



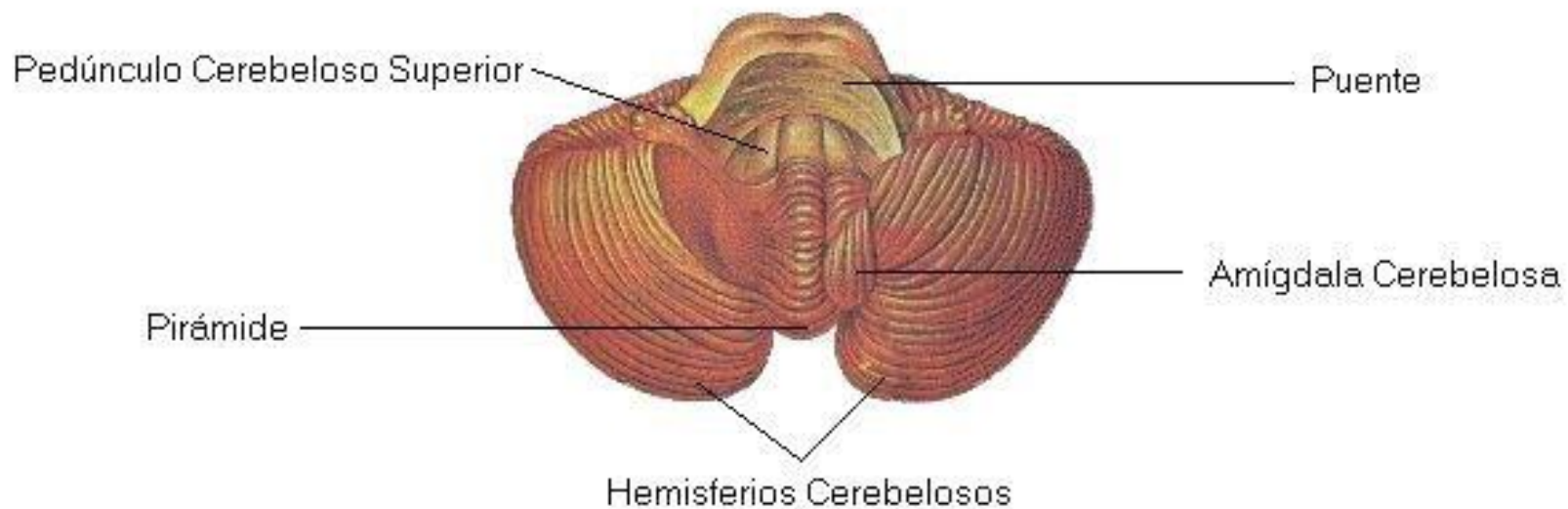
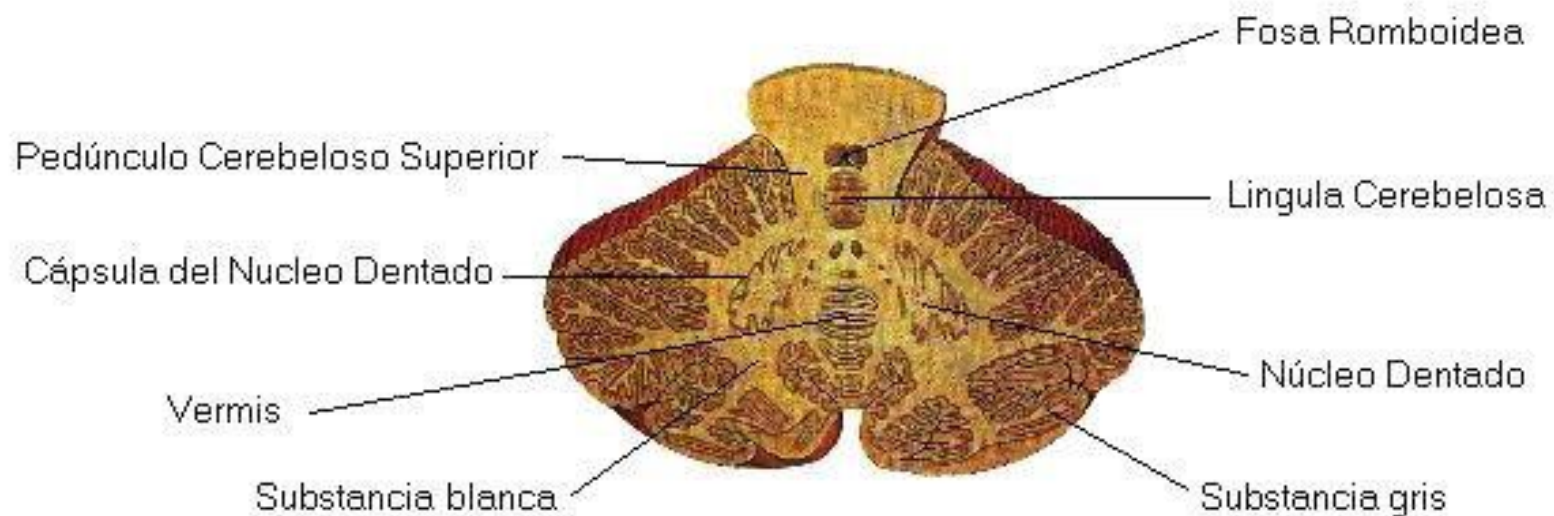
CEREBELO

CBCC 3

Generalidades

- Es un órgano que se encuentra ubicado por detrás del 4° ventrículo, en la fosa posterior.
- Esta dividido en sectores anatómicos y fisiológicos.
- Se encuentra en estrecha relación con el cerebro, tronco encefálico, oído y músculos.
- Cumple funciones motoras accesorias indirectas y complementarias, que perfeccionan los movimientos (tallar una escultura, escribir a maquina, enhebrar una aguja)

- El cerebelo se comunica con el resto del SNC por medio de los pedúnculos cerebelosos superiores, medio e inferior, por donde llegan y salen fibras nerviosas.
- En la línea media se encuentra formado por un sector que recibe el nombre de vermis, y a los lados del mismo se originan los hemisferios cerebelosos.
- La superficie del órgano se organiza en circunvoluciones primarias, secundarias y terciarias.
- Dichas circunvoluciones se encuentran recubiertas por una corteza de sustancia gris.



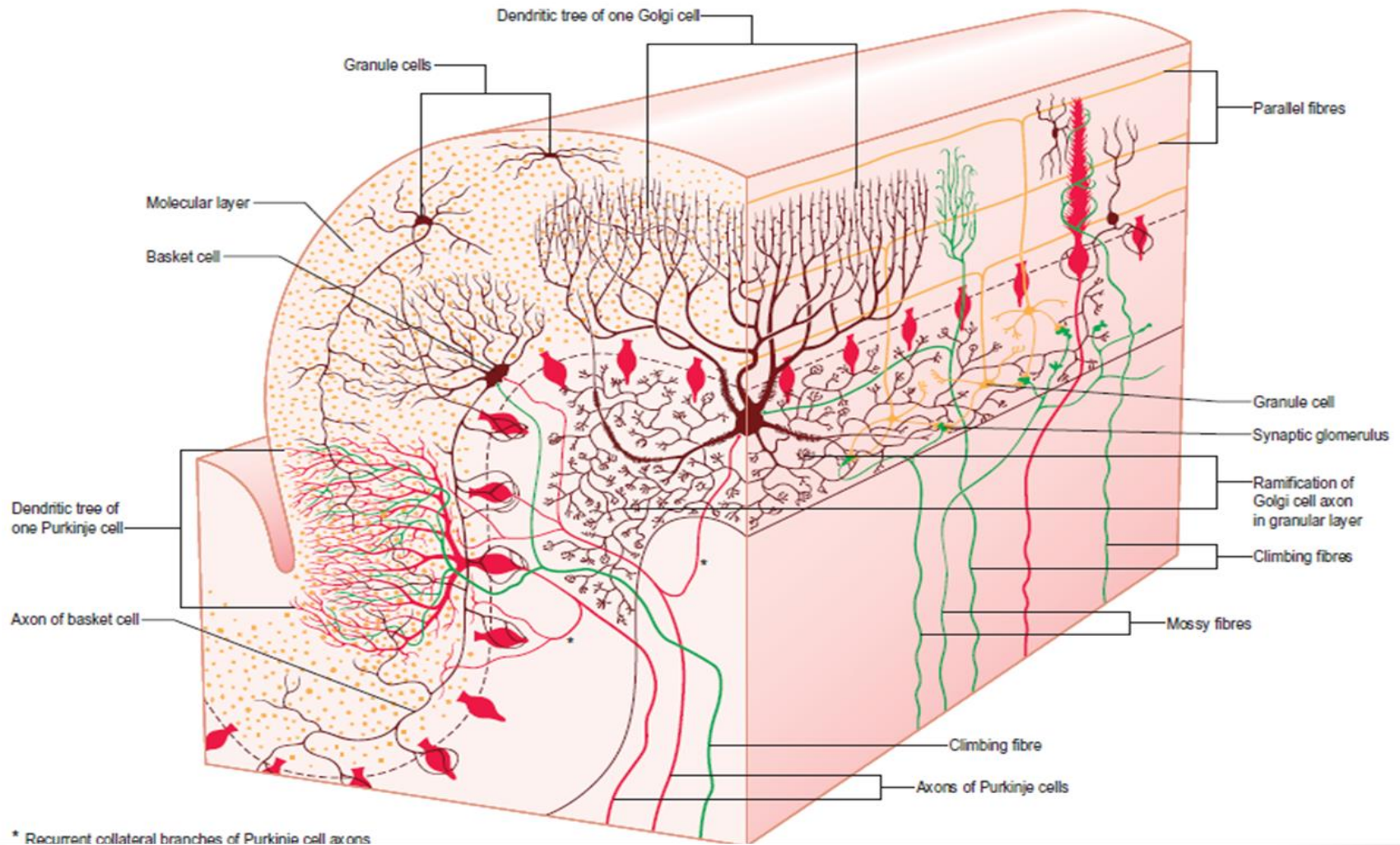
- Internamente el cerebelo esta compuesto por sustancia blanca y núcleos grises en donde hacen sinapsis vías aferentes y eferentes (dentado, globuloso, emboliforme y fastigial)
- Los impulsos del cerebro, del oído y de la médula espinal llegan al cerebelo por los pedúnculos, integrándose la información, para así mantener el equilibrio del cuerpo.
- Dentro de las vías **aferentes** del cerebelo encontramos la vía corticocerebelosa que ingresa por el pedúnculo medio, y va directo a la corteza cerebelosa; también se hallan las vías olivocerebelosas, reticulocerebelosas , vestibulocerebelosas y espinocerebelosa.

