

CAJAL distingue en este cordón un fascículo que llama *fascículo comisural*. Corresponde á la porción más profunda del fascículo fundamental anterior en la proximidad y tocando á la substancia gris. Está formado, como veremos más adelante, por axones de las células comisurales del lado opuesto (1).

**B. Cordón lateral.** — El cordón lateral comprende: el *fascículo piramidal cruzado*, el *cerebeloso directo*, el *lateral profundo*, el *ascendente de Gowers* y el *fundamental de los cordones laterales*.

1.º **FASCÍCULO PIRAMIDAL CRUZADO.** — El fascículo piramidal cruzado está situado en la porción más posterior del cordón ántero-lateral. Está limitado: hacia adelante por una línea transversal que señalase el punto de reunión de las astas posteriores con las anteriores; hacia atrás por las raíces posteriores, hacia dentro por el fascículo lateral mixto; hacia fuera por el fascículo cerebeloso directo. Es redondeado ú oval y muy voluminoso.

2.º **FASCÍCULO CEREBELOSO DIRECTO** (ó de Flechsig). — El fascículo cerebeloso directo se presenta en forma de una banda de eje mayor ántero-posterior, situada en un espacio limitado hacia fuera por la superficie de la médula; hacia dentro por el fascículo piramidal cruzado; hacia atrás por el surco colateral posterior, y hacia adelante por una línea transversal que pasará por el conducto del epéndimo. En el sentido de la altura, este fascículo comienza hacia el 9.º par dorsal y sube en la médula hasta el cerebelo donde se termina en el vermis superior.

3.º **FASCÍCULO LATERAL PROFUNDO.** — El fascículo lateral profundo está situado por fuera de la cara externa de la columna gris, por dentro del fascículo piramidal cruzado y en la parte posterior del fascículo de GOWERS. Algunas veces se le ha designado con el nombre de *zona limitante lateral*.

CAJAL llama á este fascículo, *del asta posterior* para indicar que está formado por axones de las células del asta posterior. En la región superior de la médula dorsal y en la región cervical, este fascículo se deja disociar por la substancia gris para formar al *procesus reticularis*.

El mismo autor describe con el nombre de *sistema del núcleo intermediario* la porción más anterior de la zona limitante lateral. Para él, las fibras de esta porción son suministradas por el núcleo intermediario.

4.º **FASCÍCULO DE GOWERS.** — Este fascículo, designado con el nombre de *fascículo ascendente ántero-lateral*, está situado por delante del fascículo piramidal cruzado y del cerebeloso directo. Está limitado hacia fuera por la superficie de la médula; hacia dentro, por el resto del cordón anterior; hacia delante, se prolonga en forma de punta hasta el surco anterior.

5.º **FASCÍCULO FUNDAMENTAL DEL CORDÓN LATERAL.** — Está limitado: por delante, por las raíces anteriores; hacia atrás, por el fascículo piramidal cruzado; hacia fuera, por el fascículo de GOWERS, y hacia dentro, por el fascículo lateral profundo.

Es preciso señalar, finalmente, el *sistema de fibras cerebelosas descendentes* que no forman un cordón especial, sino que se hallan esparcidas en

(1) CAJAL, *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*, 1899.

la zona limitante y en el cordón anterior. Estas fibras son descendentes y proceden de las células de PURKINJE. Son las que conducen la excitación desde el cerebelo á las células motrices de la médula.

C. **Cordón posterior.**—Según la descripción clásica, el cordón posterior puede descomponerse en dos fascículos secundarios, situados el uno por dentro del surco medio posterior, y el otro entre este fascículo y el origen de las raíces posteriores.

a. El primero es el *fascículo de Goll*, llamado también fascículo delgado ó cuneiforme.

b. El segundo es el *fascículo de Burdach*, designado además por los autores con los nombres de zona radicular posterior y fascículo fundamental del cordón posterior.

1.º **FASCÍCULO DE GOLL.**—En el adulto, el fascículo de GOLL no se halla separado del resto del cordón posterior más que en la región cervical. Por debajo de esta región no pueden distinguirse estos dos fascículos más que en casos de degeneración; pero como el desarrollo de su mielina se efectúa independientemente del resto del cordón posterior y en una época más tardía, puede ser observado muy bien en el feto.

Este cordón tiene, en un corte de médula, la forma de un triángulo cuyo vértice, dirigido hacia delante, confina con la comisura gris, pero sin alcanzarla. Sus límites laterales se hallan marcados: hacia dentro, por el surco medio posterior; hacia fuera, por el surco posterior intermedio en la región cervical, y más abajo, por una línea ficticia.

Los cordones delgados de GOLL son estrechos en la región lumbar, más anchos en la dorsal, y terminan en los acúmulos ganglionares, situados en la porción inferior de los cuerpos restiformes, conocidos con el nombre de núcleos del cordón de GOLL.

2.º **FASCÍCULO DE BURDACH.**—El fascículo de BURDACH está situado entre el asta posterior y el fascículo de GOLL. De forma triangular, corresponde: por su vértice, á la comisura gris posterior; por su base, á la superficie exterior de la médula; por su cara interna, al cordón de GOLL; por su cara externa al asta posterior de la médula sobre la que se amolda.

Aplicando al cordón posterior el método de las *diferenciaciones embriónicas*, y el no menos fructuoso de las *degeneraciones secundarias*, FLECHSIG y LISSAUER han llegado á distinguir, en esta región de la médula, cierto número de territorios cuya importancia es considerable en patología nerviosa. Estos territorios ó zonas son en número de seis:

El *cordón de Goll*, la *zona radicular anterior*, la *zona radicular media*, la *zona radicular póstero-interna* (estas tres zonas formadas á expensas del cordón de BURDACH), la *zona media* y la *zona marginal de Lissauer*.

A. **CORDÓN DE GOLL.**—En esta nueva clasificación, el cordón de GOLL subsiste casi lo mismo que como lo hemos descrito.

B. **ZONA RADICULAR ANTERIOR.**—Esta zona comprende un sistema de fibras adosado á la comisura posterior y al asta posterior en casi toda su extensión.

C. **ZONA RADICULAR POSTERIOR.**—La zona radicular posterior está situada en la superficie de la médula, por detrás de la zona radicular media.



hacia fuera del cordón de GOLL y por dentro de las raíces posteriores. Comprende gran número de fibras sensitivas.

*D. ZONA RADICULAR MEDIA.* — Es la zona comprendida entre la radicular anterior y la posterior. Apoyándose en los hechos embriogénicos, se puede con FLECHSIG describir en esta zona *dos sistemas de fibras*.

En el *primer sistema de fibras* el desarrollo es contemporáneo del de las fibras de la zona media. Son fibras que brotan de las raíces posteriores, y se dirigen después de un trayecto bastante corto al retículo de las columnas de CLARKE.

En el *segundo sistema*, el desarrollo es contemporáneo del de las fibras del cordón de GOLL. Estas fibras serían, en la región lumbar, el origen de los fascículos que más arriba, rechazados hacia dentro, constituyen los cordones de GOLL.

*E. ZONA MEDIANA.* — Esta zona que FLECHSIG considera como completamente distinta de los cordones de GOLL, presenta una situación diferente según la región de la médula en que se la estudie.

En la *médula cervical* y en los dos tercios superiores de la dorsal, está situada en la porción interna y anterior de los cordones de GOLL.

En la *médula inferior*, es menos distinta y se halla colocada en la parte posterior é interna de la zona radicular media, inmediatamente por delante de la zona radicular póstero-interna.

