

Si intentamos resumir la constitución de las pirámides bulbares, hallaremos:

1.º *En un plano superficial*: el fascículo piramidal directo y el piramidal cruzado del lado opuesto de la médula. Este último forma con su congénera el *entrecruzamiento inferior ó motor*.

2.º *En un plano medio*: el fascículo cruzado procedente del núcleo restiforme, y para algunos, la porción sensitiva del fascículo lateral profundo. Estas fibras forman con las del lado opuesto el *entrecruzamiento superior ó sensitivo*.

3.º *En un plano profundo*: el fascículo anterior de la médula del lado correspondiente.

B. Substancia gris.— La mayor parte de la substancia gris bulbar representa el eje gris de la médula; pero el *entrecruzamiento de los fascículos*, la *formación del cuarto ventrículo* y la *aparición de las fibras arciformes* modifican su disposición general.

1.º La *decusación de los fascículos piramidales* cruzados decapita las astas anteriores. La *base* queda en relación con el conducto central formando una columna gris; la *cabeza*, separada hacia fuera, constituye otra columna gris, situada por delante de la precedente.

2.º La *decusación de las fibras sensitivas* decapita también las astas posteriores que quedan divididas en dos columnas ó núcleos formados, uno por la base y el otro por la cabeza del asta posterior.

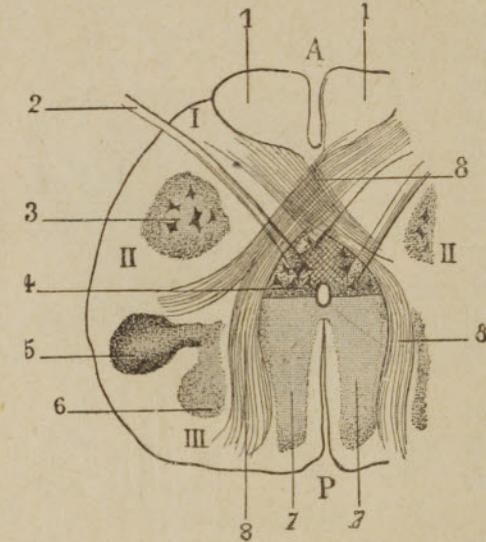


Fig. 322. — Corte del bulbo á nivel del entrecruzamiento superior ó sensitivo (según DUBVAL).

A, surco anterior. — P, surco posterior. — I, cordones anteriores. — II, cordones laterales. — III, cordones posteriores.

1, pirámides anteriores. — 2, hipogloso. — 3, cabeza del asta anterior. — 4, base del asta anterior. — 5, cabeza del asta posterior. — 6, núcleo de los cuerpos restiformes. — 7, núcleo de las pirámides posteriores. — 8, fibras sensitivas entrecruzadas.

Además, en el momento en que las fibras sensitivas van á entrecruzarse, la base de las astas posteriores emite dos prolongaciones.

a. Una de ellas penetra en los cuerpos restiformes: es el *núcleo de estos cuerpos*.

b. La otra se hunde en los cordones de GOLL: es el *núcleo de estos cordones*.

En estos núcleos es donde terminan el cordón de GOLL y el fascículo de BURDACH.

3.º La abertura del conducto central para la formación del cuarto ventrículo modifica aun más la situación de todas las columnas grises. La *base de las astas anteriores* queda en la línea media á cada lado del tallo del *calamus*, donde forma la porción mediana del suelo del cuarto ventrículo;

la *cabeza* se halla fuertemente incurvada hacia fuera y dissociada por las *fibras arciformes*.

La *base de las astas posteriores* se separa hacia fuera, se ensancha y forma las porciones laterales del suelo del cuarto ventrículo. Se halla, pues, situada inmediatamente por fuera de la base de las astas anteriores y en el mismo plano. La *cabeza* de las astas posteriores, fuertemente rechazada hacia fuera, forma resalte á nivel del surco lateral y constituye el *tuber cinereum de Rolando*.

Tales son las principales modificaciones que se presentan en la repartición bulbar de la substancia gris de la médula. Es preciso añadir que las fibras arciformes disocian las columnas grises en núcleos independientes en los cuales toman origen los nervios craneales. Por razón de su situación, estos núcleos pueden ser incluidos en el asta anterior ó en la posterior, y de este modo se puede formar el siguiente cuadro:

ASTAS ANTERIORES	} Base	} Núcleos motores de los nervios mixtos (glossofaríngeo, neumogástrico y espinal).
ASTAS POSTERIORES	} Base	} Núcleos sensitivos de los nervios mixtos (glossofaríngeo, neumogástrico y espinal).

§ 2. — PARTES PROPIAS DEL BULBO

A los elementos comunes al bulbo y á la médula se añaden *columnas de substancia gris* y otras partes formadas por *substancia gris y blanca*.

Tales son: los *núcleos de los cordones de GOLL* y *del cuerpo restiforme*, la *formación olivar*, el *cuerpo restiforme* y las *fibras arciformes*.

1.º *Núcleos de Goll y restiformes*. — Ya hemos indicado la existencia de estos dos núcleos cuando hemos estudiado las modificaciones que sufre la substancia gris del bulbo. Son prolongaciones grises que la base del asta posterior envía á los cordones de GOLL y á los cuerpos restiformes.

2.º *Formación olivar*. — Las olivas están situadas entre los dos *núcleos grises yuxtaolivares*. Están formadas por una *cubierta gris* plegada y por una *porción central blanca*.

La *lámina gris* se halla replegada y festoneada de tal modo que representa en un corte una hoja cuyo borde fuera cortado irregularmente. Ocupa casi toda la altura de las olivas y forma una especie de bolsa abierta hacia dentro y atrás.

La *porción blanca* de la oliva está constituida por fibras que penetran en esta formación por su abertura. De estas fibras unas van de una á otra

oliva entrecruzándose en el rafe medio y atraviesan los núcleos yuxtaolivares internos; otras contornean su cara externa, penetran por el orificio y terminan en la cara interna de la lámina gris; finalmente, algunas fibras abordan la oliva por su parte posterior y parecen proceder de los cuerpos restiformes.

Por delante y por detrás de las olivas se hallan situados dos pequeños acúmulos grises conocidos con el nombre de *núcleos yuxtaolivares*. Uno de

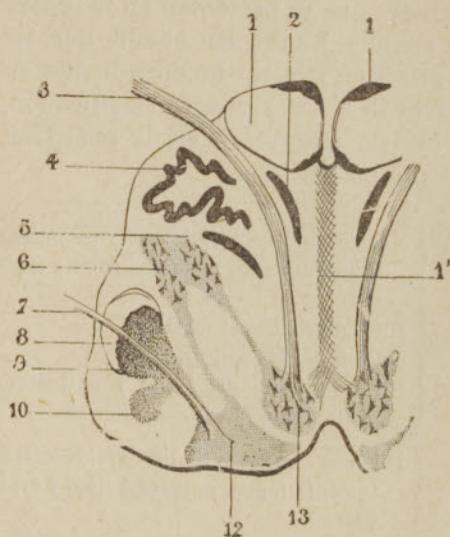


Fig. 323. — Corte esquemático del bulbo á nivel del origen de los nervios mixtos (según DUVAL).

1,1, pirámides anteriores. — 2, núcleo yuxtaolivar interno. — 3, nervio hipogloso. — 4, olivas inferiores. — 5, núcleo yuxtaolivar externo. — 6, cabeza del asta anterior (núcleo motor de los nervios mixtos). — 7, nervios mixtos. — 8, raíz ascendente del trigémino. — 9, cabeza del asta anterior. — 10, núcleo del cuerpo restiforme. — 11, rafe mediano. — 12, base del asta posterior (núcleo sensitivo de los nervios mixtos). — 13, núcleo del hipogloso.

las del lado opuesto (*rafe mediano del bulbo*). En la parte inferior son muy numerosas y delgadas; en la superior son más voluminosas.

Las *fibras externas* contornean las porciones laterales del bulbo y se dirigen al surco medio anterior.

Hoy se admite que las fibras arciformes ponen en relación los cuerpos restiformes, de un lado, con los cordones de GOLL y fascículos de BURDACH del opuesto. Además, establecen conexiones con las olivas.

Tal es la topografía general del bulbo raquídeo: no nos queda más que señalar algunos detalles concernientes á la histología de este órgano.

1.º La substancia blanca está formada por tubos nerviosos centrales, es decir, desprovistos de membrana de SCHWANN.

estos núcleos se halla colocado entre la oliva y la pirámide anterior: es el *núcleo yuxtaolivar interno*. El otro está situado entre la oliva y el asta anterior: es el *núcleo yuxtaolivar externo*.

3.º *Cuerpos restiformes*. — Ocupan el sitio de los fascículos de BURDACH y se continúan hacia arriba, sin línea de demarcación, con los pedúnculos cerebelosos inferiores. Puede decirse que el cuerpo restiforme y el pedúnculo cerebeloso inferior son un mismo fascículo que en la parte superior se llama de este modo, y en la inferior, de aquél.

Contiene en su espesor un acúmulo de substancia gris que ya hemos designado con el nombre de *núcleo de los cuerpos restiformes*.

4.º *Fibras arciformes*. — De los cuerpos restiformes parten gran número de fibras que pueden distinguirse en *internas* y *externas*. Las *fibras internas* describen, en el interior del bulbo, asas de concavidad superior, continuándose en la línea media con

2.º La substancia gris no contiene, según KÖLLIKER, más que células de *cilindro-eje largo*.

3.º Finalmente, es preciso repetir aquí lo que ya hemos dicho al tratar de la médula espinal. Mientras que los *nervios motores* tienen su origen en las *células de los núcleos grises del bulbo*, los *nervios sensitivos* tienen su origen en las células de los *ganglios anexos á estos nervios*, y que lo que se llaman *núcleos bulbares sensitivos* no representan más que la *estación terminal* de estos nervios (1).

(1) Véase lo ya expuesto sobre los cordones posteriores de la médula. Para los núcleos de los nervios consúltese el último libro de Cajal: *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*. La descripción de la estructura íntima del bulbo obligaría á dar demasiada extensión á este capítulo en un libro elemental.

CAPITULO XXIX

PROTUBERANCIA Y PEDÚNCULOS

§ I. — PROTUBERANCIA

La protuberancia, como las demás partes de los centros nerviosos, está formada por *substancia blanca* y por *substancia gris*.

A. SUBSTANCIA BLANCA. — La substancia blanca comprende: las *fibras longitudinales* que proceden del bulbo; el *fascículo geniculado del facial*; las *fibras transversales* de los pedúnculos cerebelosos medios y las *fibras arciformes internas*.

1.º *Fibras bulbares.* — Los fascículos longitudinales, que se dirigen desde el bulbo á la protuberancia, son los siguientes:

a. El fascículo piramidal ó motor situado por delante.

b. El fascículo sensitivo ó cinta de REIL situado por detrás de este último.

c. La cinta posterior longitudinal situada por detrás del fascículo sensitivo. Esta cinta representa la continuación protuberancial del fascículo fundamental anterior.

Estos tres fascículos, que se hallan unidos en el bulbo, se encuentran separados en la protuberancia.

El fascículo geniculado está situado á nivel de la porción póstero-externa del fascículo motor. No existe en la médula, y termina en el bulbo, á nivel de los núcleos de origen de los nervios masticadores, del facial inferior y del hipogloso mayor. Este fascículo, que está encargado de la motilidad de la lengua y una parte de la cara, es el que lleva el nombre de *fascículo geniculado*.

2.º *Fibras transversales.* — Las *fibras transversales*, que brotan de los *pedúnculos cerebelosos medios*, ocupan toda la protuberancia; son las fibras que separan los fascículos longitudinales.

3.º *Fibras arciformes.* — Se halla por detrás de la cinta de REIL, separando á ésta de la cinta longitudinal posterior y del suelo del cuarto ventrículo, un conjunto de *fibras arciformes* que se dirigen transversalmente de fuera hacia dentro, entrecruzándose en la línea media para formar el

rafe. Estas fibras parecen proceder de los pedúnculos cerebelosos medios y de la cinta de REIL.