- La vía espinocerebelosa juntan información desde los órganos tendinosos de Golgi, los husos neuromusculares, y los grandes receptores táctiles de la piel y las articulaciones.
- En cuanto a las vías **eferentes**, las mas importantes son:
 - Las que se originan en la corteza cerebelosa , pasan por el núcleo dentado y terminan en el cerebro.
 - Las que se originan en el vermis y van a núcleos del tronco, contribuyendo al control del equilibrio.
 - Las que salen de las regiones intermedias y se dirigen hacia el tálamo, u otro núcleos de la base.

- Como se dijo anteriormente, el cerebelo esta formado por varias circunvoluciones o laminillas que corren paralelas entre si en la superficie de los hemisferios cerebelosos.
- Estas laminillas poseen un eje de sustancia blanca recubierto por uno de sustancia gris.



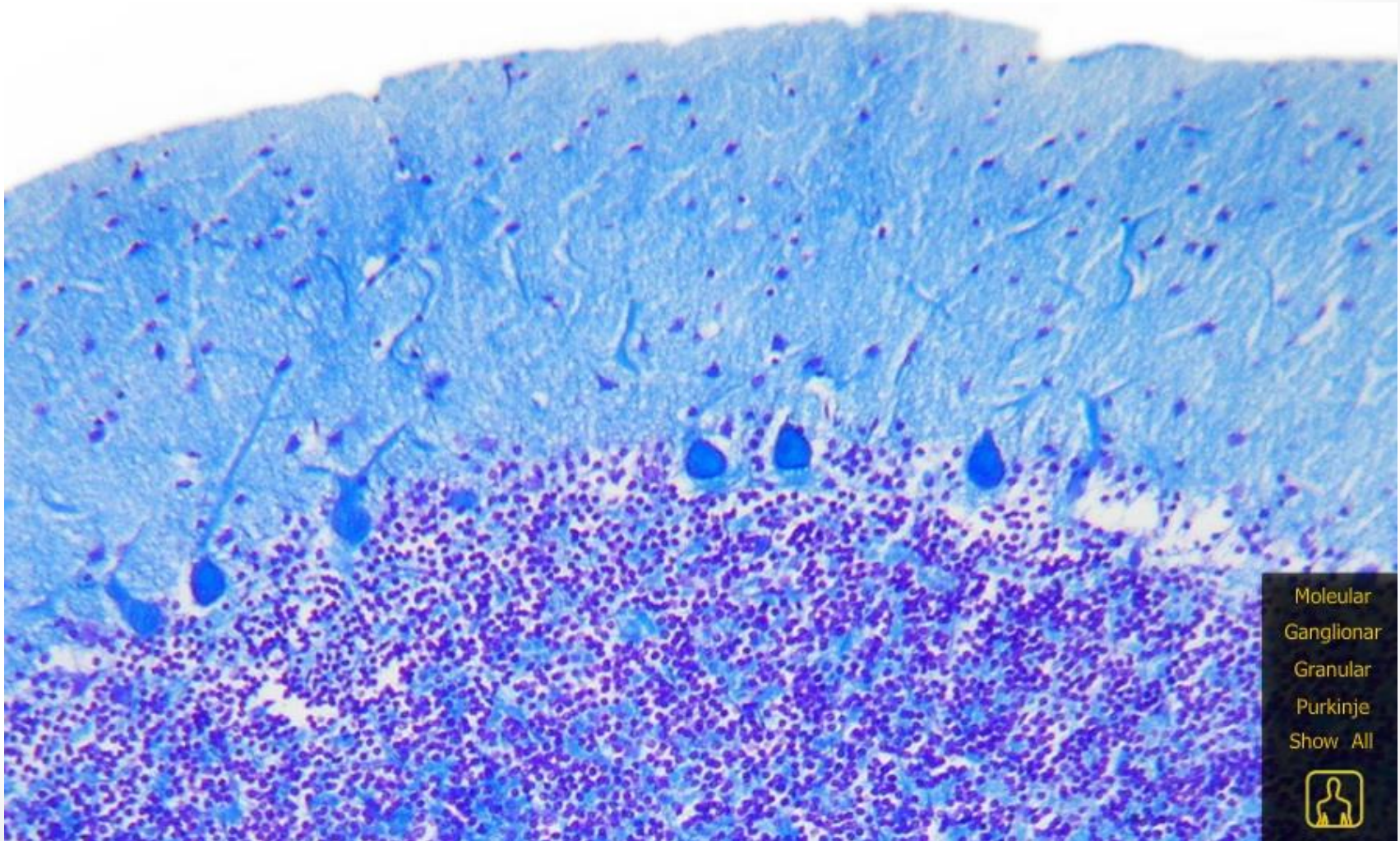
- El cortex cerebeloso muestra un alto grado de orden geométrico respecto a la superficie y a los ejes longitudinales y transversales de la laminilla.
- Consta de elementos celulares y prolongaciones celulares.
- A la corteza llegan las terminaciones de las fibras musgosas y trepadoras, provenientes del resto del SNC.
- También encontramos 5 variedades de neuronas (grano, Golgi, estrellada superficial, estrellada profunda o cesto y células de Purkinje.)
- También podemos encontrar neuroglia y células vasculares.



Organización general de la corteza cerebelosa. Una única laminilla ha sido seccionada en forma transversal (a la izquierda) y logitudinal (a la derecha) de su eje mayor. Compare la disposición de las células de Purkinje, fibras paralelas y axones de células en cesto en ambas incidencias.

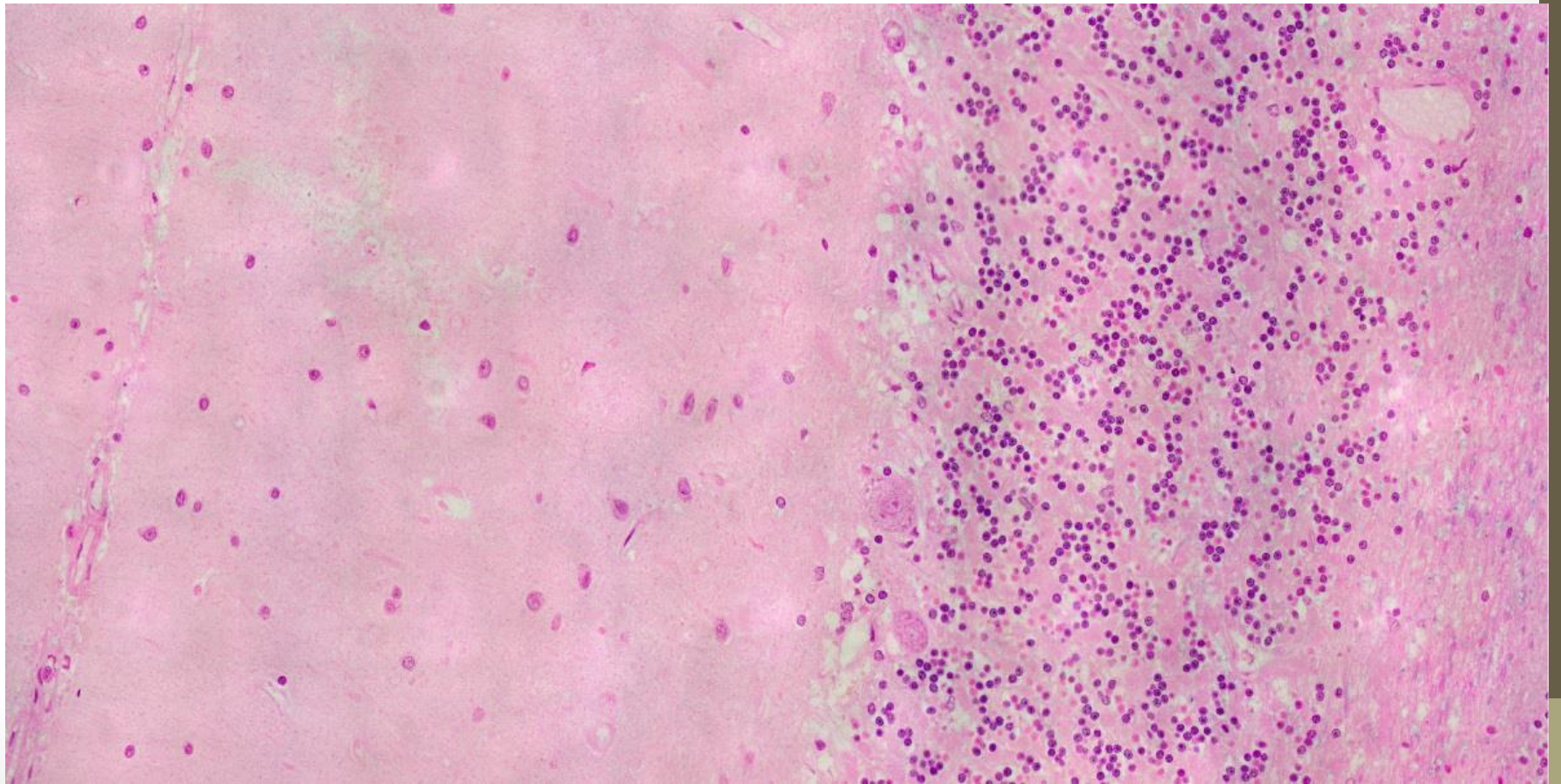
- La corteza cerebelosa se divide en 3 capas (capa molecular, de Purkinje y de células granos)
- La capa de células granulosas es uno de los sitios de entrada al órgano, ya que recibe a las terminaciones de las fibras musgosas provenientes de todo el SNC, excepto del núcleo olivar.
- El árbol dendrítico de las células de Purkinje, se encuentra en íntimo contacto con las fibras trepadoras, provenientes de los núcleos olivares.
- El único medio de salida del cerebelo es mediante el axón de las neuronas de Purkinje.