*F. ZONA DE LISSAUER.* — La zona descrita y estudiada por LISSAUER con el nombre de *zona marginal*, está situada entre el ángulo externo del cordón posterior y el ángulo interno del cordón lateral.

Ocupa transversalmente todo el territorio atravesado por las raíces posteriores, sobresaliendo de ellas hacia fuera y adentro. De delante atrás, se extiende desde la substancia gelatinosa de ROLANDO hasta la periferia de la médula (1). Las fibras radicales posteriores atraviesan esta zona y la dividen en dos segmentos: uno *interno* y otro *externo*.

1.º El *segmento interno* tiene la forma de un triángulo y penetra, como una cuña, entre las fibras horizontales internas de las raíces posteriores y las fibras verticales externas del cordón posterior.

2.º El *segmento externo*, más voluminoso que el interno, está situado al lado externo del asta posterior. Este segmento, así situado, invade el lado posterior del cordón lateral y parece formar parte de él.

Estos conocimientos son indispensables para el estudio de una médula tabética. La degeneración de la zona marginal constituye, en efecto, una alteración precoz de la tabes; además, la existencia del segmento externo explica la esclerosis de la porción *póstero-interna del cordón lateral*. En realidad, el cordón lateral nunca es atacado, únicamente la zona de LISSAUER es la que se altera, y esta zona depende esencialmente del cordón posterior (2).

Ya que conocemos las diferentes zonas del cordón posterior, podemos

(1) Por razón de esta situación es por lo que LISSAUER le ha dado el nombre de zona marginal.

(2) Consúltense las lecciones sobre enfermedades de la médula de P. MARIE. En esta obra se hallará una buena descripción de la anatomía patológica de la tabes. De ella hemos tomado numerosos detalles sobre la topografía de los cordones.

ahora indicar las razones que han conducido á FLECHSIG á establecer estas divisiones: descansan, como hemos dicho, en la *embriogenia* y en las *degeneraciones*.

1.º EMBRIOGENIA.—El desarrollo de las fibras que constituyen estas zonas, se realiza de un modo desigual y en diferentes épocas. La mielina aparece al principio en la *zona radicular posterior*, después en la *zona media* y en la misma época en el *primer sistema* de la *zona radicular media*; un poco más tarde ó casi al mismo tiempo aparece el *cordón de Goll*. El *segundo sistema* de la *zona radicular media* y la *zona radicular póstero-externa* (zona marginal de LISSAUER) reciben su vaina de mielina mucho más tarde: al final de la vida fetal.

2.º PATOLOGÍA.—Según FLECHSIG, las lesiones en la tabes se establecerían según el orden siguiente: al principio la degeneración atacaría á la *zona media* y á la *radicular media*; invadiría luego la *zona de Lissauer* y el *cordón de Goll*; más tarde la *zona radicular póstero-interna*, y al final la *zona radicular anterior* (1).

## § 2. — SUBSTANCIA GRIS

La substancia gris forma, en cada mitad lateral de la médula, una gruesa y larga lámina ligeramente arrollada presentando una concavidad externa. En un corte, este aspecto se traduce en forma de *semiluna*: las *dos medias lunas* de las dos mitades de la médula están unidas por la *comisura gris* en la parte media de la cual se halla el *conducto del epéndimo*.

Las dos extremidades de cada semiluna, llamadas *astas*, están situadas una hacia delante (*asta anterior*), y otra hacia atrás (*asta posterior*). La separación de las dos astas es ficticia y se halla marcada por una línea transversal que pasará por el conducto del epéndimo.

El *asta anterior* se halla completamente rodeada por la substancia blanca, no llegando á la superficie de la médula. Es *voluminosa*, redondeada, ensanchada en forma de maza en las regiones lumbar y cervical. En la porción dorsal es mucho menos voluminosa. Comprende una porción anterior ó *cabeza* y otra posterior ó *base*.

Presenta, según CAJAL, tres acúmulos celulares en forma de tres núcleos más ó menos distintos:

1.º El *núcleo comisural*, situado á nivel de la parte ántero-interna del asta en el límite con la substancia blanca.

2.º El *núcleo motor*, á veces doble, situado á nivel de la región ántero-externa frente á la emergencia de las raíces anteriores.

3.º El *núcleo del cordón ántero-lateral*, situado á nivel de la región póstero-externa del asta, por dentro del cordón lateral.

El *asta posterior* se extiende hasta la superficie de la médula en el fondo del surco colateral posterior. Es *delgada* y *afilada* y comprende tres porciones: una región media ancha (*cabeza del asta posterior*); una región

(1) La descripción embriogénica de FLECHSIG ha sido aceptada por la generalidad de autores, pero su cronología de lesiones en la tabes es muy discutida por los neuropatólogos (véase la discusión sobre las esclerosis primitivas y secundarias en la obra de MARIE).

anterior más estrecha ( *cuello*), y una región posterior afilada ( *punta del asta posterior*). El asta posterior presenta, según CAJAL, cuatro territorios celulares:

1.º La substancia gelatinosa de ROLANDO, que recubre la cabeza del asta posterior en forma de semiluna.

2.º La cabeza del asta posterior, situada por delante de la substancia de ROLANDO.

3.º La base del asta, región mal limitada, que comprende dos núcleos: el basal interno y el externo.

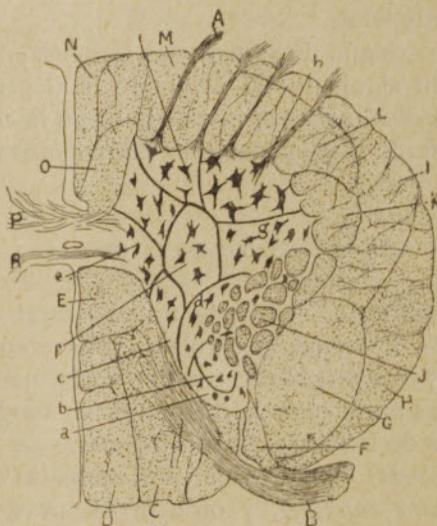


Fig. 303. — Topografía de los fascículos y focos celulares de la médula (según CAJAL)

A, raíces anteriores. — B, raíces posteriores. — C, cordón de BURDACH. — D, cordón de GOLL. — E, porción ventral del cordón posterior. — F, zona de LISSAUER. — G, fascículo piramidal cruzado. — H, fascículo de FLETCHER. — I, fascículo de GOWERS. — J, sistema del asta posterior. — K, sistema del núcleo gris intermediario. — L, cordón intermediario. — M, vías cortas del cordón anterior. — N, fascículo de TURCK. — O, fascículo comisural. — P, comisura blanca ó anterior. — R, comisura gris ó posterior.

a, substancia de ROLANDO. — b, cabeza del asta posterior. — c, núcleo basal interno. — d, núcleo basal externo. — e, substancia gelatinosa central. — f, núcleo gris intermediario. — h, núcleo motor externo. — i, núcleo motor interno. — g, núcleo del cordón antero-lateral. — j, núcleo gris comisural.

4.º La columna vesiculosa de CLARKE, que no existe más que en la médula dorsal y en la porción superior de la médula lumbar. Es una masa celular, redondeada, situada por dentro de la base del asta en la vecindad de la comisura y del cordón posterior.

En la región cervical y en la lumbar inferior, donde la columna de CLARKE no existe, se halla en su lugar el núcleo basal interno, ya señalado.