B. SUBSTANCIA GRIS. — La sustancia gris de la protuberancia se presenta según tres diferentes modalidades: la sustancia gris protuberancial, las olivas superiores y los núcleos de los nervios.

1.º *Substancia gris protuberancial.* — Está diseminada por toda la protuberancia en forma de pequeños acúmulos que separan las fibras transversales.

2.º *Oliva superior.* — La oliva superior está constituida por una lámina gris contorneada en S y situada en la región lateral. Se halla recubierta por un fascículo blanco, el *cuerpo trapezoides*, que la pone en relación con el núcleo anterior del nervio acústico. La oliva está muy reducida en el hombre, pero en la mayor parte de mamíferos adquiere una importancia considerable.

Todavía no se hallan de acuerdo todos los autores respecto á la constitución íntima de la protuberancia. CAJAL distingue cuatro elementos principales: las células de la sustancia gris protuberancial, las fibras motrices y sus colaterales, las fibras sensitivas y las transversales. Las fibras motrices reunidas en pequeños paquetes, se entrecruzan en ángulo recto con las transversales. Los espacios que separan estas fibras, están rellenos por la sustancia gris protuberancial, que forma de este modo un amplio ganglio intersticial.

I. CÉLULAS. — Las células, que miden de 20 á 30 μ , pueden dividirse en tres variedades: grandes, pequeñas y medianas, y las *musgosas* de CAJAL.

a. Las *células grandes* son elementos triangulares ó poligonales que dan nacimiento á gran número de prolongaciones dendríticas, las cuales no tardan en resolverse en penachos de ramificación varicosa. Algunas veces los ramos terminales forman nidos ó pelotones que rodean el cuerpo de las células vecinas.

El *axón* nace del punto de la célula donde las dendritas son más escasas. Después de haber descrito muchas circunvoluciones y sin dar nacimiento á colaterales, penetra en un fascículo de fibras transversales, cruza la línea media y se continúa por inflexión con una fibra del pedúnculo cerebeloso medio del lado opuesto. Existen algunos axones que se dirigen al pedúnculo medio del mismo lado.

b. Las *células pequeñas y medianas* son notables por su menor volumen y por la finura de sus dendritas. El axón de estas células se conduce como el de las precedentes.

c. Las *células musgosas de axón corto* han sido descubiertas por CAJAL. Son elementos grandísimos completamente cubiertos en su cuerpo y en sus dendritas por una inmensidad de apéndices verrugosos y espinosos bastante largos que recuerdan á algunas especies de musgos. Las ramificaciones protoplasmáticas terminales se entrecruzan y se entrelazan de modo que forman verdaderos nidos, donde se hallan alojados los cuerpos de las células vecinas.

El *axón* nace, lo más á menudo, á nivel de una dendrita, toma en seguida una dirección variable y se divide rápidamente en una arborización cuyas fibras terminales son en su mayor parte recurrentes.

Como acabamos de ver, las fibras transversales de la protuberancia están suministradas por los axones de las células protuberanciales que se dirigen á los pedúnculos cerebelosos medios. ¿Hay fibras transversales que se ramifican en la protuberancia? KÖLLIKER admite que algunas de estas fibras proceden del cerebelo y se ramifican en torno de los elementos protuberanciales. CAJAL pone en duda la existencia de estas fibras que no ha podido nunca impregnar.



Fig. 324. — Células de la protuberancia (según CAJAL)

A, B, células medianas. — C, células grandes. — D, E, células pequeñas. — F, células musgosas grandes. — H, células neuróglícas con prolongaciones cortas. — I, célula de neuroglia con prolongaciones largas.

II. FIBRAS MOTRICES Y SUS COLATERALES.—Las fibras motrices ó piramidales están dispuestas en pequeños fascículos separados por fibras transversales. Son rectilíneas y de desigual calibre. Las más gruesas y las medianas dan nacimiento á gran número de colaterales que se ramifican en torno de las células de la protuberancia; las más finas no suministran colaterales.

Hay cierto número de fibras piramidales que terminan en la protuberancia. Según CAJAL, es preciso distinguir dos variedades. La primera comprende fibras que se bifurcan y dan origen á una fibra gruesa que se ramifica en torno de las células protuberanciales, y á otra fina que continúa su trayecto por la vía piramidal; la segunda variedad, que es rara en algunos animales, pero abundante en el

hombre, está formada por fibras que terminan por completo en torno de las células protuberanciales. Se trata, verosímilmente, de *conductores córtico-protuberanciales*.

COLATERALES SENSITIVAS.—Proceden de las fibras sensitivas ó de la cinta de REIL y, más especialmente, de los dos tercios internos de este fascículo; el tercio externo no suministra más que muy pocas. Deben distinguirse las colaterales en internas, medias y externas.

Las colaterales internas, las más finas y numerosas, nacen de la parte interna del cordón sensitivo y terminan en un acúmulo de células situado cerca del rafe y al que CAJAL da el nombre de *foco dorsal ó triangular del rafe*. Estas fibras son, pues, homolaterales.

Las colaterales medias son menos numerosas, pero más recias. Marchan paralelamente al rafe y se ramifican en un acúmulo celular, designado por CAJAL con el nombre de *foco ventral del rafe*.

Las colaterales externas son poco numerosas y se dirigen hacia una banda estrecha situada entre las colaterales medias y los fascículos internos de la vía piramidal.

De las investigaciones de CAJAL, aun no terminadas, se deduce que las colaterales sensitivas se dirigen en torno de las células, de los tres cuartos externos de la protuberancia, y las colaterales motrices en torno de las células vecinas al rafe. El puente de Varoleo representa, pues, un ganglio mixto: motor en sus porciones internas y sensitivo en las externas.

§ 2. — PEDÚNCULOS CEREBRALES

La substancia gris que separa, en el bulbo, las pirámides y los fascículos posteriores, aumenta de espesor en los pedúnculos, se cubre de pigmento (*locus niger*) y los divide en dos pisos.

PISO SUPERIOR

El piso superior (*calota*) presenta de arriba hacia abajo y en las *partes laterales*: los tubérculos cuadrigéminos y los fascículos anteriores de la médula. En la *porción media* se halla: el acueducto de SILVIO por debajo y á cada lado del cual se encuentran situadas dos masas grises que, por su posición, deben ser consideradas como la terminación de las astas anteriores. Estas dos masas dan nacimiento al *motor ocular común* y al *patético*. Por debajo se hallan otras dos masas más voluminosas, rojizas, que son los *pedúnculos cerebelosos superiores* que se entrecruzan por debajo de los tubérculos cuadrigéminos y terminan en el lóbulo óptico, en el *núcleo rojo de Stilling*. Más hacia fuera, se halla un fascículo procedente del lóbulo óptico, que se dirige hacia la parte posterior de la pirámide anterior.

PISO INFERIOR

El piso inferior (*pie del pedúnculo*) puede dividirse en tres regiones:

a. Una *región interna* en la que se distinguen dos fascículos. El que ocupa la porción más interna del pedúnculo, une la corteza frontal con el bulbo en el cual parece agotarse (*fascículo frontal ó córtico-bulbar*). Más hacia fuera se halla un fascículo que contiene fibras procedentes de la rodilla de la cápsula (*fascículo geniculado*).

b. Una *región media* representada por el *fascículo piramidal* (fibras motrices de los miembros).

c. Una *región externa* que parece contener el *fascículo sensitivo*.

El pie del pedúnculo recibe además fibras que le ponen en relación:

- 1.º Con el cuerpo estriado (núcleo lenticular y núcleo caudal).
- 2.º Con las células del *locus niger* (1).
- 3.º Con los tubérculos mamilares.

(1) El *locus niger* está constituido por un acúmulo de células que contienen gran número de granulaciones pigmentarias.

CAPITULO XXX

CEREBELO

El cerebelo presenta para su estudio: la corteza cerebelosa, la substancia blanca, los ganglios del centro y los pedúnculos cerebelosos.

§ I. — CORTEZA DEL CEREBELO

La corteza del cerebelo presenta tres capas: *molecular* (1), á la cual se agregan las *células de Purkinje*; la *capa de los granos* y la *substancia blanca*.

ZONA MOLECULAR

La zona molecular comprende tres grandes variedades de células nerviosas: las *de Purkinje*, las de los *cestos terminales* y las *estrelladas superficiales* ó de *axón corto*.

1.º Células de Purkinje. — La capa de las células de PURKINJE está situada en la región media de la corteza, en una línea que separa la capa de los granos de la zona molecular. Está formada por una sola hilera de grandes células, ordinariamente designadas con el nombre de *células de Purkinje*, por haber sido éste el autor que las descubrió.

Desde el punto de vista de su *distribución*, es preciso hacer notar que estos elementos están alejados unos de otros en la profundidad de los surcos del cerebelo, mientras que están muy apretados en la convexidad de la corteza (2).

Estas células tienen la *forma* de un utrículo aplanado ó de una semilla de calabaza con eje mayor perpendicular á la superficie de las circunvoluciones. Las *dimensiones* son considerables: el diámetro transversal alcanza cerca de 30 μ , el longitudinal 40 á 60 μ y el espesor varía entre 25 y 30 μ .

El *núcleo* situado en el centro de la célula es voluminoso, redondeado (17 μ), con un nucléolo grueso. El *cuerpo celular* está sembrado de granos

(1) Esta capa la designa CAJAL con el nombre de *zona plexiforme*.

(2) En algunos animales (conejiillo de Indias) existen algunas veces células de PURKINJE aberrantes en la porción media de la capa molecular.

cromáticos pequeños é irregulares ó de bastoncitos. Entre estos granos se halla un bloque perinuclear, triangular ó semilunar. La célula está limitada

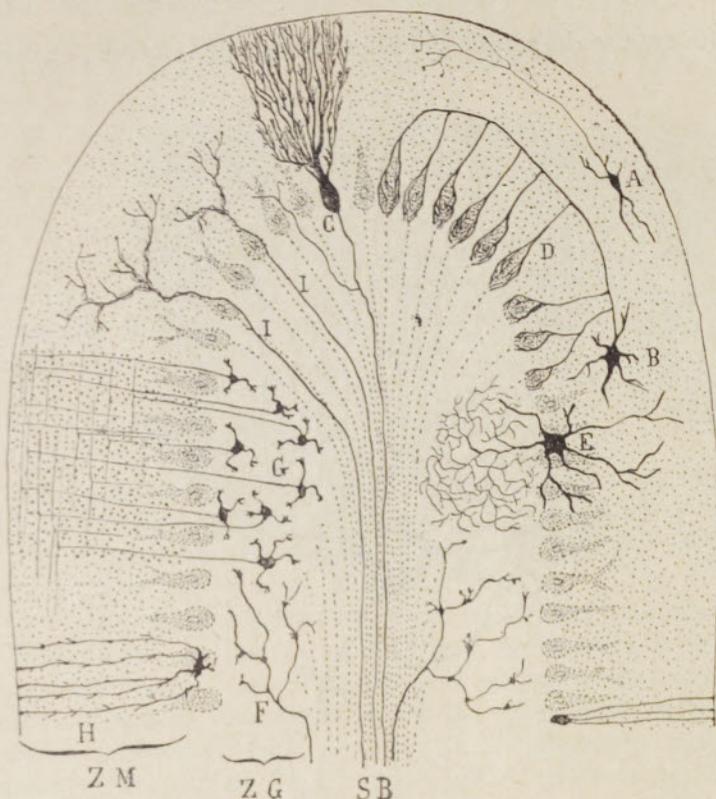


Fig. 325. — Esquema que demuestra los elementos nerviosos de la corteza cerebelosa (según CAJAL)

Z. M, zona molecular. — G, células de PURKINJE. — A, células estrelladas superficiales. — B, células estrelladas profundas. — D, colaterales descendentes de estas células y cestos terminales. — Z. G, zona granulosa. — G, granos. — E, células estrelladas grandes. — S. B, substancia blanca. — F, fibras musgosas. — I, fibras trepadoras. — H, célula de neuroglia.

por una fina membrana, en la cara interna de la cual se fijan las trabéculas del espongioplasma y en cuya cara externa se aplica un plexo nervioso del cual nos ocuparemos más adelante (1).