Corteza cerebelosa con Nissl.

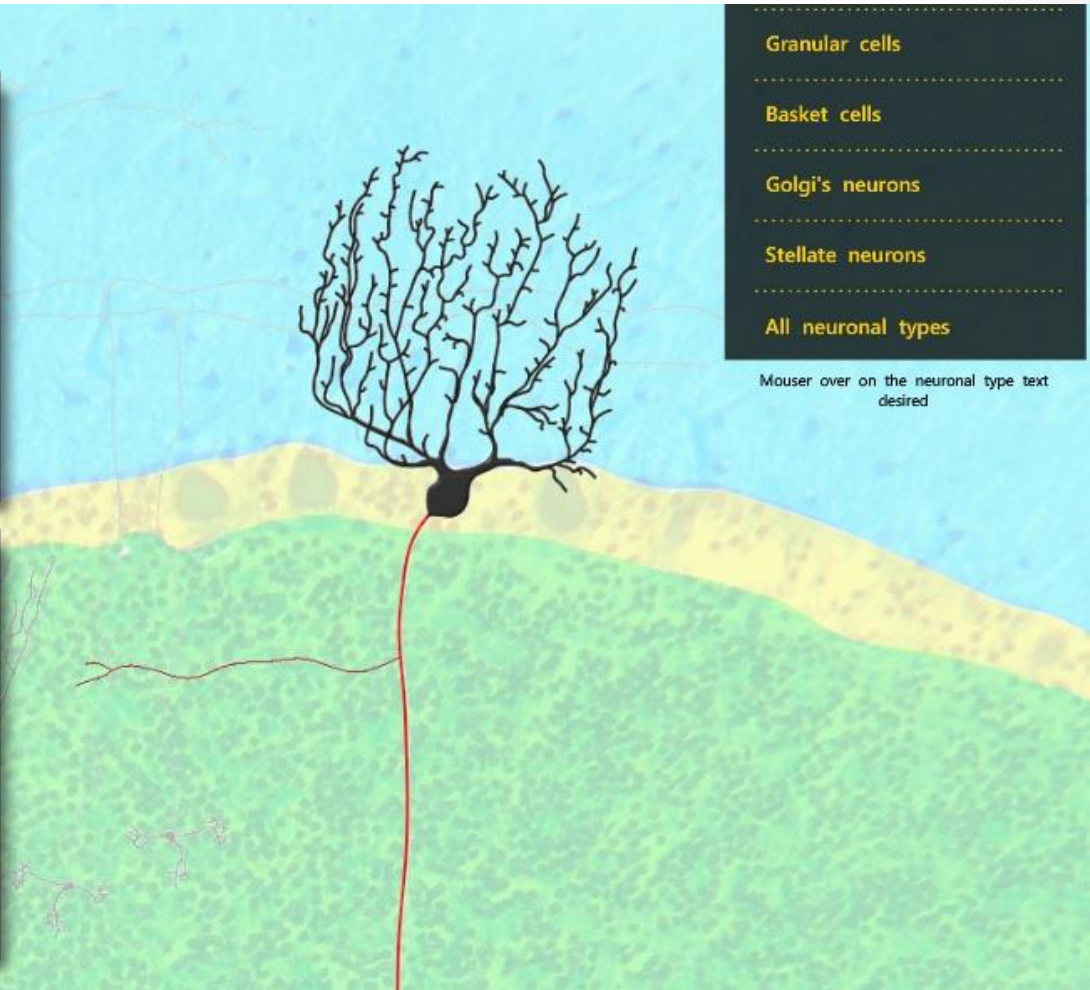
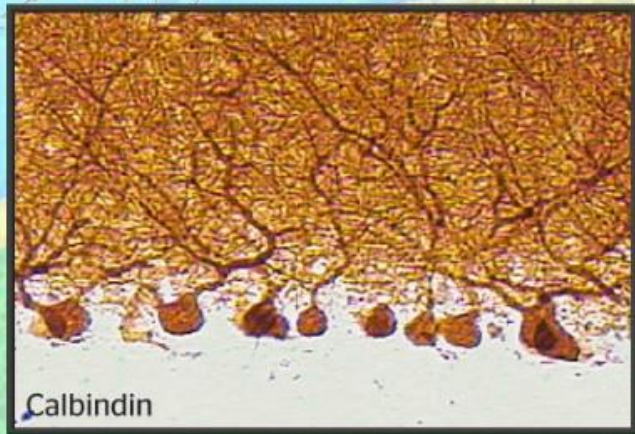
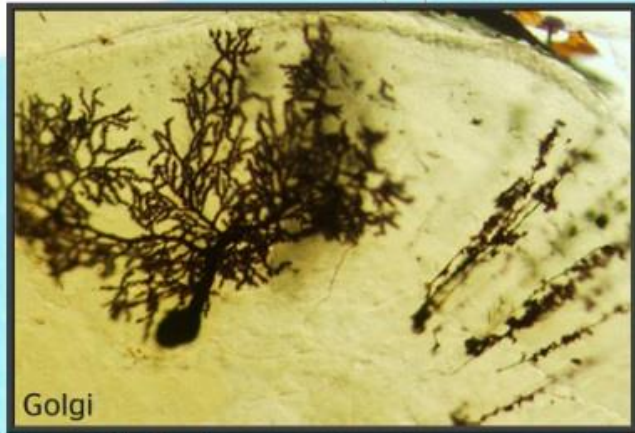


- Dentro de cada capa hallamos neuronas y prolongaciones específicas.
- Capa molecular: Estrelladas superficiales , estrelladas profundas, ramificaciones dendríticas de las neuronas de Purkinje, prolongaciones de la glia de Bergmann, dendritas de las células de Golgi, fibras trepadoras
- Capa de Purkinje: formado por los somas de las células de Purkinje y de las glias de Bergmann
- Capa de células grano: células grano, soma junto con dendritas y axones de las neuronas de Golgi, fibras musgosas, procesos digitiformes de los granos y glomérulos cerebelosos.

Corteza cerebelosa con HyE.