5.º El *processus reticularis*, que existe en toda la región cervical y torácica superior. Este núcleo, situado á nivel de la unión del asta posterior y la anterior no presenta los bordes limpios. Envía trabéculas y filamentos grises que se hunden en la substancia blanca, se dividen, se anasto-

mosan y forman una red en cuyas mallas se encuentran pequeños islotes de substancia blanca. Esta producción es la conocida con el nombre de *producción reticular* de DEITERS ó *processus reticularis*. CAJAL designa á la substancia gris situada entre las fibras blancas con el nombre de *núcleo intersticial*.

6.º Finalmente, CAJAL describe otros dos núcleos: el núcleo gris intermedio, que, bien desarrollado en la región cervical, corresponde á la zona de unión de las dos astas. Está situado por dentro del núcleo del cordón ántero-lateral. Este núcleo está poco desarrollado en el hombre.

### § 3. — COMISURAS

Las dos mitades laterales de la médula espinal están unidas por una banda transversal que recibe el nombre de comisura. Esta banda está compuesta hacia delante por substancia blanca (*comisura blanca*) y hacia atrás por substancia gris (*comisura gris*).

1.º *Comisura blanca*. — La comisura blanca que puede verse en el fondo del surco anterior, se pierde en los cordones laterales.

2.º *Comisura gris*. — La comisura gris forma una banda visible en el fondo del surco medio posterior, y une las dos semilunas de la substancia gris. En el centro de esta comisura se ve el *conducto del epéndimo*, cuya anchura no pasa de una á dos décimas de milímetro. Este conducto se abre por arriba en el cuarto ventrículo, y por abajo en el cono terminal de la médula, ensanchándose un poco para formar el ventrículo terminal. La forma de este conducto varía según las regiones que se estudien: oval en la región cervical, circular en la médula dorsal y en el *filum terminale*, triangular en la médula lumbar, está á menudo obliterado en algunas porciones de su trayecto.

La substancia gris que rodea al epéndimo, designada por algunos autores con el nombre de *substancia gelatinosa central*, contiene pequeña cantidad de células.

## CAPITULO XXV

### MÉDULA ESPINAL

#### Estructura de la médula. — Elementos nerviosos

Los elementos nerviosos de la médula deben estudiarse en la *substancia blanca* y en la *substancia gris*.

#### § 1. — SUBSTANCIA GRIS

La *substancia gris* está formada por *fibras* y por *células nerviosas*.

I. **Células nerviosas.** — Las células nerviosas de la médula son todas *multipolares*. Presentan dimensiones muy variables. Unas son pequeñas ( $8\ \mu$ ) y otras muy voluminosas ( $100$  á  $130\ \mu$ ). Su forma es igualmente variable. Son globulosas, estrelladas, fusiformes, piramidales, triangulares, etc., pero siempre *multipolares*.

Si se considera la manera de comportarse el cilindro-eje, las células de la médula pueden dividirse en cuatro grupos, como lo indica CAJAL en su última obra.

PRIMER GRUPO. — Células cuyo cilindro-eje sale de la médula espinal (*motrices* ó *radiculares*). Este grupo comprende otros dos subgrupos:

a. *Variedad principal*: Células motrices que envían sus axones á las raíces anteriores.

b. *Variedad accesoria*: Células que envían sus axones á las raíces posteriores.

SEGUNDO GRUPO. — Células cuyo axón comienza y termina en la médula espinal, continuándose con las fibras de la *substancia blanca*. Este grupo comprende numerosas células conocidas con el nombre de *células de los cordones*.

TERCER GRUPO. — Células con axón corto, es decir, elementos cuyo cilindro-eje se ramifica en la *substancia gris*.

CUARTO GRUPO. — Células situadas en los ganglios raquídeos. Estos elementos se hallan fuera de la médula, pero envían su cilindro-eje á este centro. Tienen con el eje espinal relaciones tan íntimas que deben consi-

derarse como una de sus dependencias. Para no complicar el estudio de la médula nosotros las describiremos después de este órgano.

1.º CÉLULAS MOTRICES Ó RADICULARES. — Así se designan las células cuya axón se dirige á las raíces de los nervios raquidianos. Son los elementos mayores de la médula espinal. Pueden distinguirse dos variedades: las *células motrices de las raíces anteriores* y las de las *posteriores*.

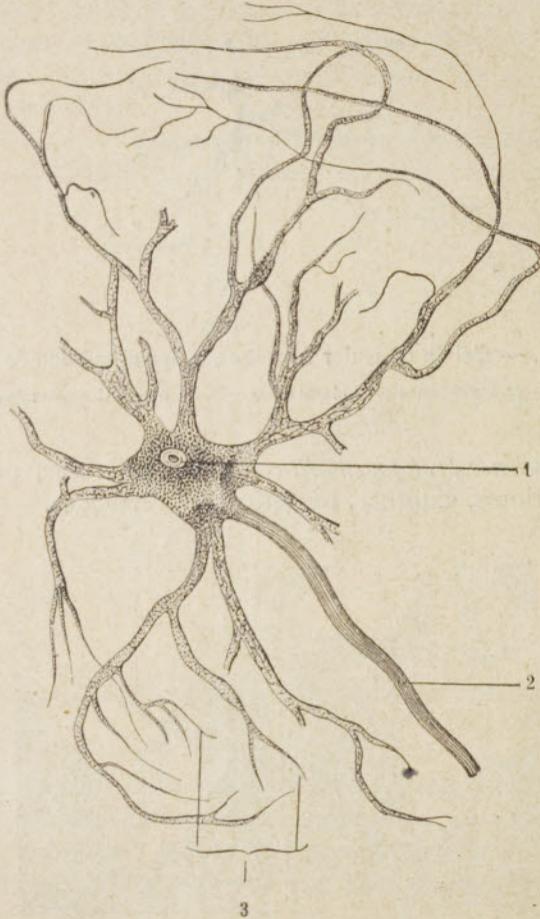


Fig. 304. — Célula multipolar de la médula

1, cuerpo celular. — 2, axón. — 3, prolongaciones protoplasmáticas

a. *Células motrices anteriores*. — Están situadas en la cabeza de las astas anteriores (1).

El axón marcha al principio por la substancia gris en estado de cilindro-eje desnudo, más tarde se recubre de mielina, atraviesa la substancia blanca y sale de la médula con las raíces anteriores.

En este trayecto el axón suministra algunas veces una ó dos y en casos más raros tres colaterales que vuelven á la substancia gris, donde se

(1) Su topografía será indicada más adelante.

Vino, Catalunya 6000 (60000 - Km)

resuelven en *arborizaciones terminales*, cuyas ramas acaban por extremidades libres (1). No todos los axones emiten colaterales.

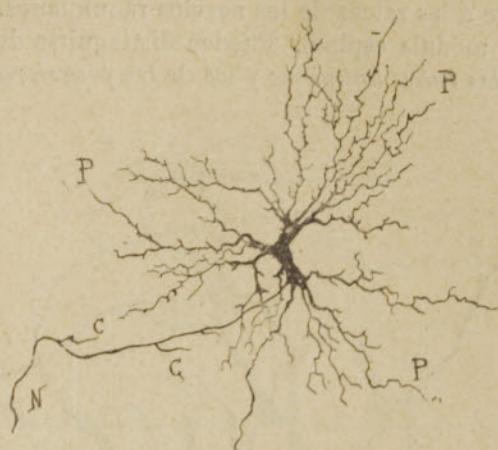


Fig. 305. — Célula radicular impregnada por el método de GOLGI

P. P., prolongaciones protoplasmáticas. — N, axón. — C, C, colaterales

Las *prolongaciones protoplasmáticas*, muy numerosas, pueden dividirse en internas, anteriores, externas, posteriores y verticales.