(1) Algunos autores describen en la célula de PURKINJE otras dos formaciones sobre cuya naturaleza poco se sabe. Estas son: una substancia granulosa descubierta por CAJAL que se tiñe en gris por el cromato de plata. Esta substancia forma una ligera capa en la superficie del cuerpo de la célula y se continúa en las prolongaciones secundarias y terciarias á las que refuerza.

La segunda formación ha sido señalada por GOLGI. Se trata de una red intracelular que es preciso no confundir con la red de espongioplasma, red que puede ser impregnada. La significación de esta red es desconocida, y parece imprudente aceptar la interpretación de algunos autores que la consideran como una red de conductillos linfáticos intraprotoplasmáticos.

Por el contrario de lo que ocurre con otras células nerviosas, el protoplasma no contiene ó contiene muy poco pigmento.

Las prolongaciones deben distinguirse en *protoplasáticas* y *cilindroaxil*.

a. El *axón* se desprende del polo inferior de la célula, se dirige hacia



Fig. 326. — Célula de PURKINJE (según CAJAL)

R, ramificaciones protoplasmáticas. — N, axón. — C, colateral

la capa de los granos á la cual atraviesa, después de haberse recubierto de mielina, y va á constituir una fibra de la substancia blanca (1). En este trayecto da nacimiento á cierto número de *ramas colaterales* que ascienden hacia la superficie del cerebello, terminándose por *arborizaciones libres* en la capa profunda de la zona molecular (2).

(1) La mielina aparece en el momento en que la fibra sale del cesto de fibrillas (véase más adelante) que rodea al cuerpo celular y al nacimiento del axón.

(2) Estas colaterales son en número de dos ó tres. Nacen, la primera á nivel de la segunda estrangulación anular de la fibra, la segunda á nivel de la tercera. Suben hacia la zona molecular, se transforman en más ó menos horizontales, se dividen cierto número de veces y forman dos plexos situados, uno por debajo del cuerpo de las células de PURKINJE (*plexo infracelular*), y otro por encima (*plexo supracelular*).

Después de haber seguido un trayecto más ó menos largo, estas fibras pierden su mielina y terminan mediante una arborización poco ramificada que se halla en contacto, durante un largo trayecto, con los bordes de las ramas principales de la arborización de PURKINJE.

b. Las *prolongaciones dendríticas* proceden del polo celular que mira hacia la superficie del cerebelo. En general, es una sola prolongación gruesa y corta dirigida hacia la superficie del cerebelo la que les da nacimiento. Dos ramas principales nacen de este tronco y se dirigen horizontalmente y paralelas á la superficie del cerebelo. De estas ramas principales parten de nuevo, en ángulo recto, dos ramas bastante gruesas que se dirigen perpendicularmente hacia la superficie. Estas á su vez dan origen á nuevas ramas horizontales, y así sucesivamente: se deduce de aquí que todas las ramas marchan ó paralelamente á la superficie de la corteza ó perpendicularmente á ella. Todas estas ramificaciones están situadas en la *capa molecular* y forman allí una rica arborización que puede seguirse hasta la superficie del cerebelo.

En las preparaciones impregnadas con el método de GOLGI se puede comprobar que las *prolongaciones protoplasmáticas* de las células de PURKINJE no presentan anastomosis y que terminan por extremidades libres en el espesor de la capa molecular.

Este es un hecho que se observa en todas las células nerviosas, pero en estas prolongaciones se observa además una disposición especial. Están erizadas por numerosas *espinas* implantadas perpendicularmente. Es preciso señalar además la *orientación exacta* de estas arborizaciones. Están todas situadas transversalmente, es decir, en sentido perpendicular al eje de las laminillas cerebelosas, de tal modo que si se practican cortes perpendiculares á la superficie del cerebelo y paralelos al eje de las laminillas, estas arborizaciones se presentan de perfil.

2° Células de los cestos terminales — Estas células (*Korbzellen de Kölliker*) se designan también por CAJAL con el nombre de *grandes células estrelladas* profundas. Se presentan en la porción media y profunda de esta capa, pero en su tercio inferior es donde se hallan en mayor número y están más desarrolladas.

Son células triangulares, poligonales ó estrelladas y miden por término medio en el hombre de 15 á 20 μ . El núcleo es vesiculoso, redondeado y con nucléolo; el protoplasma, poco abundante, no presenta más que algunos grumos cromáticos marginales.

Las *prolongaciones protoplasmáticas*, en número de tres, cuatro ó más irradian en todas direcciones, dividiéndose y subdividiéndose para terminar libremente por extremidades que no pasan de los límites de la capa molecular. Pueden distinguirse prolongaciones descendentes, laterales y ascendentes. Estas últimas, que marchan radialmente hacia la superficie del cerebelo, son las más voluminosas y numerosas. Las ramificaciones terminales están provistas de espinas colaterales. La arborización dendrítica de las células de los cestos se realiza en el mismo plano que la de las células de PURKINJE, es decir, perpendicularmente á las laminillas cerebelosas.



Fig. 327. — Prolongación protoplasmática de una célula de PURKINJE (según CAJAL).

El axón de estas células presenta una disposición notable; se dirige horizontal y paralelamente á la superficie del cerebello, dando origen en su trayecto á gran número de *colaterales*.

Entre estas últimas es preciso distinguir: las *ascendentes*, que se dirigen hacia la superficie del cerebello y terminan mediante arborizaciones, y las *descendentes*, que bajan hacia la capa granulosa y terminan mediante una



Fig. 328. — Célula de los cestos terminales (según CAJAL)

A, prolongaciones protoplasmáticas. — C, axón. — D, cestos pericelulares formados por las arborizaciones de las colaterales

especie de pinceles que rodean el *cuerpo de las células de Purkinje* y la base del axón de estos elementos. Hay, pues, aquí la formación de unas especies de *cestos de fibras* que envuelven y encierran á las células de PURKINJE. El axón mismo, después de un trayecto variable, se incurva para terminarse, *como las colaterales descendentes*, es decir, en forma de cesto pericelular.

La prolongación cilindro-axil es tanto más voluminosa, y sus colaterales tanto más numerosas, cuanto la célula se halla situada más baja en la capa molecular.

3.º Células pequeñas estrelladas superficiales. — Ocupan el tercio externo de la capa molecular, donde se hallan irregularmente esparcidas. Su forma es ovoidea, fusiforme ó poligonal. Pueden distinguirse dos variedades de estas células.

a. Unas son pequeñas, provistas de prolongaciones dendríticas divergentes y finamente varicosas. El axón, que es corto, termina á pequeña distancia por una arborización varicosa.

b. La segunda variedad está representada por células más voluminosas provistas de prolongaciones dendríticas más extensas y que presentan

un axón que se dirige horizontal y paralelamente á la superficie del cerebelo, el cual, después de haber dado origen á un pequeño número de *colaterales* (ascendentes y descendentes), acaba en la capa molecular por una *arborización terminal libre*, que se extiende generalmente en todo el territorio de la mitad externa de esta capa.

Además de estas células nerviosas, la capa molecular contiene *fibras, células de neuroglia* (estas últimas en pequeño número) y una *red nerviosa*. Este plexo nervioso no contiene fibras miélnicas más que en una zona muy estrecha, que corresponde á su porción profunda un poco por encima del cuerpo de las células de PURKINJE.

ZONA DE LOS GRANOS

La capa de los granos ha sido designada también con el nombre de *capa roja* atendiendo á su coloración.

La capa de los granos se extiende desde la substancia blanca hasta la capa molecular; pero el límite que la separa de estas dos regiones no es completamente preciso, puesto que se la ve penetrar hacia fuera entre las células de PURKINJE y hacia dentro entre los fascículos de la substancia blanca en forma de tractus (1).

Esta capa comprende los siguientes elementos: los *granos*, las *grandes células estrelladas ó de Golgi*, las *células de neuroglia* y los *islotos protoplasmáticos*.

1.º **Granos.** — Los granos son células nerviosas muy pequeñas, enanas, que no tienen más que una pequeña cantidad de protoplasma y un núcleo que mide de 5 á 6 μ . Este último presenta una densa red en la que se hallan granos voluminosos de nucleína y se halla provisto de un nucléolo.

Las dendritas, en número de tres ó seis, terminan muy cerca de la célula, mediante una arborización corta formada por ramúsculas varicosas comparables á las de las placas motrices de los músculos estriados. En estos últimos tiempos, CAJAL ha demostrado que la arborización terminal de cada dendrita converge, sea aisladamente, sea con otras prolongaciones similares de granos más ó menos alejados, hacia los islotos granulosos designados por HELD con el nombre de *glomérulos del cerebelo*. A este nivel, tales arborizaciones se ponen en contacto con los engrosamientos de las fibras musgosas.

El axón de estas células es uno de los más finos que se conocen. Nace, unas veces del cuerpo celular, y otras, más á menudo, de una prolongación protoplasmática, ascendiendo verticalmente hacia la superficie del cerebelo hasta alcanzar la zona molecular, donde se detiene á diferentes alturas. A este nivel, se divide en T, dándose origen á dos ramas que se dirigen una hacia la derecha y otra hacia la izquierda, paralelamente á la superficie del cerebelo y perpendicularmente á la dirección de las arboriza-

(1) El nombre de capa de los granos le ha sido dado por los antiguos anatómicos porque en los cortes teñidos por el carmín esta capa presenta una enorme cantidad de núcleos pequeños coloreados energicamente.

ciones de PURKINJE (1). Estas ramas, en general muy largas, no dan origen á colaterales, terminándose libremente por un engrosamiento varicoso (2). En todo su trayecto se aplican á las prolongaciones protoplasmá-

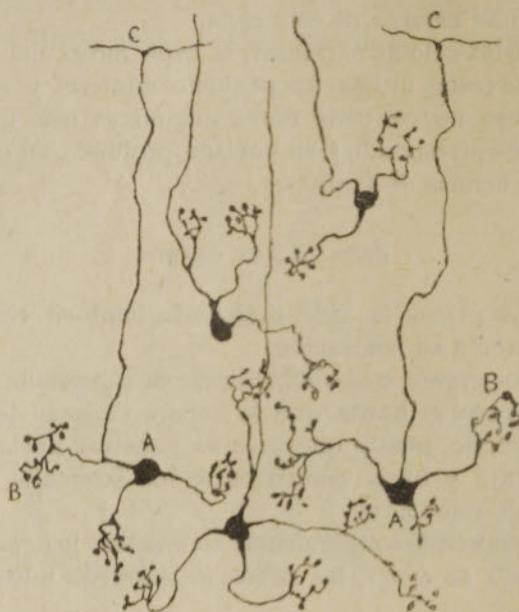


Fig. 329. — Granos (según CAJAL)

A. cuerpo de la célula. — B, ramificación verrugosa de una prolongación protoplasmática. — C, bifurcación de axón para la producción de fibras paralelas

ticas de las células de PURKINJE estando como suspendidas *de sus espinas* (3).

2.º Células grandes estrelladas de la zona de los granos. — Estas células, que no son muy numerosas, pueden distinguirse en tres categorías: las células estrelladas de GOLGI, las fusiformes horizontales y las de axón largo de CAJAL.

a. *Células de Golgi*. — Las células de GOLGI se hallan en todas las regiones de la capa de los granos. Presentan prolongaciones dendríticas que marchan en todas direcciones (ascendentes ó externas, descendentes ó internas y laterales). Las prolongaciones externas son las más desarrolladas. En número de dos, tres ó más ascienden hacia la zona molecular, donde se dividen en ramas secundarias y terciarias, verticales y más ó menos paralelas, que se extienden hasta la superficie del cerebelo. Las ramificaciones dendríticas están provistas de espinas, análogas á las de las células de PURKINJE, pero más espaciadas. Es probable que estas espinas, como las

(1) Son las fibras paralelas ó longitudinales de CAJAL.