Célula de Purkinje

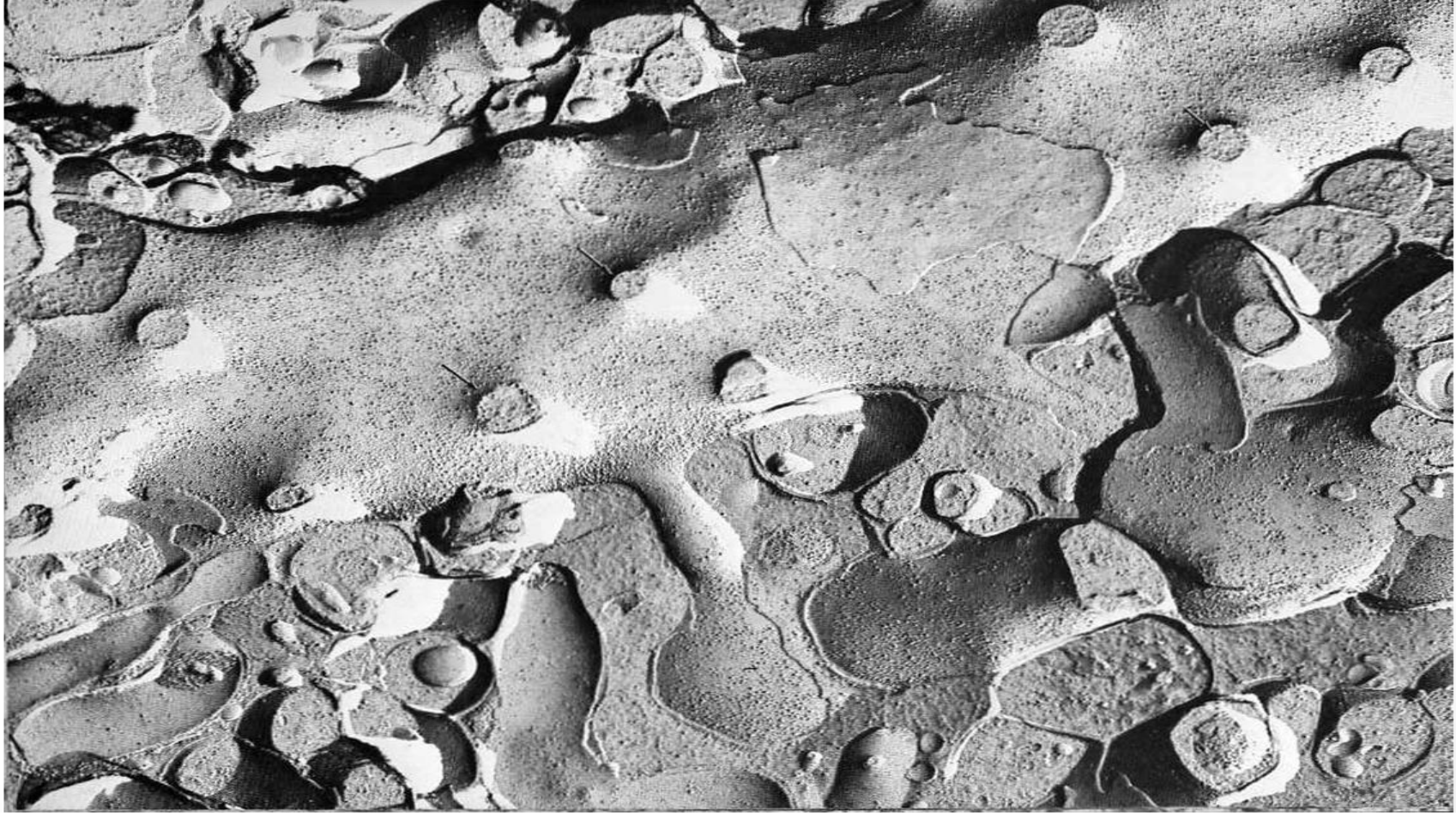


Neuronas de Purkinje con Impregnación argéntica de Golgi



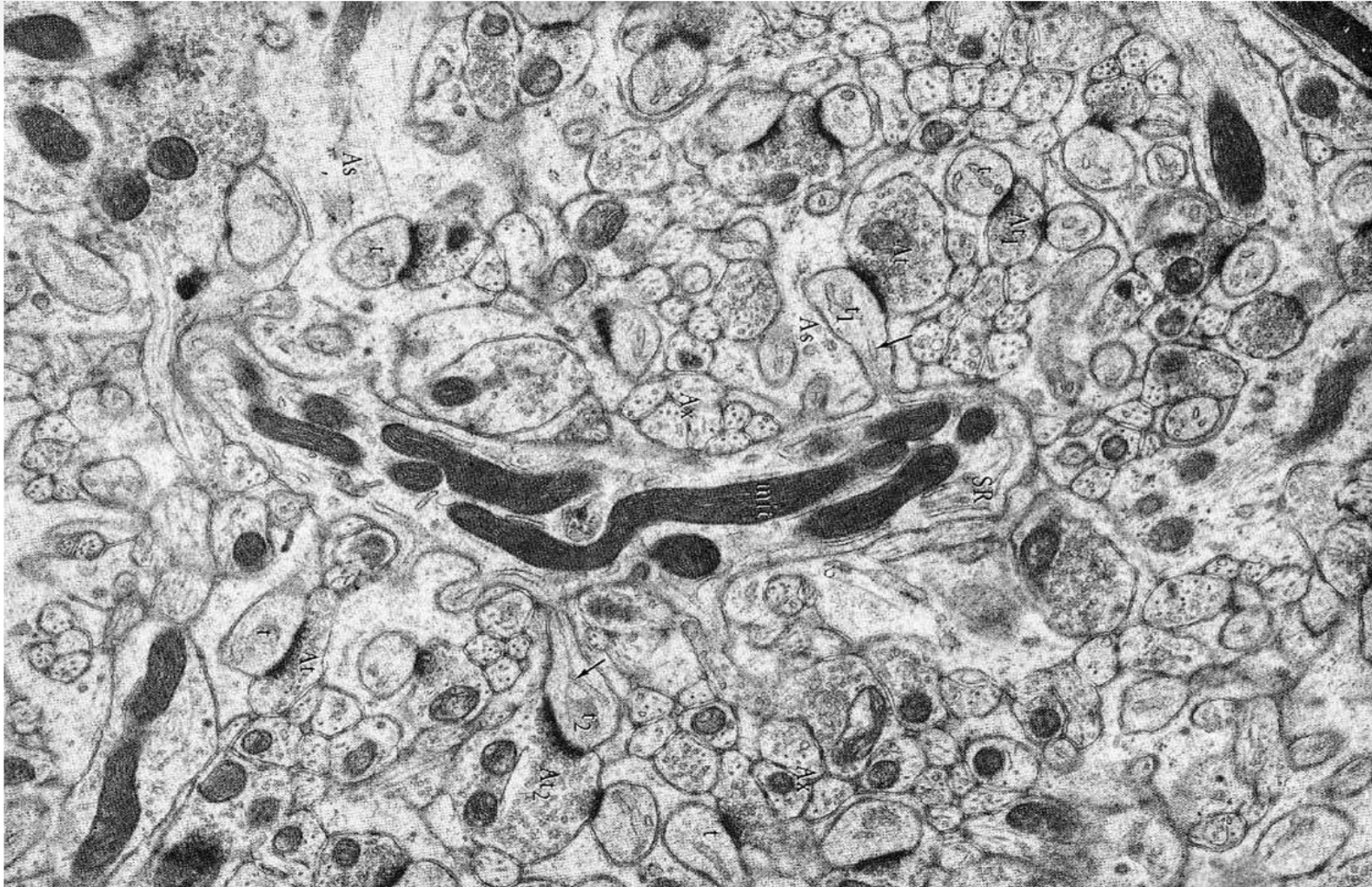
- Células que tienen una disposición geométrica particular, ubicándose en sentido transversal al eje mayor de la laminilla.
- Por el polo superior del soma, se originan una o dos prolongaciones madres que se subdividen para dar origen al inmenso árbol dendrítico. Mayor cantidad en la convexidad.
- Luego de las prolongaciones de tercer orden, las dendritas comienzan a presentar espinas, las cuales hacen sinapsis con las fibras paralelas.
- Se estima que cada neurona tiene 180.000 espinas.

Crio fractura de dendrita de célula de Purkinje.



Ramificación dendrítica espinosa de célula de Purkinje, (76.000X)

Preparación de congelación-fractura de una ramificación espinosa de dendrita de célula de Purkinje que se extiende oblicuamente en el campo. Se observan varios troncos de bulbos espinosos (flechas) que protruyen desde la superficie de la dendrita, y un bulbo intacto (t) se extiende en el neuropilo circundante.