Fig. 306. — Comisura protoplasmática formada por las prolongaciones internas de las células radulares (según VAN GEUCHTEN)

Las *prolongaciones internas* tienen como carácter el terminarse por *verdaderas ramas* que se distribuyen de dos modos: si la célula es vecina

(1) Estas colaterales, descubiertas por GOLGI y designadas por CAJAL con el nombre de *colaterales iniciales*, tienen una función, aun no bien determinada. Según la hipótesis del sabio español, el papel que desempeñarían estas fibras sería el de transmitir la excitación á otros elementos similares del núcleo motor. Así se encontraría asegurado el concurso funcional de muchas células, y como consecuencia, la difusión y el aumento de energía de la descarga motriz.

á la línea media, las divisiones terminales pasan á la comisura anterior, se entrecruzan con las prolongaciones similares de las células del lado opuesto y terminan en la substancia gris del *otro lado de la médula*. Si la célula está alejada de la línea media, las arborizaciones se pierden en el asta anterior del *mismo lado*, no llegando á la comisura.

El *grupo anterior* acaba igualmente por ramas que penetran en el cordón ántero-lateral y se pierden *entre los tubos de este cordón*. A menudo ocurre que el axón brota en medio de estas prolongaciones.

El *grupo posterior* está formado por prolongaciones *largas y gruesas*, que terminan en la substancia gris, sin presentar las ramas terminales de los dos grupos precedentes.

*Grupo vertical*.— Finalmente, existen prolongaciones que se dirigen hacia arriba y hacia abajo paralelamente al eje de la médula.



Fig. 307. — Células homómeras (según VAN GEHUCHTEN)

b. *Células motrices posteriores*.— Las células radiculares posteriores están situadas á nivel de la *base del asta anterior*. Su axón atraviesa toda la substancia gris, de delante atrás y sale de la médula con las raíces posteriores. La demostración de la existencia de estas fibras motrices en las raíces posteriores ha sido hecha en las aves por LENHOSSEK, CAJAL y VAN GEHUCHTEN: no se las ha encontrado todavía en el hombre. Estas fibras parecen representar fibras motrices simpáticas destinadas á impresionar las neuronas del gran simpático, y por su intermedio excitar los músculos lisos de la vida orgánica.

2.º CÉLULAS DE LOS CORDONES.— Llamadas así porque su axón se dirige á la substancia blanca y se transforma en una fibra de los cordones. Estas células están diseminadas en toda la extensión de la substancia gris. Deben distinguirse en los siguientes grupos: células homómeras ú homolaterales; heterómeras, hecaterómeras y pluricordones.

a. *Células homómeras*.— El axón de estas células atraviesa la substancia gris y se dirige al cordón anterior, al lateral ó al posterior del *mismo lado de la médula*.

Llegado á este nivel puede proceder de dos maneras. Unas veces se incurva y da origen á una fibra ascendente ó descendente y otras se bifurca en T dando origen á una fibra ascendente y otra descendente. Estos dos casos se presentan con igual frecuencia.

b. *Células heterómeras*. — Estas células, descritas por CAJAL con el nombre de *células comisurales anteriores y posteriores*, están caracterizadas por el hecho de que su axón, en lugar de dirigirse á la mitad de la médula donde se halla la célula, se incorpora á un cordón del lado opuesto.

Las células comisurales anteriores, que son las más numerosas, existen en toda la extensión de la substancia gris, salvo á nivel de la substancia de ROLANDO y de la columna de CLARKE. Se presentan más especialmente en la porción interna del asta anterior en un punto designado por LENHOS-

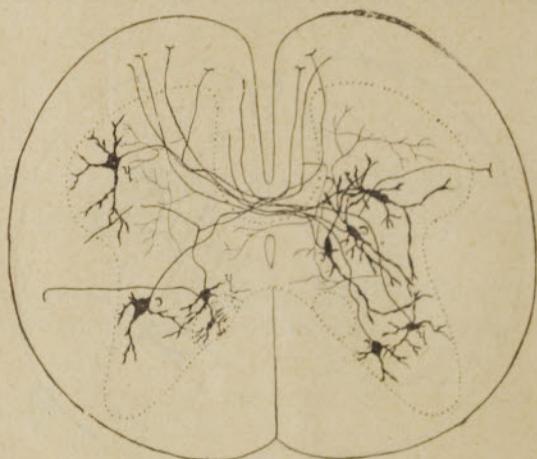


Fig. 308. — Células heterómeras (según VAN GEHUCHTEN)

SEK con el nombre de *núcleo comisural*. Su axón pasa á la comisura blanca por delante del epéndimo y se dirige á la porción del cordón anterior que CAJAL designa con el nombre de fascículo comisural. Casi todos los axones de las células comisurales tienen este destino. Llegado á tal nivel el cilindro-eje se divide en T y da origen á una fibra ascendente y otra descendente.

En su curso, por la substancia gris, el axón de las células comisurales suministra muchas colaterales que se distribuyen en el asta del mismo lado y en la del opuesto.

Las células comisurales posteriores no existen más que en pequeño número, faltando en algunos segmentos de la médula. Están situadas en el asta posterior. El axón atraviesa la comisura posterior y se continúa con una fibra del cordón lateral del lado opuesto. No suministra ninguna colateral.

c. *Células heterómeras, dímeras ó bilaterales*. — El axón de estas células se divide en la substancia gris en dos ramas, una de las que se dirige á un cordón del mismo lado y otra á un cordón del lado opuesto de la médula.

d. *Células pluricordonaes*. — El axón de estas células se divide en muchas ramas que se dirigen á los diferentes cordones medulares del mismo lado ó del lado opuesto de la médula.

A cualquier variedad de células á que pertenezca, el axón de un elemento cordonal se dirige á la substancia blanca (1) y se comporta de tres modos distintos:

- 1.º Puede incurvarse hacia abajo y dar origen á una fibra descendente.
- 2.º Puede incurvarse hacia arriba y dar origen á una fibra ascendente.

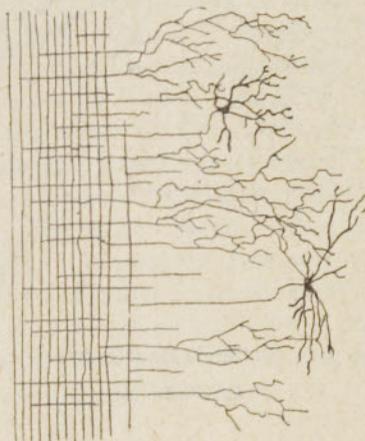


Fig. 309. — División del axón de las células cordonaes en una fibra ascendente y otra descendente. Colaterales de estas fibras (según VAN GEHUCHTEN)

3.º Puede dividirse en T. Una de las ramas se transforma en fibra ascendente y la otra en descendente.

En todos los casos, el axón recubierto por la mielina y transformado en fibra de los cordones, suministra, á lo largo de su trayecto, ramas colaterales que vuelven á la substancia gris, terminándose libremente por un *pincel de fibrillas* que se pone en relación con las prolongaciones protoplasmáticas de las células nerviosas.

¿Cómo terminan las fibras de los cordones? Después de los trabajos de CAJAL, se cree que después de un trayecto bastante largo estas fibras se incurvan y vuelven á la substancia gris, donde terminan como las *colaterales*.

