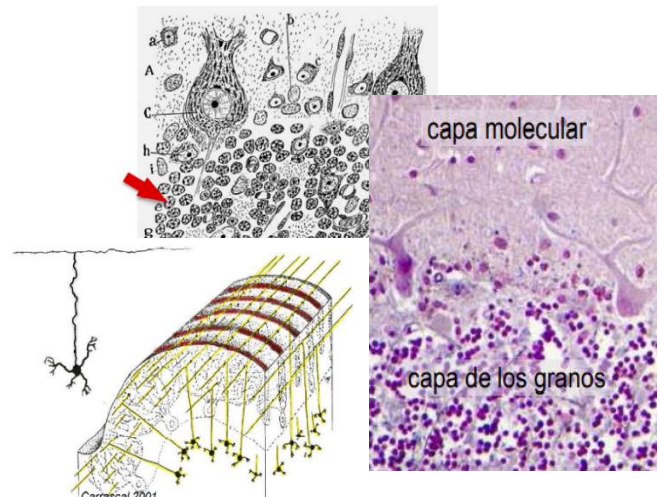
Tiene una particularidad y es que estas dendritas no están ramificadas en los 3 planos del espacio sino solamente en un plano, es como si fuera un abanico, si las miramos de lado, en un plano transversal, se ve como una de las varillas, lo que se conoce como “en poste telefónico” pero si lo vemos de frente, en un plano sagital, vemos las dendritas “en candelabro” como si de un abanico se tratase.

- Por último, tiene el axón mielinico que emerge desde la base, cruza la capa de los granos y discurrirá por la sustancia blanca hacia donde le corresponda ir.

3. CAPA DE LOS GRANOS

gran densidad neuronas, axón tipo Golgi II
escaso neuropilo

- Granos del cerebelo: muy abundantes pequeñas (5 – 8 μm), soma esférico dendritas cortas (glomérulo)
axón ascendente se bifurca en T (capa molecular)
sinapsis con dendritas células de Purkinje

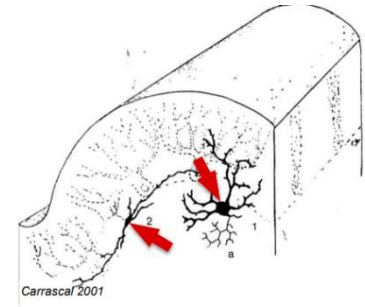
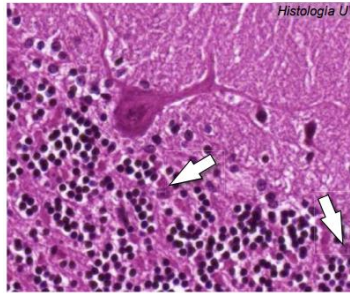


La capa de los granos a diferencia de la capa molecular tiene gran densidad de somas y sin embargo tiene escaso neuropilo. Tiene 3 tipos de neuronas Golgi tipo II. Las células más abundantes de esta capa son las células llamadas “granos del cerebelo”.

Los granos del cerebelo tienen un núcleo que ocupa casi todo el soma, lo característico de estas células son sus prolongaciones, las dendritas son escasas y cortas y van a hacer la sinapsis en una estructura llamada glomérulo, mientras que el axón asciende hasta la capa molecular y se bifurca en T, como en poste telefónico y va haciendo sinapsis en varias dendritas de las células de Purkinje.

Neuronas estrelladas más grandes:

- Célula de GOLGI II ⁽¹⁾
dendritas gruesas, en capa molecular
axón ramificado (glomérulo)
- Células fusiformes de LUGARO ⁽²⁾
soma en zona más superficial
axón en capa molecular



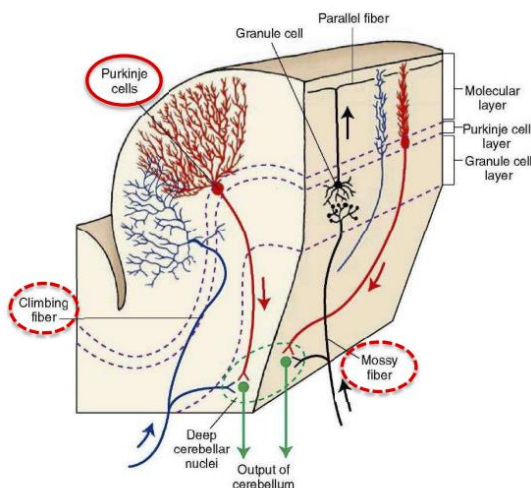
- La célula Golgi II es lo mismo que el axón, la neurona Golgi II tiene el axón corto y amielínico (son Golgi II) y de hecho parece que estas neuronas identificaron su axón y todas las que tienen un axón de ese estilo las llamaron como las neuronas Golgi II. Estas neuronas son más grandes que los granos, en general están más cerca de las células de Purkinje, también participan en la sinapsis en el glomérulo.

- Las células de Lugaro son muy escasas, de hecho en prácticas no las podremos ver, tienen una disposición en paralelo a la superficie y estas no participan en el glomérulo.