(2) Según las recientes investigaciones de CAJAL, se extienden á todo lo largo de la laminilla cerebelosa.

(3) En ningún sitio el axón de los granos se halla cubierto por mielina.

de las células antes mencionadas, sirvan para establecer un contacto con las fibras paralelas.

El axón, que es voluminoso, se dirige en un sentido que depende de la situación de la célula. Marcha en la capa de los granos describiendo flexuosidades y se divide, á cierta distancia, en ramas que se subdividen á su vez en otras iguales ó desiguales. La característica de este axón es que, desde su salida de la célula, da nacimiento á numerosas colaterales, que dividiéndose y subdividiéndose, forman un plexo nervioso apretado, muy rico, que ocupa una gran extensión de la zona de los granos. Las ramas terminales de todas las divisiones del axón, terminan entre los granos por

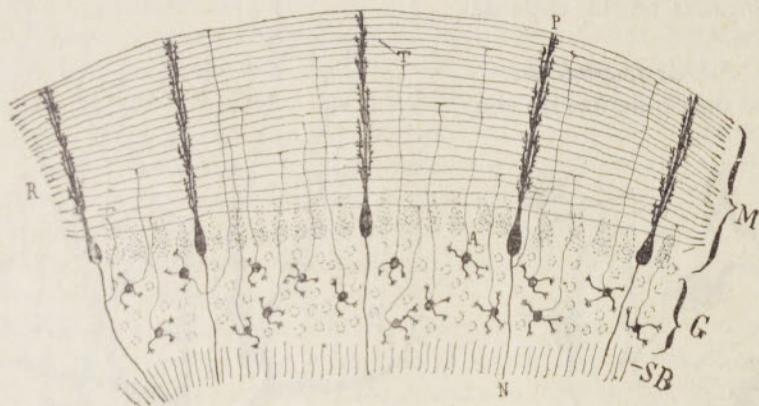


Fig. 330. — Esquema que demuestra las fibras de los granos (según CAJAL)

M, zona molecular. — G, zona de los granos. — SB, substancia blanca. — P, célula de PURKINJE, vista de perfil. — N, axón de esta célula. — A, grano. — T, división en T de la fibra de un grano. — B, terminación granulosa de las fibras paralelas.

extremidades libres, ligeramente ensanchadas y varicosas. En sus primeros trabajos sobre este asunto, CAJAL admitía que las divisiones terminales se ponían únicamente en relación con el cuerpo celular de los granos; pero recientemente ha reconocido que una gran parte de estas divisiones convergen hacia los glomérulos cerebelosos, donde se ponen en comunicación con las arborizaciones dendríticas de los granos. Así, pues, una célula de GOLGI puede estar en comunicación dinámica con gran número de granos.

b. *Células fusiformes horizontales.* — En la capa de los granos se hallan algunas células, más pequeñas que las estrelladas, de forma triangular ó fusiforme. Las prolongaciones protoplasmáticas de estas células son poco numerosas, naciendo á nivel de sus polos, extendiéndose á gran distancia, y enviando á menudo algunas divisiones á la capa molecular. El axón, después de haber suministrado algunas colaterales ascendentes y descendentes, baja oblicuamente hacia la substancia blanca y parece continuarse con una fibra de esta substancia.

c. *Células estrelladas ó fusiformes con axón largo.* — CAJAL ha señalado en algunas regiones de la corteza del cerebelo (en la vecindad del ganglio del techo) la existencia de células estrelladas ó fusiformes, provistas

de un axón largo que marcha directamente hacia la substancia blanca. Estas células asientan, ó en la substancia gris, ó en la misma substancia blanca en la vecindad de la capa de los granos.

§ 2. — SUBSTANCIA BLANCA

La substancia blanca está formada por *fibras nerviosas centrales*, entre las que pueden distinguirse tres grupos principales: las *descendientes*, las *ascendentes ramificadas* en la capa molecular y las *ascendentes ramificadas* en la capa de los granos.

1.º *Fibras descendentes*.— Las fibras descendentes no son



Fig. 331. — Fibras musgosas
(según CAJAL)

Arborizaciones: A, de bifurcación. — B, lateral
C, terminal



Fig. 332. — Fibras trepadoras
(según CAJAL)

P, cuerpo de la célula de PURKINJE.— C, axón de esta célula
F, fibra trepadora

más que las prolongaciones axiles de las células de PURKINJE. Como ya hemos indicado, estas fibras emiten algunas *colaterales* (1) que vuelven á la zona molecular y forman en seguida una *fibra de la substancia blanca* del cerebelo.

2.º *Fibras ascendentes de la capa molecular*.— Estas fibras, descritas por CAJAL, han sido designadas por él con el nombre de *fibras musgosas*, atendiendo á ciertas particularidades que presentan. Procedentes de la substancia blanca, ascienden hasta la capa molecular donde terminan. En su trayecto, estas fibras se dividen dicotómicamente y dan origen á gran número de colaterales, de tal modo, que una fibra inerva á una gran extensión de la corteza. Cada fibra presenta tres clases de arborizaciones: las

(1) Estas colaterales son las que forman el plexo de fibras mielínicas situado en la capa profunda de la zona molecular.

colaterales, las de bifurcación y las terminales. Las arborizaciones colaterales son las más numerosas: se presentan de trecho en trecho en los lados de la fibra y en sus divisiones: las arborizaciones de bifurcación están situadas á nivel del ángulo de bifurcación de la fibra ó de sus ramas, y finalmente, las arborizaciones terminales se presentan en la extremidad de las ramificaciones de la fibra musgosa.

A cualquiera variedad á que pertenezca la arborización, se presenta como un engrosamiento desigual de la fibra á nivel del que se desprende un número variable de ramúsculas cortas, verrugosas, divergentes y á menudo indivisas. A la presencia de estas singulares arborizaciones, comparables al musgo, es á lo que estas fibras deben su nombre.

Según los recientes trabajos de CAJAL, las arborizaciones musgosas se hallan en conexión con la ramificación digitiforme de las dendritas de los granos. Cada arborización musgosa, situada en un islote ó glomérulo del cerebelo, se halla en contacto con dendritas de muchos granos, y recíprocamente cada grano se halla en relación con muchas fibras musgosas.

3.º *Fibras trepadoras.* — Estas fibras, descubiertas por CAJAL, son fibras centrípetas que ascienden en la capa molecular y terminan por una arborización, que trepa á lo largo de las prolongaciones protoplasmáticas de las células de PURKINJE, á manera de la hiedra por los árboles, y de aquí el nombre de *fibras trepadoras*.

Procedente de la substancia blanca, la fibra trepadora atraviesa radialmente la zona de los granos y aborda la parte lateral del cuerpo de la célula de PURKINJE á la cual se halla destinada. Contornea esta célula y llegada á nivel de la prolongación principal, se divide como las dendritas de las células de PURKINJE, á las que enlaza con sus ramificaciones. Las divisiones de la fibra trepadora no existen más que á nivel de las prolongaciones gruesas (primarias y secundarias). No alcanzan las ramificaciones de las dendritas destinadas á establecer el contacto con las fibras paralelas mediante sus espinas. Las ramificaciones de la fibra trepadora están situadas en la substancia granulosa que envuelve el cuerpo y las prolongaciones gruesas de la célula de PURKINJE.

NEUROGLIA

En el cerebelo se hallan tres clases de células neuróglas: las epiteliales de la capa molecular; las células con prolongaciones cortas de la capa de los granos y los elementos con prolongaciones largas de la substancia blanca.

1.º *Células epiteliales.* — Estas células, descubiertas por GOLGI y bien estudiadas por CAJAL, están situadas en la misma línea que las células de PURKINJE. Rellenan más ó menos completamente los espacios que separan á estas células. El cuerpo celular que es ovoideo ó redondeado presenta dos clases de prolongaciones: descendentes, que no existen más que en los individuos jóvenes, estando atrofiadas en el adulto; y ascendentes, que se dirigen radialmente hacia la superficie del cerebelo. Estas prolongaciones atraviesan toda la capa granulosa y terminan por debajo de la piamadre mediante una extremidad ensanchada que uniéndose con las vecinas forma,

como lo ha demostrado CAJAL, la membrana basal de los autores antiguos (1).

Algunas células no tienen más que dos prolongaciones, otras tienen muchas (tres, cuatro ó más).

Estas prolongaciones, como ha indicado CAJAL, están erizadas de una infinidad de apéndices lameliformes que limitan espacios en los que se hallan alojados los elementos nerviosos de la zona molecular.

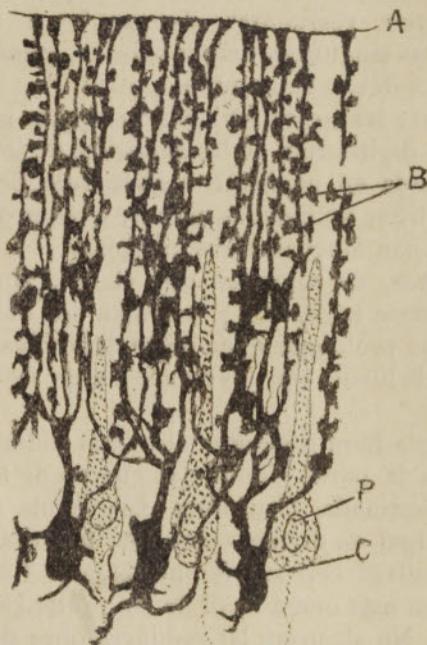


Fig. 333. — Células neuróglicas epiteliales (según CAJAL)

P, célula de PURKINJE. — C, célula de neuroglia. — B, prolongación de esta célula. — A, membrana basal formada por la porción terminal de las prolongaciones.

Estas células constituyen, como las fibras de MÜLLER en la retina, elementos de sostén y de aislamiento para los diferentes grupos celulares de la capa molecular.

2.º Células de la capa de los granos. — Son células voluminosas, estrelladas que presentan dos variedades de prolongaciones, unas cortas, gruesas y erizadas de espinas, y otras largas, lisas, que ascienden hasta la capa molecular, donde terminan por extremidades libres.

3.º Células de la substancia blanca. — Son células con prolongaciones largas ya descritas. Solamente conviene señalar el hecho de que las prolongaciones externas de estos elementos penetran en la capa molecular, donde terminan libremente.

§ 3. — GANGLIOS CEREBELOSOS

Los ganglios centrales del cerebelo son tres: la oliva cerebelosa, el émbolo, el núcleo del techo y el globuloso.

I. OLIVAS. — La substancia gris de la oliva cerebelosa está formada por 6 ó 10 hileras de células nerviosas separadas por fascículos de fibras blancas y por gran número de células de neuroglia.

1.º Células. — Son elementos estrellados y fusiformes, que miden de 22 á 35 μ , provistos de prolongaciones protoplasmáticas numerosas y relativamente finas. El axón se conduce, según CAJAL, del modo siguiente: desciende describiendo curvas más ó menos extensas, emite una ó varias colaterales que se ramifican entre las células, y gana la substancia blanca donde se continúa con una fibra del pedúnculo cerebeloso superior.

2.º Fibras aferentes. — Estas fibras descubiertas por CAJAL, penetran

(1) Las prolongaciones de estas células constituyen lo que se llama algunas veces *fibras de Bergmann*.

en la oliva por su borde externo y superior. Se ramifican en la substancia gris de la oliva dando arborizaciones muy ricas que forman cestos pericelulares. Las fibras aferentes parecen proceder de las células de PURKINJE.

3.º *Neuroglia*. — La neuroglia está constituida por células con prolongaciones cortas y largas.

II. ÉMBOLO. — Las células de este núcleo gris son semejantes á las de la oliva. El axón, después de haber suministrado algunas colaterales que se ramifican en el núcleo, se dirige al pedúnculo cerebeloso superior.

Hállanse también en este sitio fibras aferentes que proceden de las células de PURKINJE. Entre estas fibras unas terminan en el émbolo, y otras no hacen más que atravesarlo y van á ramificarse, después de dar algunas colaterales al núcleo del techo.