El papel que desempeñan las células de los cordones y sus prolongaciones axiles parece claramente determinado. Son elementos destinados á *poner en relación* pisos más ó menos alejados de la substancia gris. Según la longitud de estas fibras existen *vías comisurales cortas* que ponen en rela-

(1) Antes de alcanzarla da ya origen á cierto número de *colaterales* que se acaban en la *substancia gris* por *arborizaciones terminales* libres.

ción pisos próximos de la médula, y *vías comisurales largas*, que ponen en relación pisos de la médula con los centros nerviosos superiores.

3.º CÉLULAS CON AXÓN CORTO. — Las células con axón corto tienen como carácter el ofrecer un axón corto que no se recubre de mielina, y que se resuelve en una multitud de fibrillas terminales en la vecindad de la célula originaria. Estas células, de pequeñas dimensiones, están irregularmente diseminadas en la substancia gris. Desde el punto de vista funcional representan vías de asociación entre neuronas muy próximas.

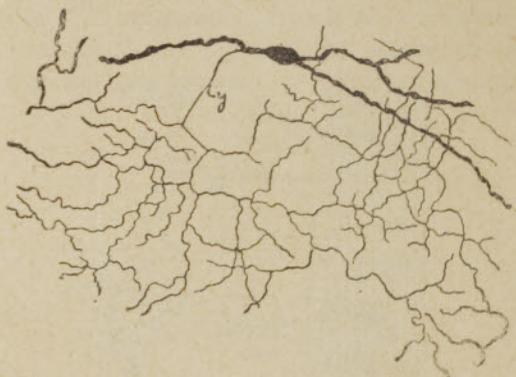


Fig. 310. — Célula de cilindro-eje corto

*Cy*, cilindro-eje

CAJAL, aunque admite la existencia de células con cilindro-eje corto en la substancia gris, cree que son muy escasas. Según este autor, no hay tales elementos ni en el asta anterior, ni en el centro, ni en la base del asta posterior. En la substancia de ROLANDO hay algunas, pero en muy escaso número. Este histólogo no ha comprobado la existencia de las células descritas por LENHOSSEC con el nombre de células comisurales de cilindro-eje corto. Estos elementos, según el último autor, están situados en el asta anterior y envían sus axones á través de la comisura al asta del lado opuesto donde se ramifican.

**Agrupación de las células en la substancia gris.** — Las células nerviosas que hemos descrito, se hallan diseminadas en todos los puntos de la substancia gris; pero corto número de ellas se agrupan en acúmulos que se presentan, en un corte transversal, como *núcleos*, y en uno longitudinal de la médula como *columnas celulares*. En estos cortes longitudinales se ve que las células son *más numerosas* á nivel de los puntos por donde las *raíces penetran en la médula*, de tal modo, que parecen dispuestas, no en columnas continuas, sino en *segmentos*, como se observa de un modo mucho más marcado en los animales inferiores.

Nosotros examinaremos la agrupación de las células en el asta anterior, en la posterior y en la comisura.

**A. ASTA ANTERIOR.** — Como hemos visto, CAJAL describe en el asta anterior tres núcleos: el *comisural*, el *motor* y el del *cordón ántero-lateral*.

**Núcleo motor.** — Las células motrices forman en el asta anterior un

núcleo situado en la parte ántero-externa, pero este grupo no tiene límites precisos. A nivel del engrosamiento cervical y del lumbar, forman dos núcleos: uno ántero-interno y otro ántero-externo.

Existen mezclados con las células motrices otros elementos más pequeños, que son las células de los cordones, cuyos axones se dirigen á la porción fundamental del cordón anterior.

Otras células, y en bastante número, destinadas también á la porción fundamental del cordón anterior, se hallan por detrás del núcleo motor á nivel de la base del asta anterior.

*Núcleo comisural.* — Está situado á nivel de la porción interna de la asta anterior por dentro del núcleo motor. Casi todas las células de este núcleo envían su axón á través de la comisura al fascículo comisural del lado opuesto. El axón de algunas células se dirige al fascículo comisural del mismo lado ó á la porción fundamental del cordón anterior.

*Núcleo del cordón lateral.* — Este núcleo ocupa toda la porción de la asta anterior que se halla situada por dentro del cordón lateral, por detrás del núcleo motor y por fuera del núcleo gris intermedio. Hacia atrás sus límites están marcados por una línea ficticia que pasa por el punto más elevado del sistema del asta posterior. Comprende este núcleo, por delante, las células cuyo axón se dirige á la porción fundamental del cordón anterior, y por detrás, aquellas cuyo cilindro-eje se dirige al cordón lateral.

*B. ASTA POSTERIOR.* — CAJAL describe en el asta posterior los siguientes núcleos: la columna de CLARKE, la substancia gelatinosa de ROLANDO, el núcleo intersticial, el núcleo gris intermediario y el núcleo comisural posterior.

a. *Columna de Clarke.* — La columna de CLARKE es un acúmulo de células nerviosas que se halla á nivel del asta posterior, en la porción interna de éste, inmediatamente por detrás de una línea que pasa por la comisura gris. Este acúmulo no se presenta en toda la longitud de la médula, se le observa únicamente á nivel de la *región dorsal*; en el resto de la médula está reemplazado por un grupo de tres á cuatro células (WALDEYER).

La columna de CLARKE contiene:

- a. Colaterales sensitivas de las que nos ocuparemos pronto.
- b. Células nerviosas.

Las células nerviosas pueden distinguirse en *células del núcleo* y *células tangenciales* (LENHOSSEK, CAJAL).

Las células del núcleo son las más características. Son elementos voluminosos, redondeados, provistos de prolongaciones protoplasmáticas muy numerosas y ramificadas. Estas prolongaciones se pliegan y repliegan en todas direcciones formando uno de los más ricos plexos protoplasmáticos que se conocen. El cuerpo celular y las prolongaciones están erizadas de espinas y de apéndices granulosos. Estas prolongaciones vellosas, muy desarrolladas en ciertos animales, pueden faltar en el hombre.

El axón después de describir una curva, se dirige al cordón lateral y se continúa con una fibra del fascículo de FLECHSIG (cerebeloso directo), y á veces incurvándose simplemente origina una fibra ascendente. En otros casos se divide en T y da nacimiento á una fibra ascendente y otra descen-

dente. El axón de las células de la columna de CLARKE se recubre de mielina en su trayecto horizontal antes de haber salido de la substancia gris. No da origen ó, si lo da, es á muy pocas colaterales. La destrucción de la columna de CLARKE produce una degeneración ascendente del fascículo cerebeloso directo.

Las células limitantes ó tangenciales existen en muy pequeño número en torno de la columna. Son triangulares ó fusiformes y están provistas de prolongaciones protoplasmáticas cuya dirección general es ántero-posterior. El axón se dirige al cordón lateral ó á la comisura anterior.

*Núcleo basal interno del asta posterior.* — Este núcleo se exhibe en la región cervical y en la porción media é inferior de la región lumbar de la médula. Está situado por detrás de la comisura gris, y contiene células pequeñas de variadas formas, provistas de prolongaciones protoplasmáticas vellosas que no salen de la zona del núcleo.

Los axones de estos elementos tienen un destino variable. Unos se dirigen al cordón lateral; otros, en pequeño número, ganan la comisura anterior, y finalmente, el mayor número se dirige á la región profunda del cordón posterior, formando á este nivel las fibras endógenas de tal cordón. Esta disposición anatómica permite explicar el hecho de que, en la degeneración tabética de las fibras sensitivas del cordón posterior, la porción profunda formada por las fibras precitadas queda intacta.

b. *Núcleo intersticial.* — CAJAL designa con este nombre un acúmulo de células situado entre los fascículos del *processus reticularis*, es decir, entre los fascículos de fibras longitudinales de esta región. Son células voluminosas cuyos axones tienen diferente destino. Unos atraviesan la substancia gris y ganan la comisura anterior, otros se dirigen á la porción anterior del cordón lateral y otros se dividen y suministran fibras á dos cordones.