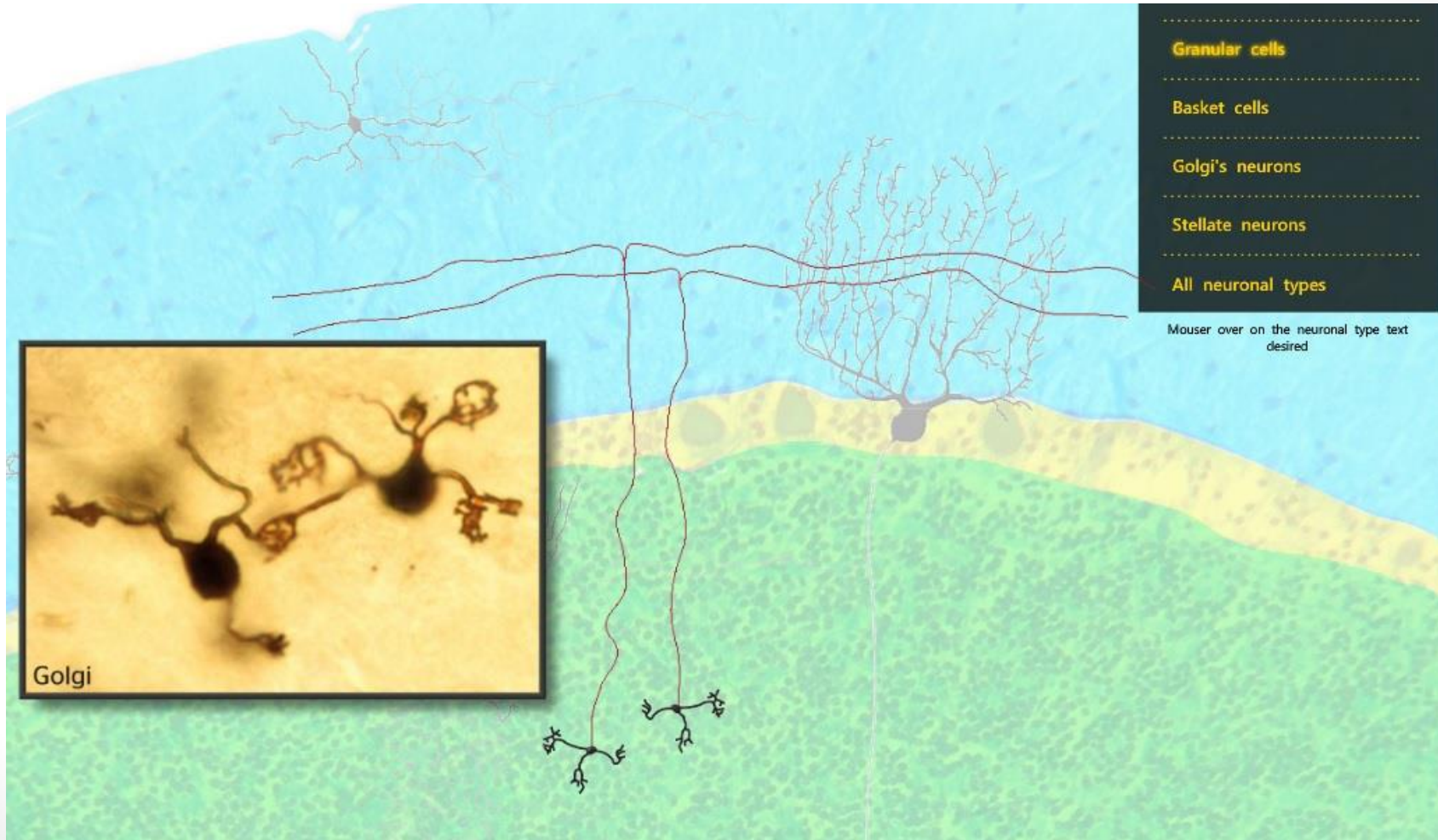


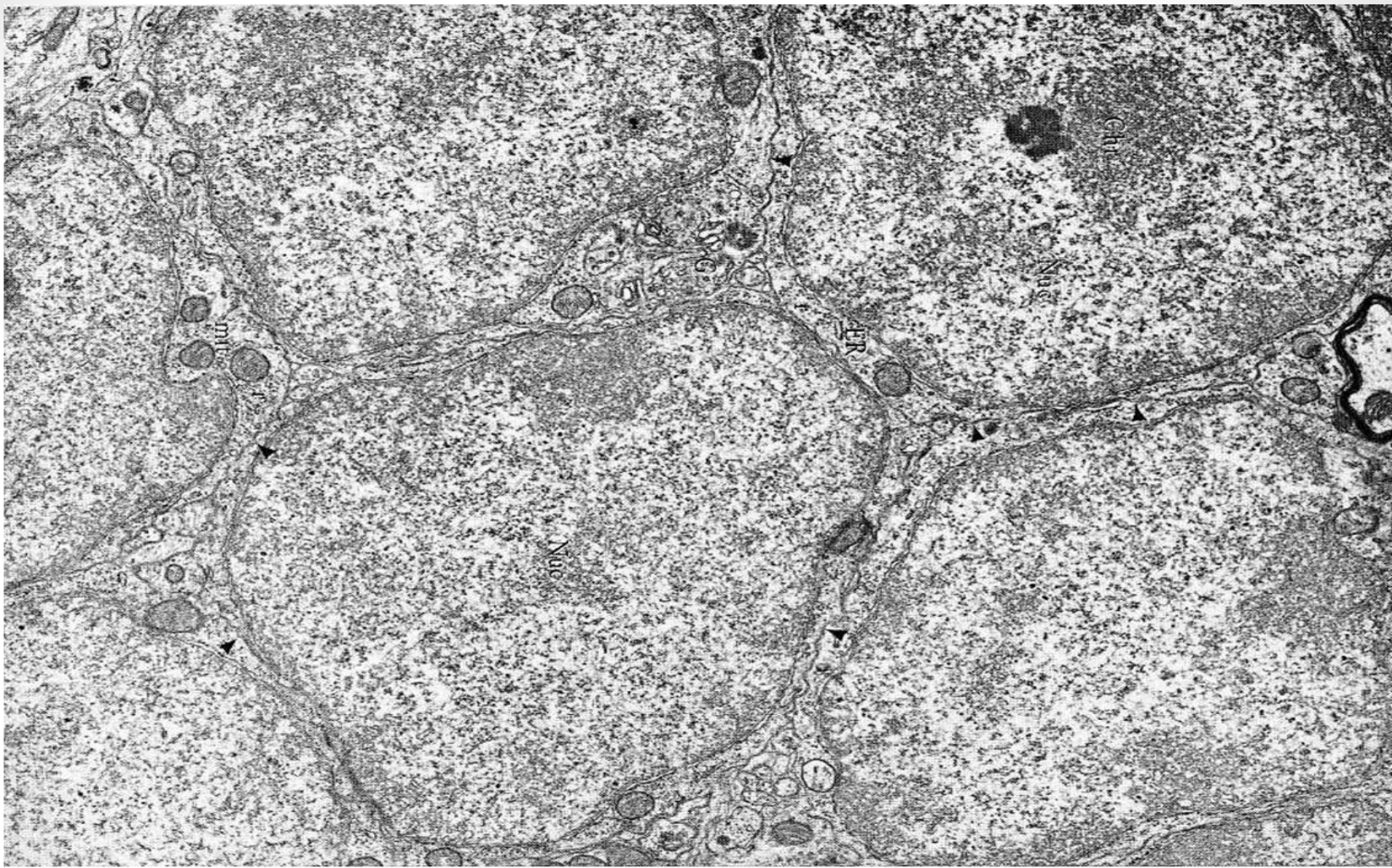
Dendrita de célula de Purkinje, (19.000X).

Se observa una ramificación espinosa de una dendrita de célula de Purkinje. Su citoplasma contiene mitocondrias (mit) y cisternas de retículo endoplásmico liso (SR). Se observa la emergencia de dos bulbos de espinas (t1 y t2). La flecha señala la extensión del retículo endoplásmico dentro del bulbo de la espina. Otras espinas aparecen aisladas en el neuropilo circundante (t). Forman sinapsis asimétricas con los terminales axónicos de las fibras paralelas (Ax). Entre los elementos neuronales se observan prolongaciones de astrocitos (As).

- Por el polo posterior de soma, se origina el axón, el cual tiene contacto en su primera porción con el cesto de la células estrelladas profundas.
- Un vez se introduce en la sustancia blanca, emite varias colaterales que se dirigen a diferentes partes de la corteza cerebelosa.
- Los axones terminan en los núcleos grises cerebelosos o pasan directamente al tronco encefálico.
- Los contactos sinápticos que establece esta neurona son: con las fibras trepadoras entre las espinas, con las fibras paralelas en las espinas, con las estrelladas superficiales y profundas.

Célula grano.