III. NÚCLEO DEL TECHO. — En el núcleo del techo hay células, fibras de paso y fibras aferentes.

1.º *Células*. — Las células son más voluminosas que las de la oliva. Las prolongaciones protoplasmáticas dirigidas en todos sentidos son voluminosas y gruesas; el axón después de describir dos ó tres curvas en el interior de la substancia gris penetra en la substancia blanca limítrofe donde se pierde. Es casi imposible seguir á estas fibras en su trayecto ulterior, pero se cree que se dirigen al pedúnculo cerebeloso superior del lado opuesto.

2.º *Fibras de paso*. — Se halla en los ganglios del techo gran número de fibras de paso que dividen á la substancia gris en una multitud de focos. Estos fascículos de fibras no son otra cosa que la vía cerebelosa ó ascendente del nervio vestibular, la cual atraviesa al principio el núcleo de BECHTEREW, en el cual abandona gran número de colaterales. Este fascículo pasa en seguida por dentro de la oliva, sin suministrarla ninguna fibra, atraviesa el ganglio del techo al que da algunas colaterales; después de abandonar el ganglio se pierde en la substancia blanca del vermis.

3.º *Fibras centripetas*. — Hállanse también en este núcleo gris, fibras centripetas que forman arborizaciones intercelulares y pericelulares. Estas fibras descubiertas por CAJAL tienen un origen desconocido. Después de creer que representan la terminación de las fibras del fascículo ascendente del nervio vestibular, este sabio piensa ahora que representan axones procedentes de las células de PURKINJE.

APÉNDICE AL CAPITULO XXX

HISTOGÉNESIS DEL CEREBELO

POR

C. CALLEJA

Es este centro uno de los que más han llamado la atención de los histólogos, por las profundas transformaciones que experimenta en su desarrollo. El cerebelo embrionario difiere desde luego del adulto, por poseer una

zona más, que se halla situada en la parte más superficial, sobre la capa molecular, zona que tiene la importante particularidad de que, conforme el desarrollo va avanzando, disminuye en espesor, hasta desaparecer por completo en el animal adulto, hecho que ha llamado la atención de muchos investigadores, entre los que se hallan SCHWALBE, OBERSTEINER, LÖWE, LAHOUSE, VIGNAL, BELLONCI y STEFANI, CAJAL, P. RAMÓN, LUGARO, SCHAPER y TERRAZAS.

Así, pues, en el cerebelo embrionario deben estudiarse tres capas principales, que de fuera adentro, son: 1.º *zona de los granos superficiales*; 2.º *zona molecular*, y 3.º *zona de los granos profundos*.

ZONA DE LOS GRANOS SUPERFICIALES. — Según la opinión de VIGNAL, esta capa no estaría formada más que por la extravasación de leucocitos, procedentes de los vasos de la piamadre, opinión inadmisibile, puesto que en las preparaciones teñidas con los colorantes de la cromatina, los elementos no ostentan en sus núcleos las particularidades que caracterizan á los núcleos de los leucocitos.

Tanto SCHWALBE como OBERSTEINER piensan que los elementos de esta zona se hallan destinados á transformarse en sustancias conectivas de sostén, criterio también inadmisibile, puesto que se funda en el parecer erróneo de que los elementos neuróglícos son capaces de producir sustancias conjuntivas amorfas.

Puede observarse desde luego en las preparaciones teñidas con el cromato de plata, que esta capa se halla formada por dos subzonas: una más superficial, llamada por CAJAL *de las células epitelioides*, y otra más profunda *ó de las células bipolares horizontales*.

La primera de estas dos subzonas es difícilísima de impregnar siguiendo el método de GOLGI; sin embargo, se observan en ella una serie de corpúsculos pequeñísimos de cuerpo ovoideo, que se prolonga en su porción externa en una expansión que muy á menudo llega hasta la misma superficie cerebelosa. LUGARO ha observado que á veces esta expansión no es única, sino que suelen presentarse dos ó tres. Este mismo histólogo ha podido ver que entre estos elementos existen otros que poseen cuerpo globoso, envían una prolongación corta á la superficie, emitiendo por su polo profundo otra ú otras, de las cuales parten tenues fibrillas que se insinúan entre los elementos bipolares de la subzona profunda, y llegan hasta la capa molecular. Cree LUGARO que tales corpúsculos son formas jóvenes de las células de neuroglia, fundándose en que ha observado que algunas de estas células envían una prolongación que se inserta en los vasos de la piamadre. No creemos que se trate de elementos neuróglícos, pues en los períodos que estamos describiendo dichas células no han llegado aún á la zona molecular; así es que nada tiene de extraño que, á pesar de repetidas impregnaciones, no hayamos conseguido teñir ninguno de estos elementos, por más que no neguemos su existencia, pero no con el carácter de elemento neuróglíco.

Respecto á las células epitelioides, descritas por CAJAL, pensamos con éste que no se trata más que de elementos epiteliales ectodérmicos, que quizá más tarde hayan de constituirse en alguno de los corpúsculos del cerebelo adulto, cuyas fases de transformación nos son actualmente desconocidas.

La segunda subzona, ó sea la de las células bipolares horizontales, está constituida por elementos que en las preparaciones teñidas con el carmín ostentan ya una forma alargada. Pero únicamente con el método de GOLGI es con el que pueden apreciarse bien los caracteres de tales corpúsculos. No todas las células situadas en este sitio poseen los mismos caracteres, exhibiendo particularidades en su morfología que diferencian los elementos superficiales de los más profundos. En efecto, aquéllos caracterízanse por su forma oval y por emitir, en sentido divergente, dos prolongaciones, que dan á la célula su aspecto propio bipolar, alargada extraordinariamente en sentido transversal.

Hemos observado, como CAJAL y LUGARO, que de las dos prolongaciones hay una de ellas más gruesa, coincidiendo con este mayor grosor el ser un poco más corta; este fenómeno ha hecho pensar á CAJAL que quizá se trate, como acontece en los ganglios raquidianos, de la reproducción transitoria de un tipo de bipolaridad, común á muchas células en fase neuroblástica. Semejante fenómeno de atavismo morfológico, resulta probable si se tiene en cuenta que, de las dos citadas ramas, una de ellas aparece provista de un voluminoso cono de crecimiento orlado de espinas, mientras que la otra exhibe tan sólo una pequeña varicosidad, de forma más ó menos redondeada.

Debemos hacer notar, además, que en varias preparaciones hemos observado la existencia de pequeñas ramúsculas, situadas precisamente en el punto de arranque de una de las expansiones. Estas ramillas, que se hallan muy cerca del cuerpo celular, están destinadas á absorberse, puesto que si se observan elementos situados profundamente, se verá que el comienzo de las dos expansiones es liso.

Los elementos situados en los límites de esta capa con la molecular, que son los más adelantados en evolución, poseen ciertos caracteres que marcan un tránsito entre estas células y otras que se hallan en la zona molecular. Obsérvase que el cuerpo de las bipolares horizontales se hace excéntrico y parece dirigirse hacia la profundidad; además, de la parte más inferior sale una prolongación, corta al principio, que se insinúa en el espesor de la capa molecular; las expansiones laterales en esta etapa son muy finas y ofrecen todo el aspecto de prolongaciones nerviosas: estados más avanzados de evolución, en elementos más hondos nos muestran al cuerpo celular con un manifiesto alargamiento en sentido vertical y al mismo tiempo un estrechamiento en su parte superior á manera de puente protoplasmático, que uniera á la célula bipolar con las dos expansiones horizontales que en este período parecen continuarse en una sola por aproximación y fusión de sus cabos centrales. Creemos que más bien que de fusión se trata aquí de un estiramiento del protoplasma de la célula bipolar, debido á la emigración hacia zonas más profundas del cuerpo del elemento nervioso, quedando las expansiones laterales en el mismo sitio en que comenzaron á desarrollarse. Puede decirse que esta es la última fase de transformación de la célula bipolar horizontal en bipolar vertical, la cual, ingresando en la capa molecular, será la que ha de dar origen, emigrando aún más profundamente, á los granos definitivos.

ZONA MOLECULAR. — Hállase formada la zona molecular en el gato

y conejo recién nacidos (de dos á quince días) por fibras y células; 'aquéllas son longitudinales y procedentes de los granos, ya adultos, ya en vías de evolución; otras arciformes que son axones de las células estrelladas que yacen en esta capa, otras descendentes y otras neuróglícas (fibras de BERGMANN); las células se hallan representadas: 1.º por las bipolares verticales ya indicadas; 2.º por células estrelladas (células de los cestos terminales), y 3.º por las células de PURKINJE.

Bipolares verticales. — Estos elementos distingüense desde luego por su aspecto fusiforme alargado en sentido vertical. Poseen un núcleo visible, pues en las preparaciones teñidas con el cromato de plata aparece de color pardo castaño rodeado por una delgada capa protoplasmática. De los dos polos del elemento nacen dos prolongaciones, una inferior más gruesa, la cual en las células situadas más superficialmente termina adelgazándose por una finísima punta, en el espesor mismo de la zona molecular, mientras que en las más profundas esta expansión llega hasta la capa de los granos profundos, donde se termina por una pequeña arborización. La prolongación ascendente, que es mucho más fina que la descendente, sube hasta el estrato de los granos superficiales y allí se termina uniéndose perpendicularmente á una de las fibrillas paralelas que en sentido horizontal cruzan la laminilla cerebelosa.

Bien claro se ve por esta descripción que la bipolar vertical no es más que una transformación de las horizontales, por emigración del cuerpo celular á parajes más hondos.

Los elementos más profundamente situados, es decir, aquellos que yacen en la proximidad de la capa de los granos profundos, ostentan algunas modificaciones indicadoras de un tránsito insensible de la forma bipolar vertical á la estrellada de los granos: en efecto, se observa que tanto de la expansión descendente como de los lados del cuerpo celular, como también del punto de arranque de la prolongación ascendente, comienzan á iniciarse pequeños abultamientos protoplasmáticos que van creciendo, tomando todo el aspecto de dendritas, que van orientándose en todas direcciones. En este punto dejamos la evolución de los granos para volvernos á ocupar de ellos al describir la zona de los granos profundos, en la cual estas células llegan á su completo y definitivo desarrollo. Por lo tanto, pasemos ahora al estudio de otros corpúsculos que se encuentran en esta misma capa.

Células estrelladas. — Estas células son las que en estado adulto emiten un axón que envía colaterales descendentes que se ramifican rápidamente y abrazan el cuerpo de las células de PURKINJE formando á su alrededor un verdadero nido.

Los corpúsculos de este género que hemos observado con carácter embrionario, comienzan á impregnarse en el gato de dos días. En esta época el cuerpo celular es pequeño, erizado de espinas y rugosidades, el axón sale ordinariamente de uno de los lados de la célula ó de su parte más inferior, se dirige primero hacia un lado, luego hacia arriba, y por último, descendiendo, marcha en sentido horizontal, describiendo á modo de una espiral en torno del cuerpo de las células.

En el gato de cuatro días, pueden verse ya numerosas expansiones protoplasmáticas que nacen del cuerpo de la célula y se dirigen en diversos

sentidos, comunicando al elemento el aspecto estrellado que le caracteriza; estas ramas son muy varicosas, lo cual indica su estado embrionario. En este período el axón, al principio liso, comienza á emitir colaterales descendentes que van á buscar el cuerpo de las células de PURKINJE; tales colaterales terminan en esta etapa por pequeños engrosamientos, informe esbozo quizás, del pincel terminal que ha de formar el nido pericelular.

Células de Purkinje. — Se hallan situadas, tanto en el cerebelo adulto como en el embrionario, en una sola fila, constituyendo el límite de separación entre la zona molecular y la de los granos profundos.