*Vértice y porción basal externa del asta posterior.* — Estas dos regiones contienen células cuyo axón se conduce de distinto modo. Son elementos triangulares ó estrellados de volumen grande ó mediano. Las prolongaciones protoplasmáticas son largas y espinosas; el axón, después de suministrar algunas colaterales, gana la porción limitante del cordón lateral, donde se continúa con una fibra de este cordón. Se hallan, pero en corto número, células cuyo axón se dirige hacia la comisura anterior ó hacia la porción profunda del cordón posterior. Finalmente, existen en el asta posterior numerosas células pluricordones.

*Núcleo comisural posterior.* — En las regiones lumbar y cervical, la porción central de la comisura posterior contiene gran número de células (pequeñas y medianas) que están dispuestas irregularmente. No se conoce bien el curso de sus axones. En algunos elementos parecen dirigirse al cordón lateral.

c. *Substancia gelatinosa de Rolando.* — La substancia de ROLANDO presenta para su estudio dos zonas concéntricas: la substancia de ROLANDO propiamente dicha y la zona marginal (WALDEYER, CAJAL).

1.º *Substancia gelatinosa propiamente dicha.* — La substancia gelatinosa que se consideraba antes como un acúmulo de neuroglia, representa, por el contrario, según WEIGERT, la región de la médula más pobre en tal tejido.

Según los trabajos recientes, la substancia de ROLANDO es, de toda la substancia gris, la región que contiene más células nerviosas. Estas células pertenecen á los dos tipos de elementos nerviosos (células con cilindro-eje largo y corto). Todas estas células son muy pequeñas (miden de 7 á 14  $\mu$ ) y tienen una forma estrellada, fusiforme ó piriforme. Son notables por el número y aspecto espinoso de sus prolongaciones protoplasmáticas. Pueden distinguirse, según CAJAL, dos variedades: las células limitantes y las del centro de la substancia.

*Células limitantes.* — Las células limitantes están situadas hacia atrás, á nivel de la zona de WALDEYER. Presentan prolongaciones protoplasmáti-



Fig. 311. — Células de la substancia de ROLANDO, en un embrión (según CAJAL)

A, D, E, células cuyo cilindro-eje se dirige al asta posterior. — C, F, células limitantes. — B, célula transversal  
G, I, células cuyo axón se dirige al cordón posterior

cas que se dirigen hacia delante en forma de penacho ántero-posterior. Las células del centro de la zona de ROLANDO son fusiformes, dirigidas en sentido del meridiano, y presentan en sus dos polos un penacho protoplasmático. Entre estas células hay algunas que tienen dirección transversal.

El axón, después de haber suministrado algunas colaterales á la substancia de ROLANDO, se dirige:

1.º A la zona limitante del cordón lateral.

2.º A la zona de LISSAUER. Los axones que se dirigen á esta región son menos numerosos que los primeros.

3.º Al cordón de BURDACH. Estos últimos son poco numerosos.

En estos diferentes cordones, el axón se continúa con una fibra blanca, sea por inflexión ó por bifurcación en T.

La substancia de ROLANDO es muy rica en células pluricordonaes.

Contiene, además, algunas células con axones cortos que parecen agotarse en la substancia de ROLANDO y acabar en un plano vertical.

2.º *Zona marginal de Waldeyer.* — Esta zona es una capa marginal que corresponde á la porción externa y al vértice del asta posterior. Separa la substancia de ROLANDO del cordón posterior. Se hallan en ella células

poco numerosas, pero de gran talla, cuyas prolongaciones protoplasmáticas, muy largas y poco ramificadas, bordean el contorno externo de la substancia de ROLANDO y abrazan casi toda su convexidad. El axón, muy voluminoso, se dirige á la zona limitante del cordón lateral, donde se continúa con una fibra longitudinal de esta zona, frecuentemente por simple inflexión.

d. *Núcleo gris intermediario*. — Las células de este núcleo son de pequeña talla. Algunas son elementos comisurales, pero la mayor parte envían su axón á la región del cordón lateral, designada por CAJAL con el nombre de sistema del núcleo intermediario. En el hombre, una buena parte de estas fibras forman parte del fascículo de GOWERS.

*Substancia gris central*. — Esta región, mal limitada, es la porción que se halla entre el asta posterior y la anterior. Contiene células de pequeñas dimensiones, cuyo cilindro-eje se conduce como el de las células comisurales. En el hombre, no debe haber en esta región más que muy corto número de células nerviosas. En un recién nacido, CAJAL no ha podido impregnar ni un solo elemento.

C. COMISURA GRIS. — Se halla en la comisura gris y en torno del conducto del epéndimo, un grupo de células nerviosas, que pertenecen á la variedad de células cordonaes. El axón de estas células se dirige al cordón lateral ó al cordón posterior.

II. *Fibras nerviosas de la substancia gris*. — La substancia gris contiene un número considerable de fibras nerviosas. Entre ellas, el mayor número son amielínicas, y el menor es de las que tienen mielina. Todas las fibras diversamente entrecruzadas y mezcladas, forman un filtro inextricable, pero en el cual no puede descubrirse, á pesar de su complejidad, otra cosa que una simple mezcla, ya que las fibras no se anastomosan nunca entre sí.

Las fibras de la substancia gris son de las siguientes clases:

- 1.º Axones de las células radiculares.
- 2.º Axones de las células de los cordones.
- 3.º Arborizaciones terminales de las células de axón corto.
- 4.º Arborizaciones terminales de las fibras de las raíces posteriores.
- 5.º Arborizaciones terminales de las fibras procedentes de los centros nerviosos superiores.
- 6.º Arborizaciones terminales de las colaterales de las fibras de los cordones.

## § 2. — SUBSTANCIA BLANCA

La substancia blanca está únicamente formada por fibras nerviosas, que, en los animales adultos, están provistas en su totalidad de vainas mielínicas (1). Estas fibras tienen la estructura de las fibras mielínicas de los centros nerviosos: en un corte transversal se presentan en forma de circulos tangentes unos á otros y agrupados por tabiques neuróglícos en fascículos más ó menos importantes. Su volumen es muy variable; el diámetro

(1) Existen, sin embargo, en la substancia blanca algunas células nerviosas aberrantes y algunas fibras sin mielina que forman arborizaciones terminales en torno de estas células.

varía entre 2 y 15  $\mu$ ; el axón entre 1 y 7  $\mu$ . No hay relación constante entre el volumen total de la fibra y el del axón, aunque habitualmente las fibras más gruesas tienen los mayores axones. Consideradas desde el punto de vista de su volumen, las fibras pueden dividirse en gruesas, medianas, finas y muy finas (FLECHSIG).

Origen, trayecto y colaterales de las fibras de los diferentes cordones. — A. CORDÓN ANTERIOR. — 1.º *Fascículo piramidal directo*. — Este fascículo está formado, en su mayor parte, por fibras gruesas que miden de 10 á 12  $\mu$ . Estas fibras nacen de las *grandes células piramidales del cerebro* de las que representan la prolongación axil. Atraviesan el bulbo *sin entrecruzarse* (de aquí deriva el nombre del fascículo), y descienden hacia la médula aproximándose á la línea media: más tarde y sucesivamente atraviesan, formando pequeños paquetes, la comisura y van á terminarse por arborizaciones libres en torno de las células radiculares del asta anterior del lado opuesto (1). Este fascículo conduce á las células motrices de un solo lado de la médula, las incitaciones voluntarias, que se engendran en las células piramidales del hemisferio opuesto del cerebro. Cuando una lesión destruye las células piramidales de origen, ó este fascículo en la *corona radiante*, el pedúnculo ó la protuberancia, degeneran en su totalidad de arriba abajo. Esta degeneración secundaria se propaga hacia la médula, llamándose por esto descendente.