6. FIBRAS Y GLOMÉRULO

FIBRAS EFERENTES

axón mielínico células de Purkinje



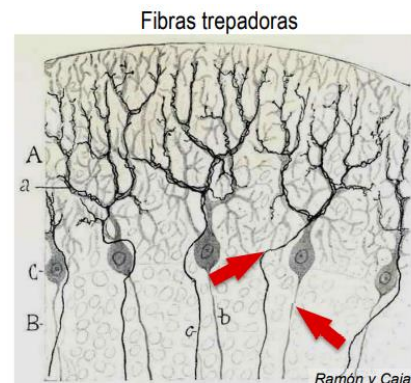
FIBRAS AFERENTES

* fibras TREPADORAS

alrededor dendritas Purkinje

* fibras MUSGOSAS

capa de los granos: glomérulo



- Las fibras eferentes solo hay 1, el axón mielínico de las células de Purkinje.

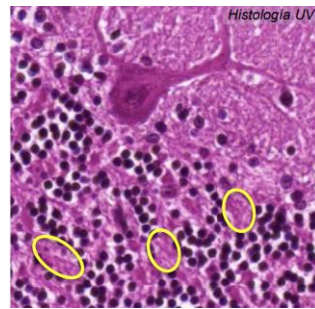
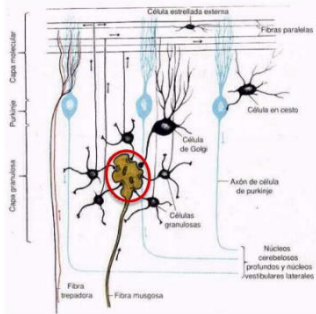
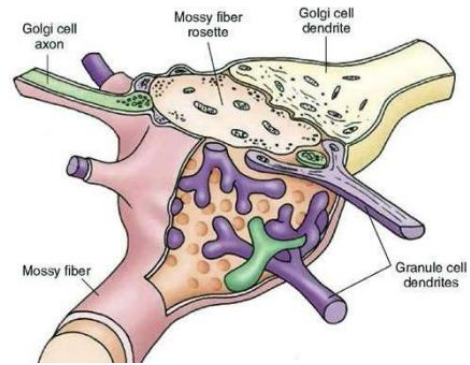
- Las fibras aferentes son de dos tipos, las trepadoras y las musgosas

* Las trepadoras llegan desde la sustancia blanca, atraviesan la capa de los granos hasta llegar a la capa molecular donde harán sinapsis con la dendrita principal de una célula de Purkinje, y ahí se van ramificando, siguiendo el paso de ramificación de la dendrita.

* Las musgosas llegan por la sustancia blanca, llegan a la capa de los granos y ahí finalizan. Finaliza formando el glomérulo cerebeloso.

GLOMÉRULO CEREBELOSO (de Held)

- zona eosinófila (rosácea); capa de los granos
- estructura sináptica compleja:
 - dilatación final axón fibra musgosa
 - dendritas células de los granos (en garra)
 - axones células Golgi II
 - dendrita células Golgi II
- recubierto por células en velo de Held (astrocito)

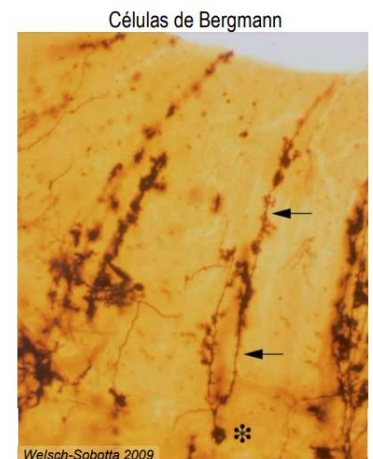
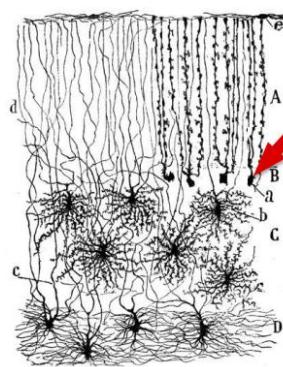


Son zonas eosinófilas que forman parte del neuropilo de la capa de los granos, eosinófilas, que no contienen núcleos y lo que contiene es la dilatación del terminal axónico de la fibra musgosa, dendritas de las células de los granos y los axones y dendritas de las células Golgi II.

Es una zona de múltiples sinapsis complejas.

7. POBLACIÓN GLIAL

- astrocitos, oligodendrocitos, microglía
- células en velo de Held
- células de BERGMANN (astrocito)
 - en capa molecular
 - cuerpo: junto a células de Purkinje
- Prolongaciones largas hacia superficie



Además de todas las células de la glía que hay en el sistema nervioso, hemos visto las células en velo de Held y aparecen otras que son las células de Bergmann, otra vez, otro tipo de astrocito que aparece en la capa molecular tiene un soma pequeño y luego las prolongaciones ascienden hacia la superficie.