Estos corpúsculos los hemos visto, con caracteres muy embrionarios, en el conejo de cuatro días, y en el perro y gato recién nacidos, como ya indica CAJAL. Diríase en estos períodos que, más que de células, se trata de precipitados irregulares del cromato de plata, si no fuera por la constante presencia de un larguísimo axón que se incorpora al fascículo central de substancia blanca de la laminilla cerebelosa. En efecto, el cuerpo celular afecta una forma ovalada, de eje mayor vertical con un contorno asperísimo, erizado de espinas entrecruzadas y numerosas que salen de toda la periferia de la célula. En la parte más inferior del corpúsculo toma origen el axón, por una especie de cono, que se halla también orlado de espinas dirigidas hacia abajo. Este axón en tal época, es un tanto varicoso y casi desprovisto de colaterales.

Continuando el desarrollo del animal, en etapas sucesivas, hemos comprobado los caracteres ya descritos por CAJAL. Bien pronto, en el cuerpo celular, comienza á verse á manera de un estrechamiento, esbozo primero de la diferenciación de la rama protoplasmática principal, que dicotomizándose sucesivamente ha de servir de punto de arranque y sostén á la hermosa y rica arborización protoplasmática.

Más adelante puede verse que las expansiones inferiores que acompañan el origen del cilindro-eje, empiezan á sufrir un proceso regresivo hasta que desaparecen por completo. Otro fenómeno se presenta que coincide con éste, y es el estiramiento de la estrangulación que anteriormente hemos indicado y la absorción de todas las espinas que orlan el contorno del cuerpo celular, hasta que queda completamente liso. En cambio, de la parte superior del elemento, arrancando del tallo principal protoplasmático, las expansiones se hacen cada vez más largas y más ricas en ramas secundarias, hasta que llega á formarse la arborización protoplasmática, aplanada en sentido transversal.

Debemos advertir que en una misma preparación las células de PURKINJE, pueden observarse en distintos períodos de desarrollo, estando situadas las más adultas en los parajes en que la laminilla hace relieve al exterior, hecho que ha sido observado por CAJAL, y nosotros hemos confirmado en el cerebelo del perro de dos días.

Al principio, la arborización protoplasmática ascendente se halla únicamente situada en el espesor de la zona molecular, pero bien pronto se fragua camino hasta llegar á ramificarse en el espesor de la capa de los granos superficiales.

Hemos indicado ya, que el axón de estas células es muy precoz en su desarrollo, observándose desde los primeros días después del nacimiento la

existencia, en su trayecto por la substancia gris, de varias colaterales ascendentes, en número de una, dos y hasta tres que nacen en ángulo recto, se dirigen hacia arriba y terminan en plena zona molecular, por una arborización bastante extensa y varicosa. Cuando son dos las colaterales ascendentes, nacen generalmente en sentido opuesto, tomando origen la más baja en las proximidades de la substancia blanca. Por último, conviene advertir la mayor facilidad con que se impregnan estas arborizaciones terminales de las colaterales en el animal joven que en el adulto.

Las células de PURKINJE se hallan casi completamente desarrolladas en el gato de tres semanas y en el perro á los quince días después del nacimiento. El axón se distingue por ser un poco más grueso, ostentando variaciones en el sitio de emergencia de las colaterales ascendentes.

ZONA DE LOS GRANOS PROFUNDOS. — En estos parajes yacen distintos elementos que dan carácter á esta zona. Hállanse aquí: las últimas etapas de transformación de las bipolares verticales en granos definitivos; ciertas células estrelladas de axón corto, y finalmente, otros corpúsculos estrellados también, con prolongación nerviosa larga, señalados por CAJAL.

Granos. — Al hablar de la zona molecular, dejamos á las bipolares verticales emigrando hacia esta capa y emitiendo diversas ramillas que van haciendo perder la figura fusiforme que tales elementos presentan en la zona molecular. Si observamos los granos de los parajes en contacto con la capa suprayacente, veremos que poseen un cuerpo esferoidal muy pequeño, de cuya periferia parten expansiones en todos sentidos, comunicando á la célula un aspecto estrellado; sin embargo, hay una de las prolongaciones que es más larga, gruesa y ramificada, la cual representa, como dice LUGARO, el último recuerdo de la forma bipolar.

Otros granos presentan todas sus prolongaciones de igual tamaño, terminadas, no por una arborización digitiforme como en el estado adulto, sino por un pequeñísimo engrosamiento. No falta más para que el grano se constituya definitivamente, con sus caracteres propios, que el exceso de prolongaciones protoplasmáticas sea absorbido, quedando reducidas al número de tres ó cuatro con su penachito digitiforme terminal. El axón de los granos sale del cuerpo de la célula ó de una rama protoplasmática, sube rectamente hasta lo alto de la capa molecular donde termina, dividiéndose en T.

Resumiendo lo que á la evolución de los granos respecta, diremos que comienzan quizá por ser células epitelioides, situadas en la subzona más alta de los granos superficiales (zona indiferente); más tarde se transforman en elementos bipolares horizontales; luego, pasan á ser verticales, por emigración del cuerpo celular á sitios más hondos y, finalmente, toman forma estrellada, para terminar absorbiendo el exceso de prolongaciones, constituyendo el grano adulto con sus caracteres y en el sitio que definitivamente ha de ocupar.

Células de Golgi. — Son estas células muy precoces en su desarrollo, tanto, que estando los demás elementos en vías de formación, ellas se encuentran con todos los caracteres del estado adulto; así que resulta muy difícil señalar una etapa embrionaria de estos corpúsculos.

Las células más jóvenes que hemos alcanzado á ver han sido principal-

mente en el conejo de cuatro días: se hallan formadas por un cuerpo globoso ó poligonal, del cual salen en diversas direcciones ramas protoplasmáticas, que en este período son cortas y muy varicosas. El axón se distingue por ser bastante grueso, corto y por salir del cuerpo celular ó de una rama protoplasmática, no suministrando más que tres ó cuatro colaterales terminadas por un espesamiento. En períodos más adelantados no parecen distinguirse las células de GOLGI jóvenes de las adultas más que por su mayor tamaño, según cree CAJAL.

FIBRAS DE LA SUBSTANCIA BLANCA. — Las fibras centrípetas que hemos observado en vías de desarrollo son las *musgosas* y las *trepadoras*.

Fibras musgosas. — Así denominadas por CAJAL, por haberlas comparado con el musgo. En el gato, perro y conejo recién nacidos se encuentran ya casi completamente desarrolladas, pero, sin embargo, se presentan lisas, pudiendo reconocerlas por lo muy ramificadas que se presentan, abarcando en sus divisiones una extensa parte de la zona granulosa.

Existen otras fibras musgosas, que representan un poco más de avance en el desarrollo, las cuales exhiben en su trayecto una colección bastante numerosa de varicosidades, todavía sin eflorescencias (1). Últimamente se presentan éstas, quedando ya la fibra musgosa con sus caracteres propios y en pleno estado adulto.

Fibras trepadoras. — Hemos empezado á impregnar estas fibras en el gato de cuatro días, habiendo observado que en este período llegan una ó más á la parte inferior del cuerpo de las células de PURKINJE, y una vez allí se dividen rápidamente, recubriendo sólo el cuerpo celular, formándole un verdadero nido, muy semejante en su aspecto al glomérulo olfatorio.

Más adelante, el nido pericelular parece como si fuera deslizándose hacia arriba alcanzando la rama principal protoplasmática de la célula de PURKINJE, estirándose, como dice CAJAL, en forma de punta de pincel. Cuando esto ocurre la mitad inferior del cuerpo queda desnuda.

Para terminar con estas fibras, diremos que, conforme va desarrollándose la arborización protoplasmática de la célula de PURKINJE, la fibra trepadora va deslizándose por las ramas y abandonando el cuerpo, hasta que las reviste por completo y las sigue en sus principales divisiones, ostentando además el aplanamiento transversal, que exhibe la arborización protoplasmática de la célula de PURKINJE.

(1) Esta observación nuestra, negada en un principio por ATHIAS, ha sido posteriormente confirmada por CAJAL.

CAPITULO XXXI

CEREBRO

§ I. — CORTEZA CEREBRAL

Desde los trabajos de MEYNERT, se distingüan en la corteza cerebral cinco capas más ó menos distintas:

- 1.º La capa molecular.
- 2.º La capa de las células piramidales pequeñas.
- 3.º La capa de las células piramidales grandes.
- 4.º La capa de la pequeñas células irregulares.
- 5.º La capa de las células fusiformes.

En estos últimos tiempos, CAJAL (1), cuyos trabajos han llegado á ser clásicos, ha reducido el número de capas á cuatro: molecular; de las pequeñas piramidales; de las grandes piramidales y de los corpúsculos polimorfos. En esta clasificación, que adoptaremos, la cuarta y quinta capa de MEYNERT se hallan reunidas en una sola: la de los elementos polimorfos.

La corteza cerebral está formada por células nerviosas, fibras, neuroglia y vasos. Estudiaremos sucesivamente estos diferentes elementos en las distintas capas de la corteza.

I. — Células nerviosas de la corteza cerebral

1.º ZONA MOLECULAR. — Mide $\frac{1}{4}$ de milímetro de espesor y presenta tres variedades celulares: las células poligonales, las triangulares y las fusiformes.

a. *Células poligonales.* — Estas células presentan cuatro ó seis *prolongaciones protoplasmáticas* rugosas, que se ramifican rápidamente y se extienden más ó menos lejos. Algunas de estas prolongaciones llegan hasta la capa de las pequeñas pirámides. El *axón* sale habitualmente del cuerpo celular ó de una gruesa prolongación protoplasmática y se dirige horizontal ú oblicuamente en el espesor de la capa molecular donde se ramifica, dividiéndose cierto número de veces y dando ramas varicosas paralelas á la superficie de la corteza.

b. *Células fusiformes.* — Son células ovales, alargadas y de un regular tamaño. No se ven salir prolongaciones más que de los dos polos de los cuales parten dos *expansiones protoplasmáticas* gruesas, habitualmente recti-

(1) RAMÓN Y CAJAL, *Nuevo concepto de la histología de los centros nerviosos.*

líneas que, después de seguir un largo trayecto horizontal, se incurvan para

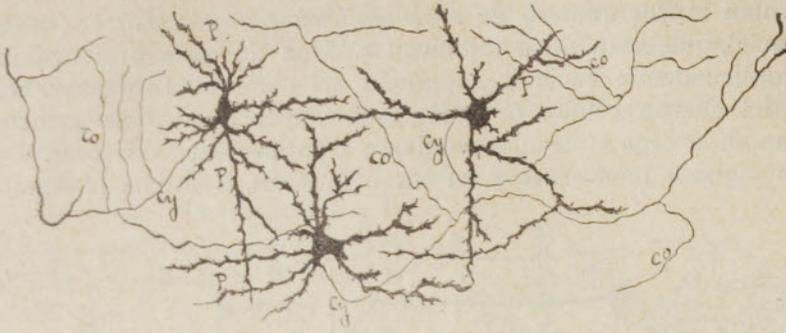


Fig. 334. — Células poligonales de la capa molecular (según CAJAL)
P, prolongaciones protoplasmáticas. — Cy, axón

terminar en la capa superficial. Las ramas laterales de estas prolongaciones principales se dirigen hacia la superficie, donde terminan libremente.