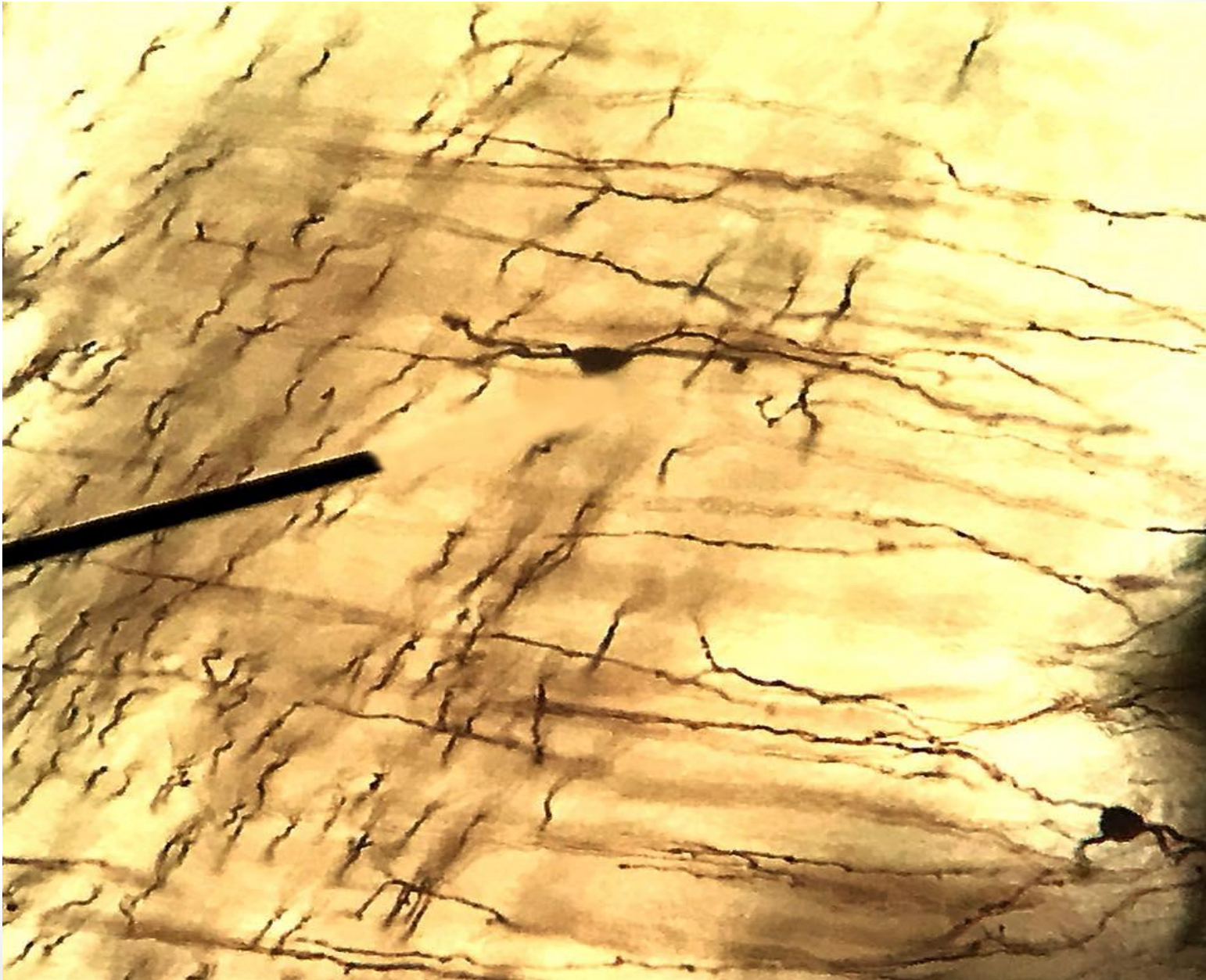


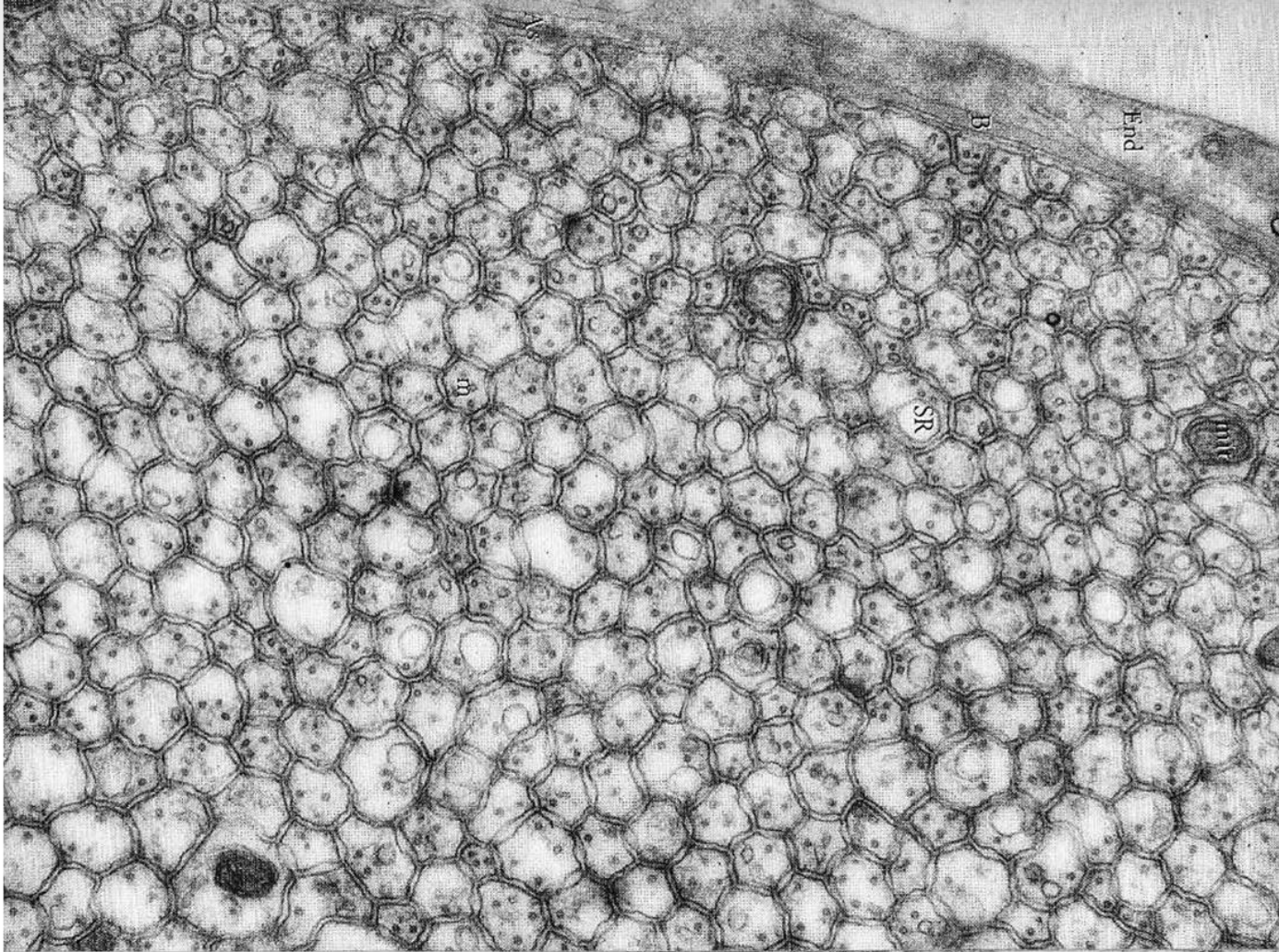
Cuerpos de células granulares, corteza cerebelosa, (22.000 X)

El pericarion de las células granulares se encuentra formando grupos compactos, y sus membranas plasmáticas a menudo están íntimamente apuestas (cabezas de flecha). Estas neuronas son pequeñas, y la mayoría de su cuerpo está ocupado por el núcleo (Nuc) el cual muestra algunos agregados de cromatina. El pericarion está confinado a un pequeño anillo que rodea el núcleo. Las escasas cisternas de retículo endoplásmico rugoso (ER) y ribosomas libres (r) no se agregan para formar grumos de Nissl como ocurre en las neuronas más grandes. Se observan otros organelos citoplásmicos (mitocondrias-mit y aparato de Golgi-G).

- Son las neuronas que abundan en la capa granular. Se encuentran aproximadamente 7.000.000 por milímetro cúbico.
- Desde la parte basal de soma se originan 3 dendritas que terminan en proyecciones digitiformes, las cuales hacen sinapsis con la fibra musgosa, contribuyendo a la formación del glomérulo cerebeloso.
- El axón se origina por la parte apical del soma y se dirige a la capa molecular donde se divide en dos y corre en paralelo con el eje de la laminilla, formando así las fibras paralelas.
- Las fibras paralelas tienen ensanchamientos en su trayecto donde hacen sinapsis principalmente con las espinas de Purkinje.

Cerebelo con Impregnación argéntica de Golgi

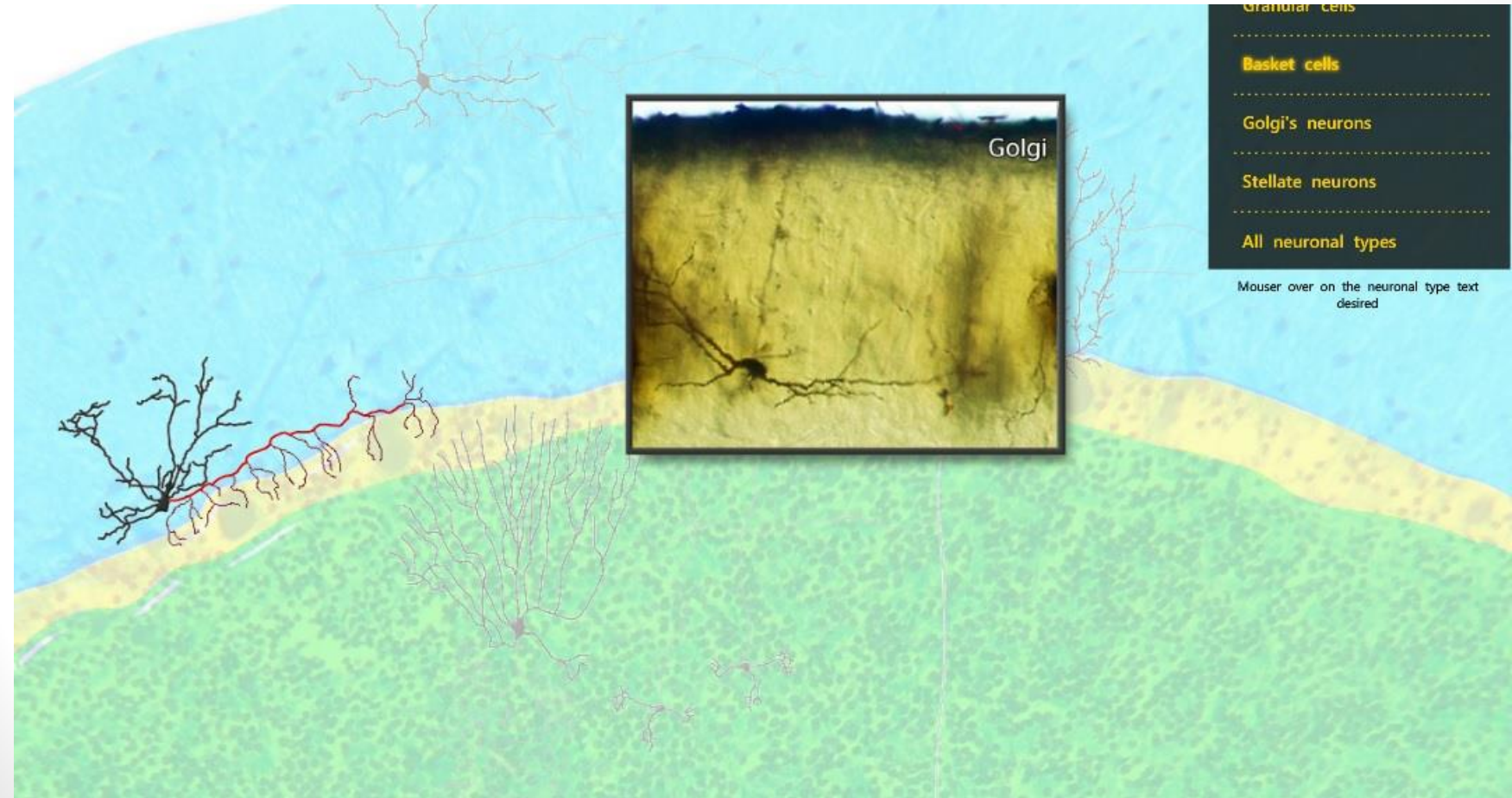




Fibras paralelas en la capa molecular de la corteza cerebelosa (62.000 X)

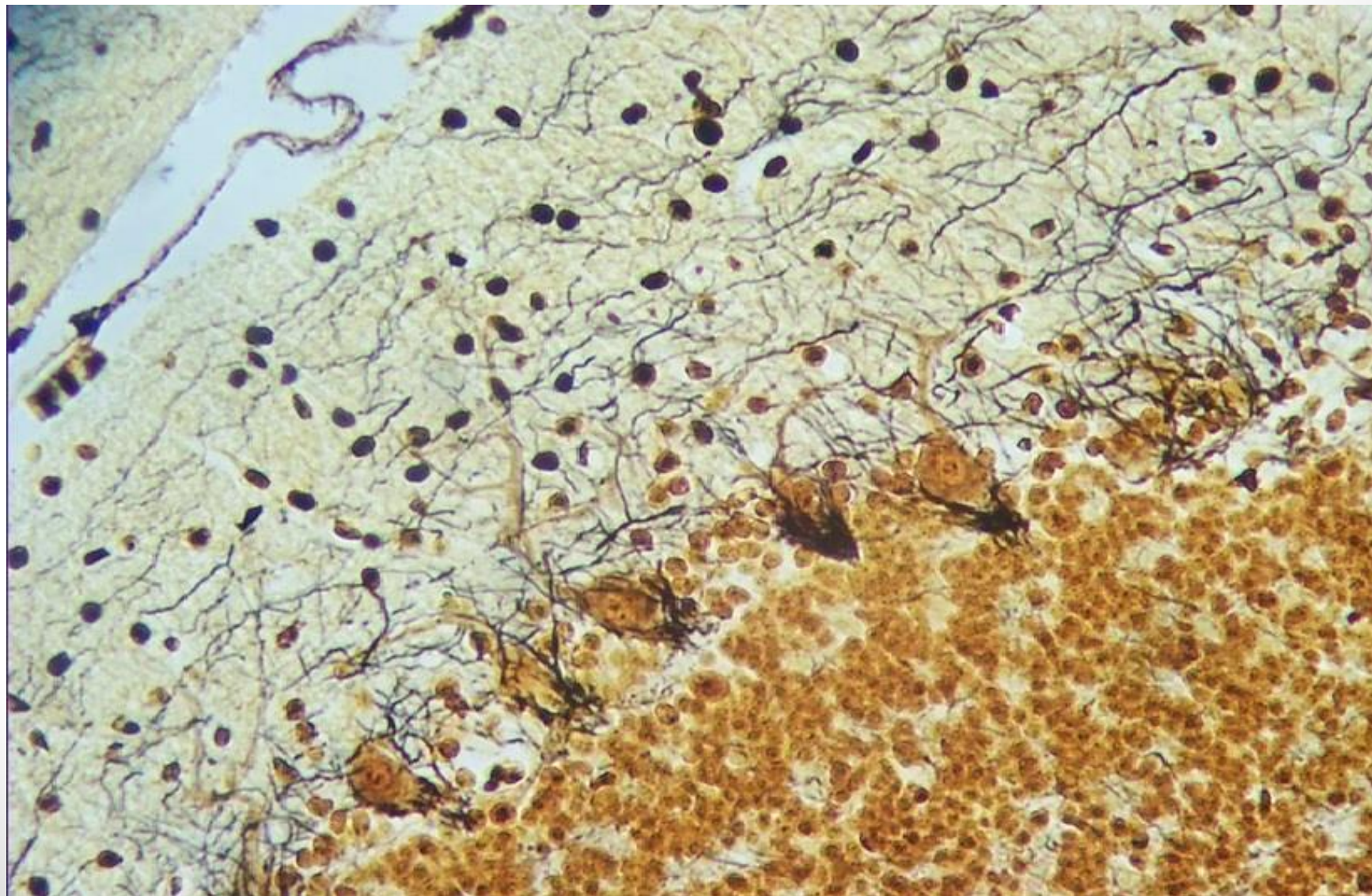
El campo se encuentra casi completamente atravesado por secciones transversales de axones de células granulares. Estos axones son llamados "fibras paralelas", poseen un arreglo espacial remarcablemente regular y su trayecto es paralelo al eje mayor de las laminillas cerebelosas. Este neuropilo es inusual, dado que no se observan prolongaciones gliales interpuestas entre las prolongaciones axonales. Cada axón contiene unos pocos microtúbulos (m), y algunos muestran retículo endoplásmico liso (SR). Cuando se observan mitocondrias (mit) éstas llenan casi completamente la sección del axón. Separando los axones de la célula endotelial en la parte superior (End) se observa una limitante glial (As) y una lámina basal (B) que rodea el parénquima neural.