Además de estas fibras gruesas, existen en el fascículo piramidal directo, fibras finas (de 2 á 4  $\mu$ ) que no degeneran cuando lo verifica el fascículo. Una parte de estas fibras parece proceder del *cerebelo*; otras representan *fibras comisurales* (llegadas de las células cordonales), que ponen en relación pisos alejados de la substancia gris.

2.º *Fascículo fundamental del cordón anterior*. — Comprende dos variedades de fibras:

a. *Fibras horizontales* que salen de las células radiculares y que no son otra cosa que los axones de estos elementos que forman las raíces anteriores de los nervios raquídeos.

b. *Fibras longitudinales* suministradas por las células cordonales. El axón de estas células, llegado al fascículo fundamental, se divide en dos ramas, una ascendente y otra descendente. Estas dos ramas, después de un trayecto más ó menos largo, se inflexionan, vuelven á la substancia gris, donde terminan en arborizaciones libres en torno de las células nerviosas. Son fibras comisurales longitudinales, destinadas á poner en relación células nerviosas de diferentes pisos de la médula.

(1) Para CAJAL y otros autores este entrecruzamiento en la comisura no existe. Nunca se ve una fibra del fascículo de TURCK pasar por la comisura.

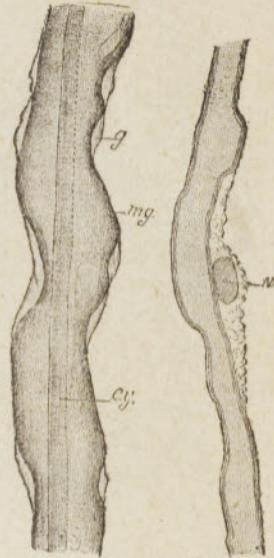


Fig. 312. — Fibras mielínicas de los centros nerviosos (según RANVIER).

Cy, axón. — g, protoplasma. — mg, vaina de mielina. — M, núcleo rodeado de una masa de protoplasma.

B. CORDÓN LATERAL. — 1.º *Fascículo piramidal cruzado*. — El fascículo piramidal cruzado está formado por fibras que proceden de las *células piramidales* de la zona psicomotriz de la corteza cerebral. Estas fibras se *entrecruzan á nivel de las pirámides bulbares con las del lado opuesto*, de tal modo que el fascículo que procede del hemisferio derecho se dirige hacia la parte izquierda de la médula, y el del izquierdo á la derecha. Las fibras de este fascículo se incurvan á diversas alturas, para transformarse en horizontales y penetrar en el asta anterior, donde terminan mediante arborizaciones libres en torno de las células radicales. Este fascículo tiene la misma significación que el piramidal directo; degenera desde arriba hacia abajo.

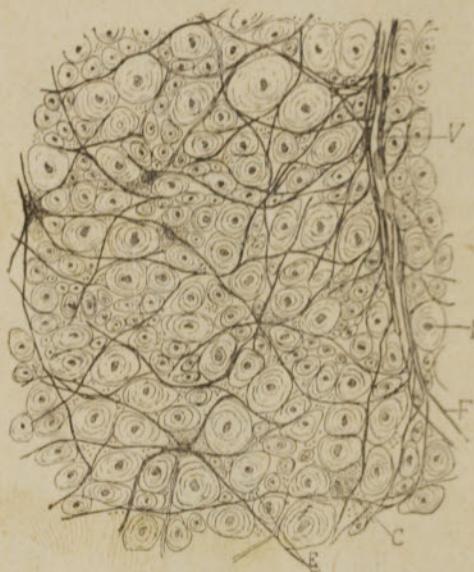


Fig. 313. — Corte transversal de la sustancia blanca (según RANVIER)

I, axón cortado de través. — F, fibras de neuroglia. — E, fibras de neuroglia cortadas de través. — C, células de neuroglia.

2.º *Fascículo cerebeloso directo ó de Flechsig*. — Este fascículo está formado por fibras gruesas que miden de 10 á 15  $\mu$ . Estas fibras nacen de las *células de la columna de Clarke*, cuyo cilindro-eje constituyen. El fascículo de estas fibras nace de la parte anterior de la columna, se dirige hacia delante hasta una línea horizontal que pasa por el conducto del epéndimo, después se desvía hacia fuera y, llegado á la periferia de la médula, se acoda para seguir un trayecto ascendente y terminarse en el cerebelo (1). Este fascículo, á consecuencia de lesiones medulares, degenera de *abajo hacia arriba*; desde el punto de vista fisiológico, parece representar un conductor *centrípeto sensitivo*.

3.º *Fascículo lateral profundo*. — Este fascículo está formado por fibras finas de 3 á 6  $\mu$ , que proceden de las células de los cordones (2). Son fibras comisurales que entran en la sustancia gris, después de un trayecto muy corto para formar arborizaciones en torno de las células. Estas fibras ponen en relación pisos muy próximos de la sustancia gris.

4.º *Fascículo de Gowers*. — Este fascículo está formado por fibras muy mezcladas (gruesas y finas), que parecen proceder de las células heterómeras de las astas posteriores. Nacidas en el asta posterior de uno de los lados de la médula, estas fibras atraviesan la comisura blanca y se dirigen al otro lado de la médula. Llegadas á nivel del fascículo de GOWERS, se acodan y se dirigen hacia arriba. ¿En qué sitio terminan estas fibras? Los

- (1) En el vermis superior.
- (2) Células del asta posterior.

autores no se hallan de acuerdo en este punto. Mientras unos anatómicos sostienen que estas fibras representan comisuras de longitud media que no alcanzan á la extensión total de la médula, otros piensan que estas fibras llegan hasta el núcleo de los cordones de GOLL y de BURDACH y representan la vía cruzada de las impresiones sensitivas (1). Este fascículo degenera de arriba hacia abajo.

5.º *Fascículo fundamental del cordón lateral.*—Este fascículo está formado por fibras finas que proceden de las células de los cordones. Forman comisuras verticales cortas entre pisos próximos de la sustancia gris.

C. CORDÓN POSTERIOR. — Los diferentes fascículos del cordón posterior están formados por dos variedades de fibras: las endógenas y las exógenas.

1.º *Fibras endógenas.*—Las fibras endógenas son las que nacen en la médula. Estas fibras proceden de las células cordonales del asta posterior, cuyo axón constituyen. La mayor parte de ellas están esparcidas en el fascículo de BURDACH, pero forman, no obstante, un pequeño fascículo situado entre el vértice del cordón posterior y la comisura. Este fascículo ha sido designado algunas veces con el nombre de *fascículo ventral* del cordón posterior, y también con el de *fascículo cornicomisural*. Cada fibra endógena del cordón posterior se conduce como sigue: el axón de una célula de la sustancia gelatinosa de ROLANDO, llegado al fascículo de BURDACH, se divide en dos ramas, una ascendente y otra descendente (la primera más larga). Cada una de estas dos ramas, después de cierto trayecto, se incurva y se introduce en la sustancia gris en la cual termina.

(1) Impresiones dolorosas y térmicas según VAN CEHUCHTEN.