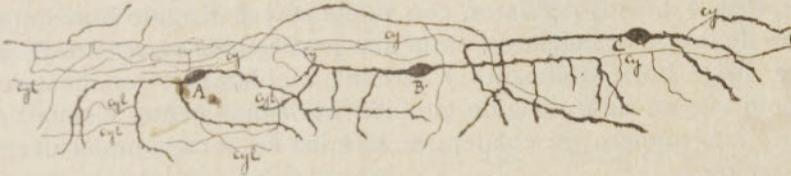


Fig. 335. — Células fusiformes de la capa molecular (según CAJAL)
A, B, C, células fusiformes. — Cy, axones

El axón es *doble*, algunas veces triple, hecho notable que no se observa en otras células nerviosas de los mamíferos. Cuando hay dos axones, los



Fig. 336. — Esquema que demuestra las células nerviosas de la capa molecular (según CAJAL)

A, célula fusiforme que presenta un axón (*ci*) horizontal. — B, célula fusiforme que presenta dos axones (*ci*) horizontales. — C, célula poligonal que presenta un solo axón (*ci*). — D, célula triangular. — E, pequeña célula con un axón bifurcado en T.

dos nacen de las prolongaciones protoplasmáticas principales en el punto donde estas expansiones se acodan. Los axones se dirigen en seguida horizontalmente por la capa molecular, donde suministran un número considerable de ramas colaterales y terminales.

c. *Células triangulares*. — Las células triangulares no son más que una variedad del tipo precedente. Son, sin embargo, más voluminosas y presentan mayor número de *prolongaciones protoplasmáticas* (cuatro ó á veces más), que están poco ramificadas. Una de estas prolongaciones se dirige oblicuamente hacia la superficie del cerebro. Los *axones múltiples*, nacen del cuerpo celular ó de las expansiones dendríticas principales y terminan en la capa molecular mediante arborizaciones varicosas.

En algunos mamíferos y en los embriones, CAJAL ha observado una



Fig. 337. — Células triangulares de la capa molecular (según CAJAL)

Cy, axones

quinta variedad de células. Estos elementos, fusiformes, monopolares, son ovales, más ó menos regulares, con su eje mayor dirigido horizontalmente. De uno de los polos celulares, parte una *prolongación protoplasmática* gruesa que se dirige horizontalmente y termina rápidamente ramificándose; del otro polo sale un *axón* dirigido también horizontalmente, el cual, después de dar cierto número de colaterales, termina en la capa molecular por una arborización.

2.º *CAPA DE LAS PEQUEÑAS CÉLULAS PIRAMIDALES*.—Esta capa mide de 20 á 25 milímetros.

Las células son pequeñas, de 15 á 20 μ , pero su volumen no es uniforme, aumentando en dimensiones á medida que se aproximan á la capa subyacente, de tal modo que no existe entre estas dos zonas ninguna línea precisa de demarcación. Esto ha hecho que muchos autores describan las dos capas en conjunto con el nombre de *capa de las células piramidales* (1).

Estas células tienen la forma de una pirámide, cuya base mira hacia la substancia blanca y el vértice hacia la superficie del cerebro.

Las prolongaciones protoplasmáticas son numerosas: se distinguen, según su origen, en rama ascendente ó *prolongación primordial*; *colaterales de ésta* y *prolongaciones basilares*.

La *expansión primordial* sale del vértice de la célula y se dirige verticalmente hacia la superficie del cerebro. Llegada á la capa molecular se descompone en un magnífico *penacho* de ramas protoplasmáticas que terminan libremente entre las fibras nerviosas de esta capa. Todas estas ramas terminales presentan eflorescencias espinosas en las que descansan las fibras nerviosas más finas de la capa molecular. Esta disposición, que favorece la *transmisión nerviosa por contacto*, es comparable en un todo á la que existe

(1) Las células piramidales presentan un cuerpo protoplasmático finamente granuloso ó estriado y un pigmento amarillo claro. El núcleo, que es oval, presenta un grueso nucléolo.

entre las fibras paralelas y las prolongaciones de las células de PURKINJE en el cerebelo.

Las *colaterales* se desprenden de la expansión primordial para dirigirse lateralmente. Después de un corto trayecto, terminan libremente por algunas divisiones dicotómicas.

Las *prolongaciones basilares* nacen del cuerpo de la célula y terminan libremente.

El *axón* parte de la base de la célula ó de una prolongación protoplasmática basilar. Se dirige hacia la profundidad, atraviesa todas las capas de la corteza y penetra en la substancia blanca. CAJAL ha demostrado que esta prolongación se bifurca en T, dando nacimiento á *dos tubos de la substancia blanca*. Durante su trayecto á través de las capas de la corteza, da nacimiento á finas *colaterales*, en número de 6 ó 10 que se desprenden en ángulo recto, y marchan horizontal ú oblicuamente. Estas fibras terminan por dos ó tres ramúsculas muy delicadas.

Poca cosa hay que añadir á esta descripción general de la célula piramidal por lo que se refiere á la segunda capa de la corteza cerebral. Estos elementos son tanto más voluminosos cuanto más profundamente se hallan situados; su expansión primordial, á menudo bifurcada en las proximidades de su arranque, termina por un *gran penacho* que ocupa todo el espesor de la zona molecular. Las prolongaciones basilares son numerosas y ramificadas. El *axón* muy fino da en su trayecto cuatro ó cinco ramas colaterales que se dividen una ó dos veces por el procedimiento dicotómico. Algunas veces las *colaterales* más elevadas suben hacia la superficie de la corteza *hasta la capa molecular*. ¿Cómo terminan las colaterales? GOLGI, que ha sido quien las descubrió, piensa que dan un número considerable de ramificaciones, las cuales se anastomosan con las de las células vecinas para formar la red nerviosa que este autor admite en toda la substancia gris. CAJAL ha demostrado que este problema no podía ser resuelto más que por el estudio del desarrollo de estas células y por la anatomía comparada. En efecto, las *colaterales* de las *células piramidales del hombre y de los mamíferos* son *extraordinariamente largas*, y es imposible seguirlas en toda su longitud. El estudio de estas células en los embriones y en los mamíferos de pequeña talla, ha demostrado que estas fibras terminan por un *engrosamiento varicoso* sin ninguna arborización terminal y sin anastomosarse con ningún elemento.

La célula piramidal, tal como la acabamos de describir, no existe más que en la corteza cerebral; merece, pues, el nombre de *célula psíquica* que le

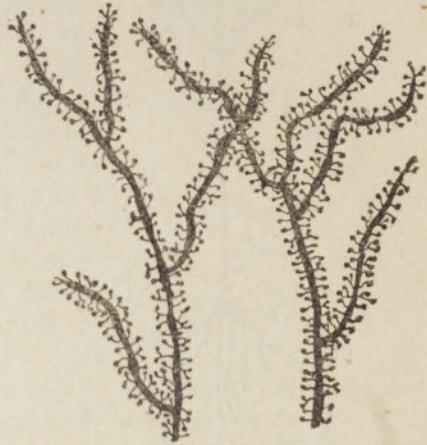


Fig. 338. — Ramas del penacho terminal de la expansión primordial con sus espinas.

ha sido dado por CAJAL. Existe en todos los vertebrados, pero á medida que se desciende en la serie de vertebrados inferiores esta célula se simplifica. «En los *batracios*, por ejemplo, todas las expansiones protoplasmáticas se reducen á un penacho terminal ramificado en la zona molecular, zona que aparece notablemente desarrollada en estos animales. Las expansiones colaterales del tallo y las basilares faltan por completo. En los *reptiles*, la expansión primordial existe, pero no tiene colaterales; en el cuerpo celular,

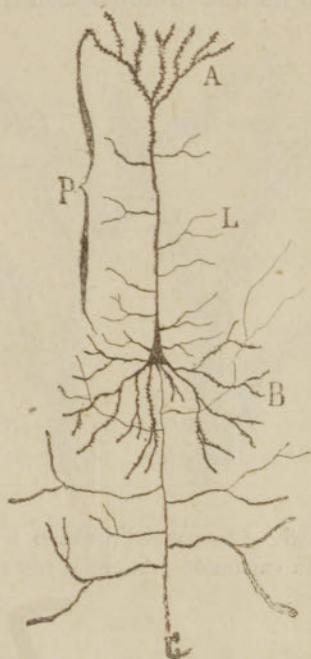


Fig. 339. — Célula piramidal grande (según CAJAL)

P, prolongación primordial. — A, penacho de esta prolongación. — L, sus prolongaciones laterales. — B, prolongaciones basilares. — C, axón con numerosas colaterales.

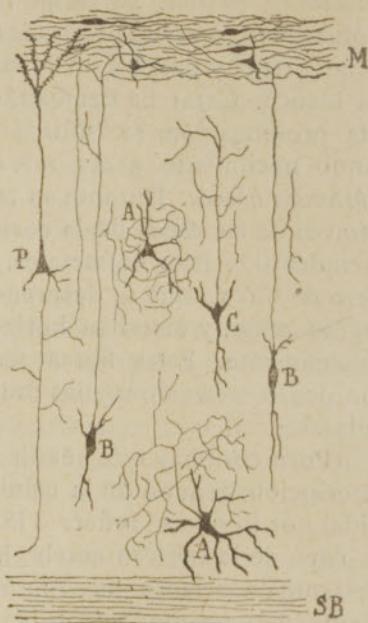


Fig. 340. — Esquema que demuestra los elementos nerviosos de la corteza cerebral (según CAJAL).

M, zona molecular. — SB, substancia blanca. — A, A, células con axones cortos. — B, B, células con axones ascendentes que se ramifican en la zona molecular. — C, célula con axón ascendente que se ramifica en la capa de las células piramidales pequeñas. — P, célula piramidal pequeña.

y como representante de las expansiones basilares de los mamíferos, se ve solamente una prolongación descendente más ó menos ramificada» (CAJAL).

3.^o CAPA DE LAS GRANDES CÉLULAS PIRAMIDALES.—La capa de las grandes células piramidales alcanza un milímetro de espesor á nivel de la región psicomotriz. Las células miden de 20 á 30 μ . Están construídas según el tipo de las células de la capa precedente, pero presentan un tallo ascendente extremadamente largo. El axón es grueso; desciende casi en línea recta, y, llegado á la substancia blanca, se continúa con una fibra de proyección; en algunos casos se bifurca y da una gruesa colateral que parece estar destinada al cuerpo calloso. Durante su trayecto por la substancia gris, los axones emiten cuatro ó seis colaterales oblicuas que se dicotomi-

zan dos ó tres veces. Las ramúsculas más finas terminan libremente por una nudosidad (CAJAL).

4.º CAPA DE LAS CÉLULAS POLIMORFAS. — Esta capa mide $\frac{1}{3}$ de milímetro de espesor. Contiene:

1.º Células piramidales esparcidas, ordinariamente de gran talla.

2.º Células cuya forma es variable: *ovoideas* ó *fusiformes*, *poligonales* ó *triangulares* otras. Dos caracteres sirven para distinguirlas de las demás células cerebrales: la ausencia de orientación en la *expansión periférica*, y el hecho de que por muy voluminosa que sea esta expansión, nunca penetra en la capa molecular, ni va al encuentro de la de las células piramidales. Muy á menudo la expansión periférica falta y se halla reemplazada por dos ó tres ramas, muy cortas, dirigidas oblicuamente. El *axón* desciende hacia la sustancia blanca y se continúa directamente ó mediante una división en T con uno ó dos tubos nerviosos. En este trayecto suministra tres ó cuatro *colaterales*.

Además de estas células, se hallan en la cuarta capa de la corteza (1) elementos con *axones cortos*, en los que hay que distinguir dos variedades: las *células de axón corto de Golgi* y las *células con axón ascendente de Martinotti*.

a. *Células de axón corto de Golgi*. — Son células grandes poligonales que emiten *prolongaciones protoplasmáticas* en todas direcciones. El *axón* nace de la parte superior ó de la inferior de la célula. Se divide inmediatamente y da origen á una arborización terminal libre.

b. *Células de Martinotti*. — Las *células de axón ascendente* son fusiformes ó triangulares con *prolongaciones protoplasmáticas* ascendentes. El *axón* sube en línea recta hacia la capa molecular, donde se divide en dos ó tres ramas que, ramificándose horizontalmente, forman, en esta capa, una gran arborización terminal. CAJAL ha descrito células de axón ascendente, cuyo cilindro-eje no llega á la capa molecular, sino que forma una arborización en la zona de las células piramidales pequeñas.

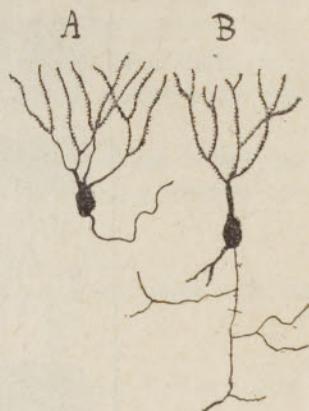


Fig. 341. — Células piramidales de los batracios (A) y de los reptiles (B) (según CAJAL).