Neurona en cesto.



- Las células en cesto se encuentran el sector profundo de la capa molecular.
- Emite varias dendritas hacia el sector superior, haciendo sinapsis con a fibras paralelas.
- Hacia su sector inferior emite un axón el cual cruza en sentido transversal la laminilla. De este axón se desprenden colaterales que envuelven a los somas de las neuronas de Purkinke.

Cerebelo con Impregnación argéntica de Cajal

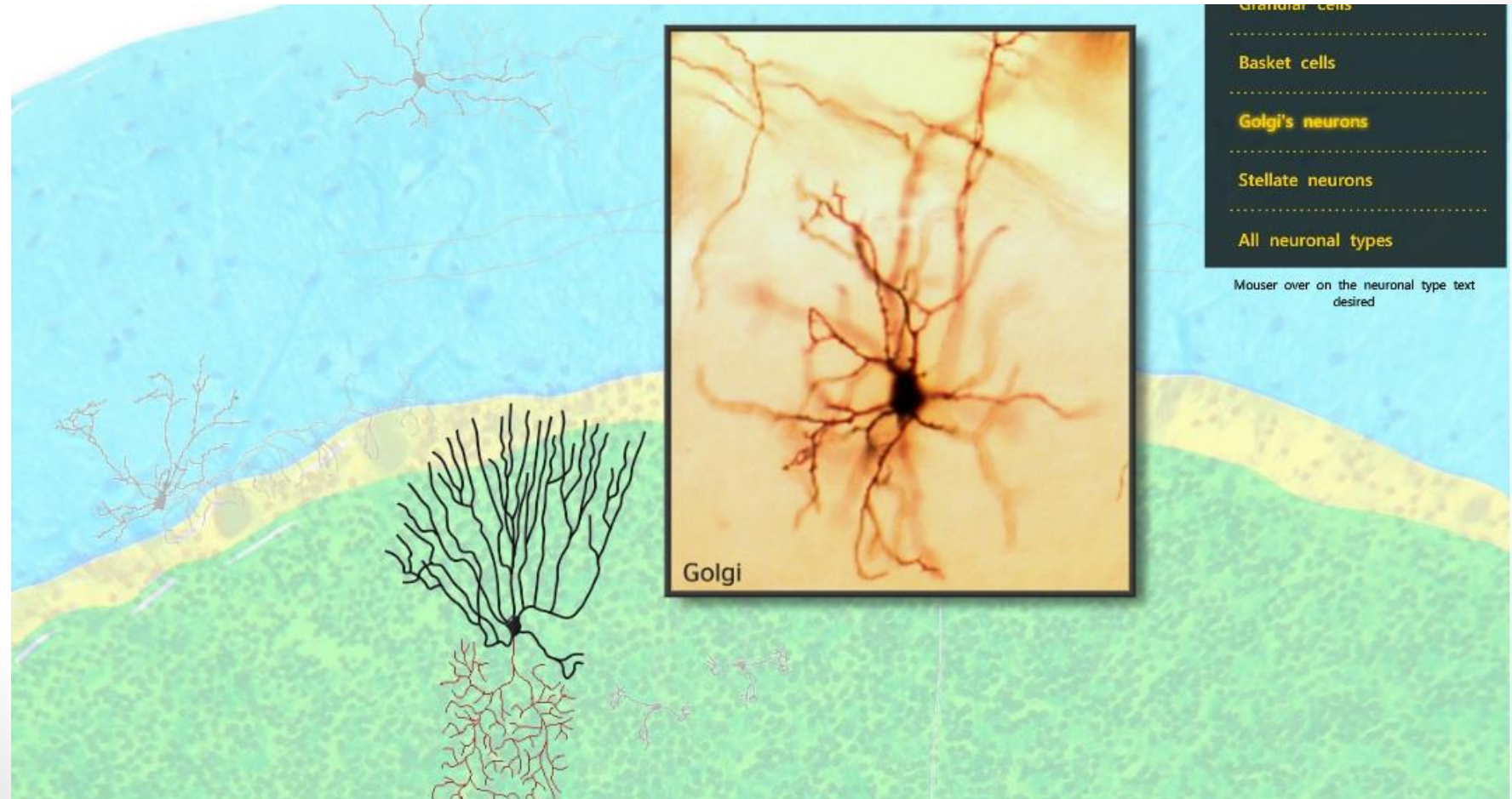


Estrelladas superficiales.



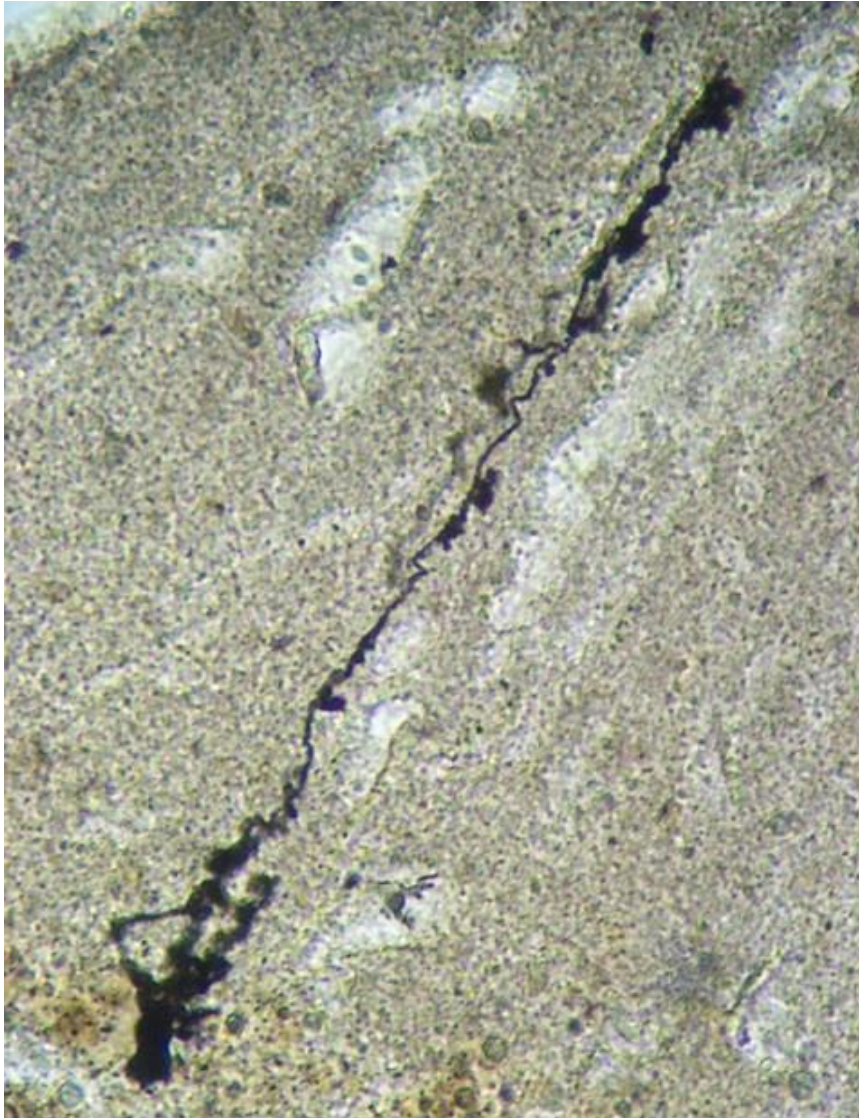
- Las neuronas estrelladas superficiales se encuentran en la capa molecular en su sector medio.
- Son extremadamente pequeñas y emiten arborizaciones dendríticas que se unen a la espinas de las células de Purkinje y con las fibras paralelas.