TESTS DEL TEMA

P 1. Las células de Martinotti:

- a) Son una variedad de neuronas en cesto.
- b) Son una variedad de estrelladas atípicas.
- c) Son una variedad de astrocitos del cerebelo.
- d) Aparecen en los ganglios simpáticos.
- e) Aparecen, como glía satélite, en los ganglios sensitivos.

P 2. Las poblaciones neuronales básicas que hay en la laminilla cerebelosa, son:

- a) Estrelladas, estrelladas en cesto, Bergman, granos y Purkinje.
- b) Estrelladas, estrelladas en cesto, Golgi II, granos y Purkinje.
- c) Estrelladas, estrelladas en cesto, Bergman, granos, Purkinje y Golgi II.
- d) Estrelladas, Purkinje y granos.
- e) Golgi II, Purkinje, pirámides de Betz, Granos, estrelladas y estrelladas en cesto.

P 3. En la laminilla cerebelosa, las fibras musgosas hacen sinapsis:

- a) Solo con las células de Purkinje.
- b) Con las células de Purkinje y con los granos.
- c) Con las células de Purkinje, con los granos y las células estrelladas en cesto.
- d) Con las células Golgi II y los granos.
- e) Con las estrelladas de la primera capa y los granos.

P 4. Las células Golgi II corresponden a neuronas:

- a) Multíparas.
- b) De axón corto.
- c) Bipolares.
- d) De axón largo.
- e) De dendritas cortas.

P 5. Los axones eferentes de la corteza cerebral pertenecen a las neuronas de las:

- a) Capas 1 y 5.
- b) Capas 2 y 4.
- c) Capas 3 y 5.
- d) Capas 6 y 1.
- e) Capas 4 y 6.

P 6. En la sustancia blanca del cerebro, forman vainas de mielina:

- a) Astrocitos protoplásmicos.
- b) Oligodendrocitos.
- c) Microglía.
- d) Células de Schwann.
- e) No hay mielina en esta localización

P 7. En el cerebelo:

- a) La capa molecular de la corteza está formada principalmente por neuronas estrelladas.
- b) Las células de Purkinje se localizan entre la sustancia blanca y la capa de los granos.
- c) La capa de los granos se localiza únicamente en el vérmix cerebeloso.
- d) Las neuronas de los granos son mayores que las de la capa molecular.
- e) Las células de Purkinje son de las más pequeñas del sistema nervioso

P 8. En la corteza cerebral las células con el pericarion de mayor tamaño son:

- a) Las horizontales de Cajal.
- b) Las pirámides de Betz.
- c) Las células de Purkinje.
- d) Las motoneuronas α . (miotrabdóticas).
- e) Las neuronas de los ganglios raquídeos.

P 9. Las neuronas piramidales las podemos encontrar en:

- a) Corteza cerebral.
- b) Sustancia blanca de la laminilla cerebelosa.
- c) Sustancia gris de la laminilla cerebelosa.
- d) Sustancia blanca de la médula espinal
- e) Sustancia gris de la médula espinal

P 10. Los axones eferentes de la laminilla cerebelosa pertenecen a las neuronas:

- a) Granos del cerebelo y Golgi II.
- b) Purkinje y granos del cerebelo.
- c) Estrelladas en cesto y Golgi II.
- d) Purkinje.
- e) Musgosas y trepadoras.

P 11. Que combinación de poblaciones neuronales hay en la laminilla cerebelosa:

- a) Estrelladas, Purkinje, piramidales y granos grandes (Golgi II).
- b) En cesto, Purkinje, granos grandes (Golgi II), estrelladas y granos pequeños.
- c) En cesto, Purkinje, granos, fusiformes y horizontales.
- d) Bipinachadas, Martinotti, Purkinje, granos y estrelladas
- e) Estrelladas, cordonales, en cesto, Purkinje y granos.

P 12. El glomérulo de Held se localiza en:

- a) Corteza renal.
- b) Ganglios simpáticos.
- c) Laminilla cerebelosa.
- d) Medular tímica.
- e) En los glomus carotídeos y aórticos.

P 13. En la corteza cerebelosa las células con el pericarion de mayor tamaño son:

- a) Las horizontales de Cajal.
- b) Las pirámides de Betz.
- c) Las células de Purkinje.
- d) Las motoneuronas α (miotrabdóticas).
- e) Las neuronas de los ganglios raquídeos

P 14. Las neuronas fusiformes de la corteza cerebral:

- a) Están en la sexta capa y son Golgi II.
- b) Están en la primera capa y son Golgi I.
- c) Están en la sexta capa y son Golgi I.
- d) Están en la primera capa y son Golgi II.
- e) Hacen sinapsis en la primera capa con axones aferentes.

Posibles preguntas cortas:

1. Conexiones sinápticas de la neurona de Purkinje
2. Representación esquemática (dibujo) de la estructura microscópica de la corteza cerebral.
3. Capas de la laminilla cerebelosa
4. Glomérulo cerebeloso