II. — Fibras y plexos nerviosos de la corteza

La corteza cerebral contiene un número considerable de fibras nerviosas, que pueden dividirse en dos grandes grupos: en *fibras radiadas* y las *tangenciales*.

I. *Fibras radiadas*. — Las fibras radiadas siguen una dirección perpendicular á la superficie de la corteza. Atraviesan la capa de las células polimorfas y la de las grandes pirámides, agrupadas en pequeños fascículos.

(1) Las células de axón corto se presentan igualmente mezcladas con las células piramidales, en la segunda y tercera capa de la corteza.

Por encima de estas zonas, comienzan á esparcirse en la capa de las pequeñas pirámides y se diseminan y pierden en la molecular, donde son difíciles de distinguir.

Las fibras radiadas están formadas por:

- a. Axones de las células piramidales.
- b. Axones de las células de MARTINOTTI.

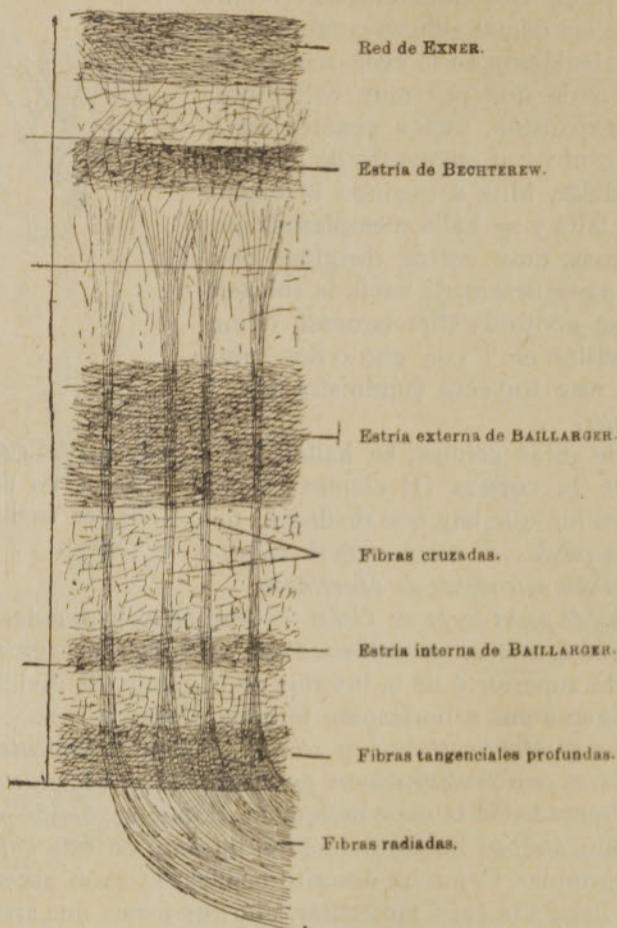


Fig. 342. — Fibras blancas de la corteza cerebral

- c. Axones de las células polimorfas.
- d. Fibras terminales procedentes de la sustancia blanca.

II. **Fibras tangenciales.** — Las fibras tangenciales se llaman así porque son paralelas y tangentes en todos sentidos á la superficie externa de la corteza. Estas fibras cruzan á las precedentes en ángulo recto. Existen en todo el espesor de la corteza, pero se condensan en puntos determinados, donde aparecen en forma de bandas ó estrías. De fuera adentro se hallan cuatro de estas bandas:

1.º La *red de Exner* ó *capa tangencial propiamente dicha*.

Esta zona, bastante gruesa, ocupa la mitad externa de la capa molecular.

2.º La *estría de Bechterew*, situada en la porción superficial de la capa de las pequeñas pirámides, que tiene un grosor de 3 milímetros. Está muy desarrollada en el lóbulo occipital.

3.º La *estría de Baillarger* atraviesa la porción media de la capa de las grandes pirámides. Mide por término medio 40 milímetros. En el lóbulo frontal se halla á menudo desdoblada. La porción superficial toma el nombre en este sitio de *estría externa de Baillarger* y la profunda el de *estría interna*.

4.º Las *fibras tangenciales profundas*, designadas también con el nombre de *fibras de asociación intracorticales de Meynert*. Esta capa se halla en la zona profunda de las células polimorfas y se confunde, por su parte más honda, con la substancia blanca del centro oval.

Las fibras tangenciales existen en el intervalo de las bandas de las que acabamos de tratar, pero están muy apartadas unas de otras, y forman con las fibras radiadas que las cruzan un fieltro laxo.

Las fibras tangenciales comprenden, según CAJAL:

1.º Las colaterales de los axones de las células piramidales y de las polimorfas.

2.º Los axones de las células de GOLGI.

3.º Las colaterales y las fibras terminales de los axones de las células de MARTINOTTI.

4.º Las colaterales y las fibras terminales de las fibras nerviosas procedentes de la substancia blanca.

Las fibras de la corteza cerebral (radiadas y tangenciales) son: unas, axones desnudos, y otras, fibras mielínicas. Las fibras procedentes de la substancia blanca, los axones de las pequeñas y grandes células piramidales, de las células polimorfas, de las de MARTINOTTI y las colaterales de gran diámetro son fibras mielínicas. Las colaterales finas, los axones de las células de GOLGI y los de las células piramidales más pequeñas son fibras desnudas.

NEUROGLIA. — TEJIDO DE SOSTÉN

La corteza cerebral contiene, además de los elementos nerviosos, un tejido de sostén formado por la neuroglia. Ésta se presenta en forma de tabiques delgados á lo largo de los cuales caminan los vasos; forma en la superficie del cerebro, por debajo de la piamadre, una capa delgada que mide de 10 á 30 μ ; es la *capa marginal* de algunos autores.

La neuroglia cortical está constituida según el tipo general de la neuroglia y del que ya nos hemos ocupado. Las células se presentan en dos formas: el tipo *aracnoideo* (células en araña), representado por los elementos con prolongaciones largas de la substancia blanca y con prolongaciones cortas de la substancia gris; el tipo *ependimario*, representado por células situadas cerca de la superficie del cerebro y que emiten prolongaciones que se dirigen todas radialmente hacia la superficie cerebral, donde terminan por pequeños engrosamientos triangulares.

Además de la neuroglia, la corteza cerebral parece contener una materia intermedia amorfa, especie de cemento que une los elementos figurados entre sí.

§ 2. — VARIACIONES DE ESTRUCTURA DE LA CORTEZA

Ciertas porciones de la corteza se apartan, por su estructura, del tipo que acabamos de describir. Entre ellas se encuentran: la corteza del lóbulo occipital, el asta de AMMÓN y el bulbo olfatorio.

Corteza de la región occipital

La corteza de la región occipital difiere de la de las otras regiones por la presencia de una capa más (capa de las células fusiformes verticales) y

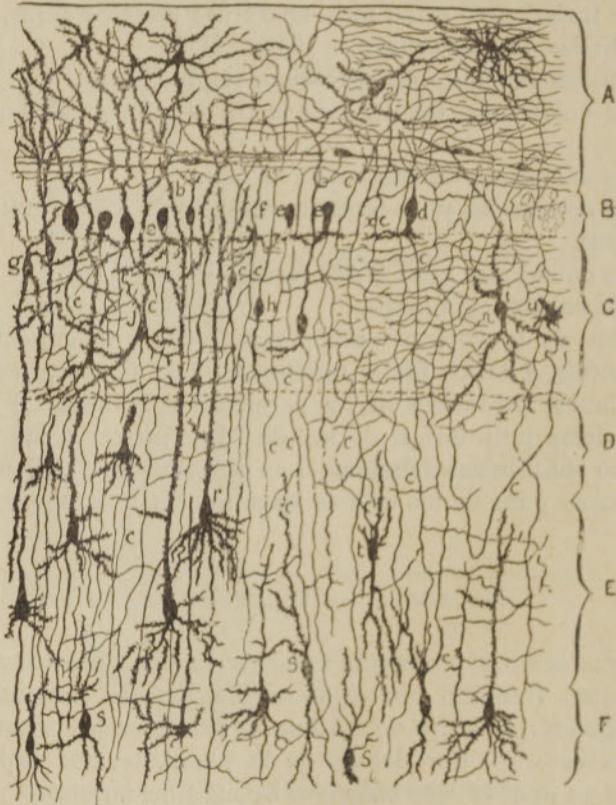


Fig. 343. — Corteza de la región occipital (según CAJAL)

A, capa molecular. — B, capa de las células fusiformes verticales. — C, capa de las células piramidales pequeñas
D, E, capa de las células piramidales grandes. — F, capa de las células polimorfos

por muchos caracteres referentes á las demás zonas. Veamos, pues, la descripción, según CAJAL, de la corteza occipital en los pequeños mamíferos. Presenta cinco capas que son: 1.º molecular; 2.º de las células fusiformes verticales; 3.º de las pequeñas piramidales; 4.º de las grandes células piramidales, y 5.º de las células polimorfos.

1.º Capa molecular. — La capa molecular presenta la estructura funda-

mental de la corteza. Hállanse células de GOLGI y elementos fusiformes y estrellados, que presentan los caracteres que hemos estudiado ya. Esta capa es muy rica, sobre todo en su porción externa, en fibras tangenciales.

2.º Capa de las células fusiformes verticales. — Esta capa está formada por dos ó tres hileras de células fusiformes dirigidas verticalmente, es decir, perpendicularmente á la superficie del cerebro.

Estas células dan nacimiento á nivel de cada uno de sus polos, á una *prolongación protoplasmática*. Una de estas prolongaciones es *ascendente* alcanzando la zona molecular donde se ramifica; la otra es *descendente* y emite una arborización horizontal, la cual se ramifica en la capa de las pequeñas pirámides. El *axón* es de una extrema finura: nace de la prolongación protoplasmática descendente y se dirige hacia la substancia blanca. En su trayecto emite dos ó tres colaterales. Entre las células fusiformes verticales, se presentan algunos elementos que no tienen prolongación ascendente; por lo demás, estas células son semejantes á las otras.

3.º Capa de las pequeñas células piramidales. — La capa de las pequeñas células piramidales contiene tres variedades de células: *a*, pequeñas células piramidales; *b*, células fusiformes verticales semejantes á las de la capa precedente; *c*, células de axón ascendente de MARTINOTTI.

Las fibras nerviosas de esta capa son muy numerosas, tanto que á ellas se debe la formación de la raya de Vic-d'Azyr.

4.º Capa de las grandes células piramidales. — Es idéntica á la capa correspondiente de otras regiones de la corteza, pero las células son menos voluminosas.

5.º Capa de las células polimorfas. — Esta capa no presenta nada de notable.

Asta de Ammón

El asta de Ammón es una circunvolución cerebral simplificada en lo que concierne á las capas piramidales, y complicada en cuanto á la estructura de la zona molecular (CAJAL). Comprende tres capas: la molecular, la de las células piramidales y la de los elementos polimorfos, y está separada de la membrana endimaria por una delgada capa de substancia blanca, *el alveus*.

1.º Capa molecular. — Según CAJAL, del que tomamos esta descripción, conviene dividir esta capa en tres pisos.

a. *Piso inferior (stratum radiatum, capa radiada)*. — Comprende más de la mitad de la zona molecular y está formada por células especiales, cuyos tipos más comunes son los siguientes:

1.º Células piramidales aberrantes, es decir, corpúsculos alargados, de formas variadas, pero cuyas expansiones protoplasmáticas se conducen como las de las grandes células piramidales.

2.º Células voluminosas triangulares ó estrelladas, provistas de *prolongaciones protoplasmáticas*, muy largas y varicosas, dirigidas horizontal ú oblicuamente. El *axón* tiene trayecto oblicuo ó paralelo á la capa molecular, se divide rápidamente en una arborización de fibrillas finas rectilíneas distribuídas en todas las capas de la zona molecular.