Neurona de Golgi



- Son la neuronas mas grandes del cerebelo.
- Su soma se encuentra ubicado en el sector superficial de la capa granulosa.
- Emite arborizaciones dendríticas abundantes hacia la capa molecular donde hace sinapsis con las fibras paralelas.
- Para la capa granulosa también emite gran cantidad de dendritas junto con el axón.
- Las arborizaciones dendríticas nunca se solapan con otra, creando una forma hexagonal vista de craneal.
- Un campo dendrítico, ocupa 10 campos de las de Purkinje.

Glía de Bergmann



- Los somas se encuentran a nivel de la capa de Purkinje.
- Tienen características citológicas similares a los astrocitos protoplasmáticos.
- Sus prolongaciones se dirigen hacia la superficie, aislando las sinapsis y vasos sanguíneos llegando a la piamadre, constituyendo los pies neuróglícos.

Aferencias del cerebelo

- **Fibras trepadoras:**

Proviene de los núcleos olivares inferiores.

Se relacionan solo con una neurona de Purkinje.

Una vez que la fibra se arboriza, emite colaterales a los somas, las dendritas de las células de Golgi y a las estrelladas.

Las fibras trepadoras tienen un efecto excitatorio sobre las células de Purkinje

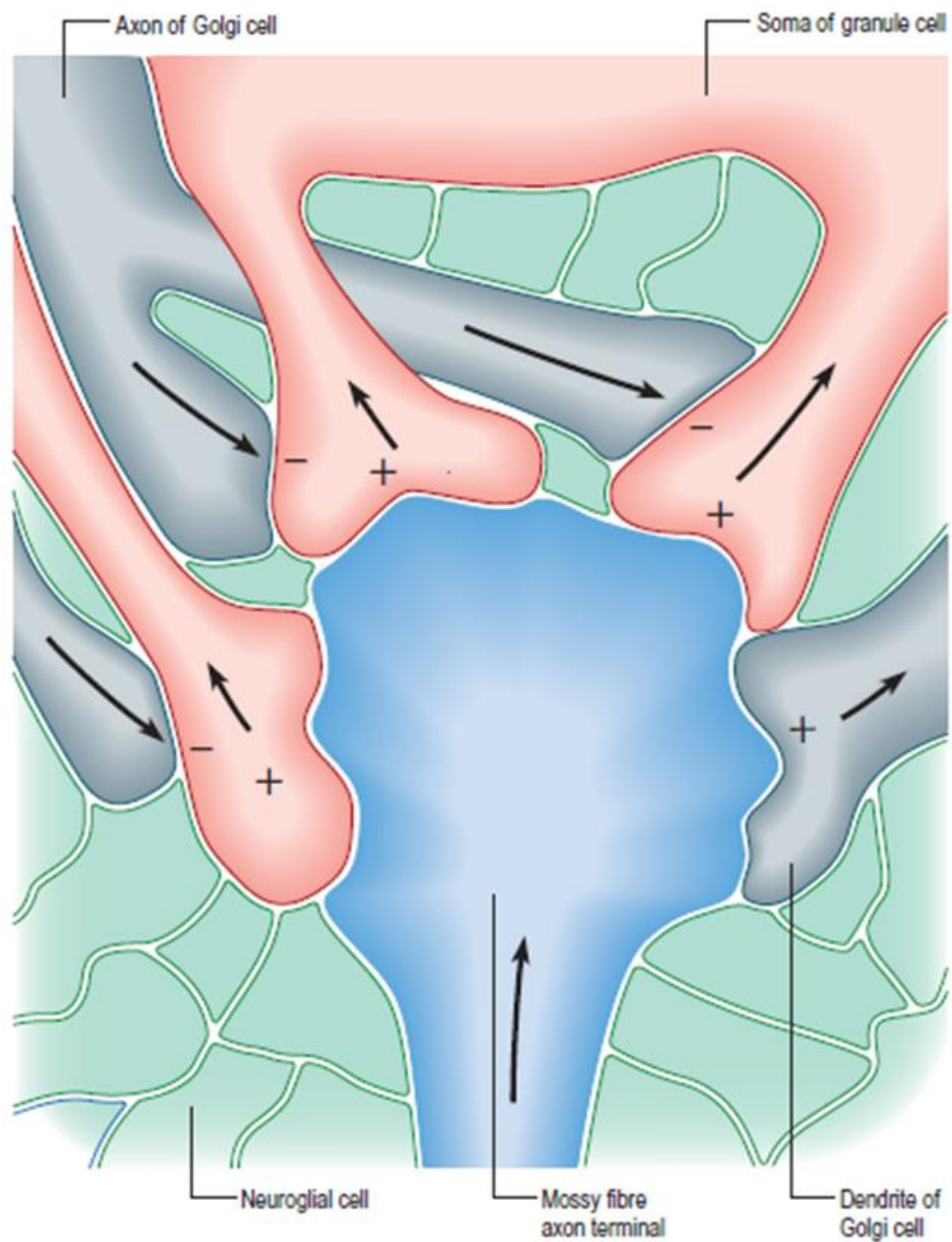
- **Fibras musgosas:**
- Proviene de todo el SNC, menos de la oliva.
- Son excitatorias y forman el eje del glomérulo cerebeloso.
- Cuando la fibra atraviesa la sustancia blanca, emite colaterales que se esparcen a un gran número de laminillas adyacentes, y dentro de cada una la rama corre por la lámina central de sustancia blanca, y de nuevo emite subramas a la capa granular terminando en rosetas

Glomérulo cerebeloso

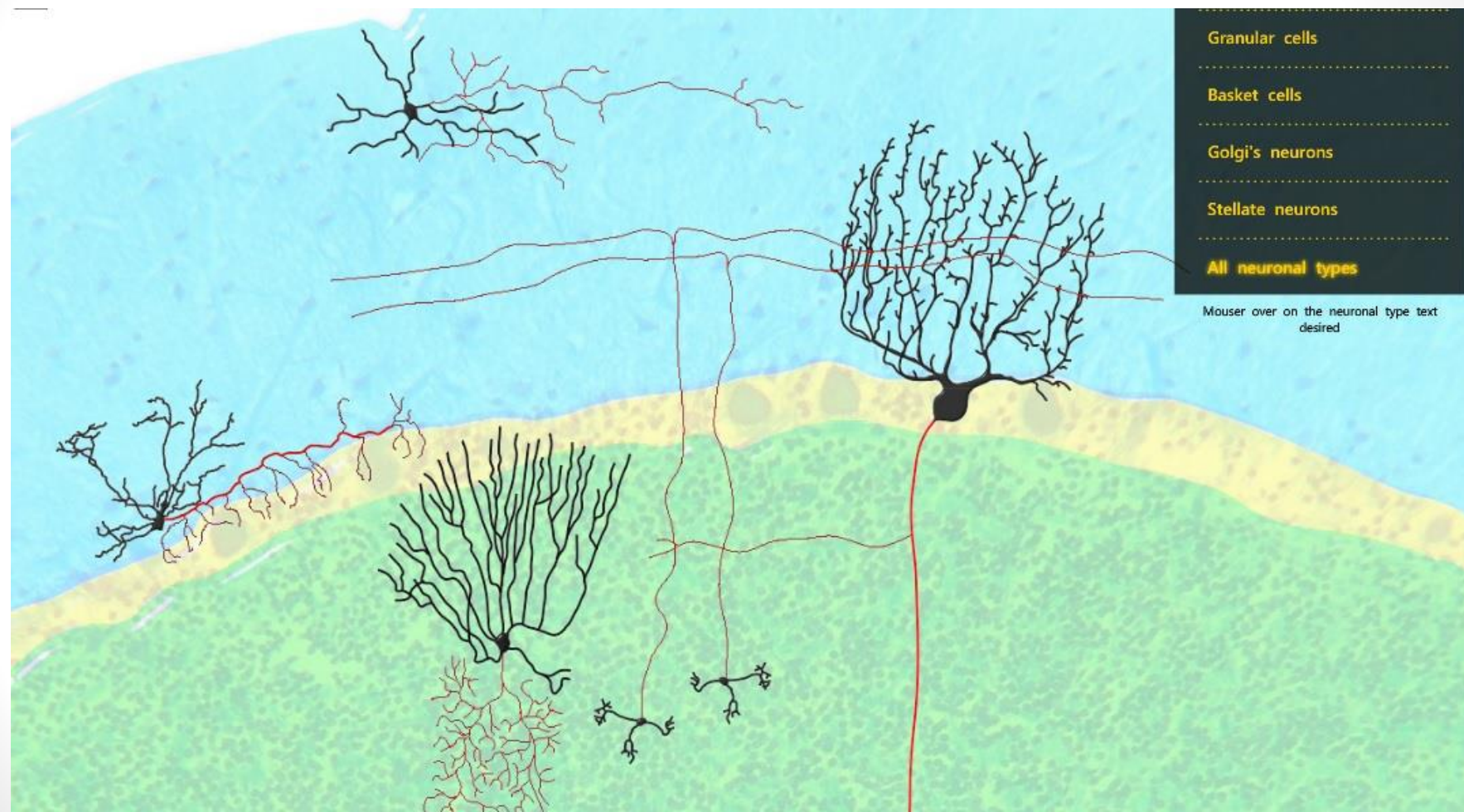


Diagrama tridimensional del glomérulo cerebeloso.
Azul: fibra musgosa. **Rojo:** dendritas de células granulares. **Amarillo:** axón de célula de Golgi. **Verde:** Dendrita de célula de Golgi.

- El glomérulo son agrupaciones sinápticas entre la fibra musgosa, el axón y dendritas de la neurona de Golgi, y los procesos digitiformes de las células grano.
- Todos los contactos a este nivel son axodendríticos.
- Los terminales de la fibra musgosa son excitatorios y pueden de este modo estimular a las dendritas de las células grano y Golgi, que es una interneurona inhibitoria.



Disposición de elementos sinápticos en el glomérulo cerebeloso



- Granular cells
- Basket cells
- Golgi's neurons
- Stellate neurons
- All neuronal types

Mouser over on the neuronal type text desired