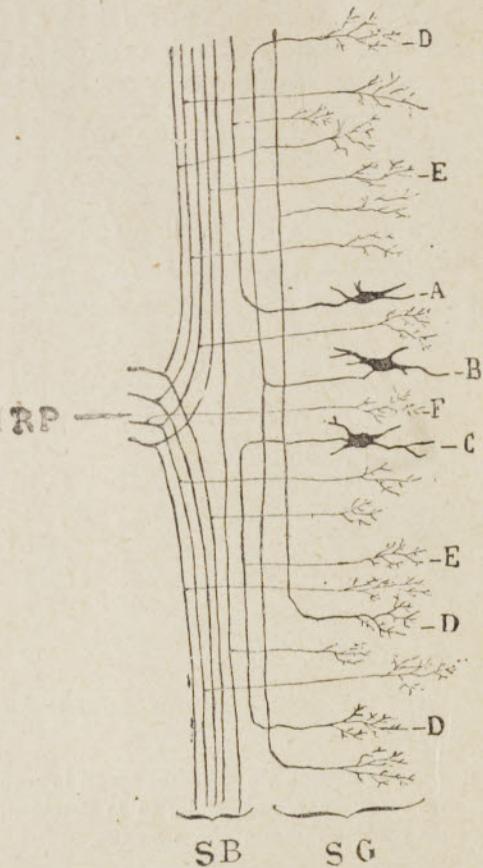


Fig. 314. — Esquema que demuestra el origen y las conexiones de las fibras del cordón posterior (según CAJAL).

Las fibras exógenas (RP) que brotan de las células de los ganglios espinales, penetran en la médula, se dividen en T y dan una fibra ascendente y otra descendente del cordón posterior (SB). Estas fibras suministran colaterales que van á formar arborizaciones terminales en torno de las células de la sustancia gris (SG). — Las fibras endógenas son suministradas por las células de los cordones (A, B, C). La célula A da origen á una fibra ascendente; la célula B, á una ascendente y otra descendente, y la célula C, á una descendente. — Todas las colaterales y las porciones terminales de estas fibras van á formar en la sustancia gris arborizaciones libres (D, D, F).

2.º *Fibras exógenas.*—Son las fibras de las raíces posteriores que nacen de las *células de los ganglios espinales*, constituyendo sus prolongaciones internas. Forman la mayor parte de los cordones posteriores. Cada una de estas fibras en cuanto llega á la zona de LISSAUER se divide en una rama ascendente y otra descendente.

La *rama descendente* es por regla general bastante corta. Después de un

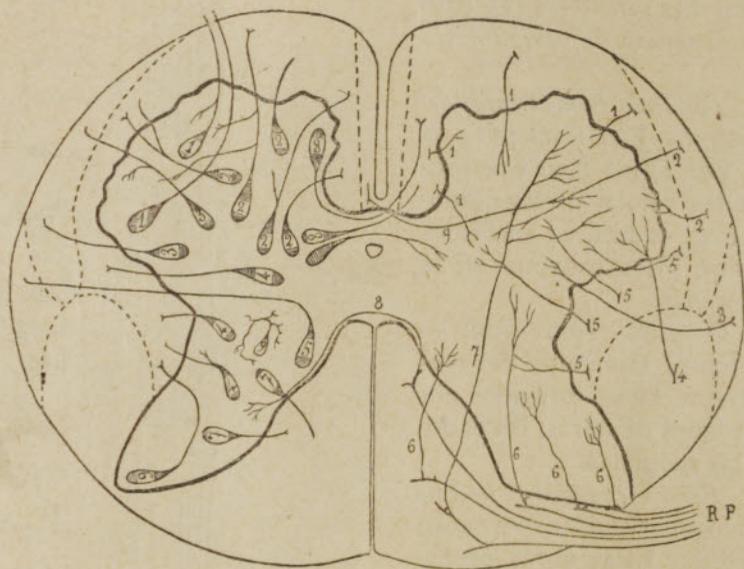


Fig. 315. — Esquema que demuestra (á la izquierda del lector) las células de los diferentes cordones de la médula; (á la derecha) las colaterales de las fibras de estos diversos cordones (según LENHOSSEK).

*A la izquierda:* 1, 1, células radiculares que dan nacimiento á una fibra con una pequeña colateral. — 2, 2, células del cordón anterior. — 3, 3, células del fascículo de GOWERS. — 4, 4, células del fascículo lateral profundo. — 5, células del fascículo cerebeloso directo. — 6, células de la substancia de ROLANDO. — 7, 7, células de los cordones posteriores. — 8, 8, células heterómeras.

*A la derecha:* 1, colaterales del cordón anterior. — 2, 2, colaterales del fascículo de GOWERS. — 3, colaterales del fascículo cerebeloso directo. — 4, colaterales del fascículo piramidal cruzado. — 5, colaterales de fascículo lateral profundo. — 6, colaterales del cordón posterior. — 7, colaterales sensitivo-reflejas. — 8, colaterales del cordón posterior que se dirigen hacia el asta del lado opuesto.

trayecto de algunos centímetros se inflexiona y gana el asta posterior, donde termina por una arborización libre que rodea á las células nerviosas.

La *rama ascendente* es siempre mucho más larga que la precedente, pero existen variedades, pudiéndose dividir en fibras ascendentes cortas, medianas y largas. Las fibras cortas penetran en seguida en el asta posterior, donde terminan como las descendentes; las medianas, después de un trayecto de 8 ó 10 centímetros en el fascículo de BURDACH, se inflexionan, penetran en la columna de CLARKE y allí terminan por arborizaciones libres; las fibras largas llegan hasta el bulbo, donde terminan por arborizaciones libres en torno de las células que forman los núcleos de los cordones de GOLL y BURDACH. Las fibras largas están situadas en el fascículo de

GOLL, y se encuentran tanto más cerca del surco medio posterior, es decir, de su porción interna, cuanto más inferior sea su origen en la médula.

Si tratamos de establecer una clasificación de los diversos sistemas de la substancia blanca, según su significación fisiológica, obtendremos el siguiente cuadro:

I. *Fibras exógenas, es decir, cuya célula de origen se halla fuera de la médula.* — Están representadas por el fascículo piramidal, la vía cerebelosa descendente y las vías sensitivas del cordón posterior.

II. *Fibras endógenas, es decir, cuya célula originaria se halla en la médula.* — Los sistemas formados por estas fibras pueden dividirse en dos categorías:

a. *Las vías cortas, ó sean aquellas cuyas fibras nacen y terminan en la misma médula.*

b. *Las vías largas, ó sean aquellas cuyas fibras nacen en la médula y terminan en otro centro (fascículo cerebeloso ascendente, fascículo de GOWERS).*

D. **COLATERALES DE LOS CORDONES.** — Estudiando las fibras de los cordones, no nos hemos ocupado, para evitar repeticiones, de las colaterales de estas fibras, las cuales dan nacimiento, cualquiera que sea la variedad á que pertenezcan, á todo lo largo de su trayecto, á cierto número de colaterales. Estas colaterales son fibras muy finas y muy numerosas que nacen en ángulo recto de las fibras de los cordones, y se dirigen horizontalmente convergiendo hacia la substancia gris, donde forman arborizaciones terminales. Las últimas ramúsculas de estas arborizaciones presentan de ordinario, en su trayecto, numerosas sinuosidades, dando origen á mamelones laterales que terminan por una nudosidad (CAJAL).

Las colaterales presentan algunas particularidades, según el cordón al cual pertenecen.

a. *Colaterales del cordón anterior.* — Son las más voluminosas. Nacen de las fibras del cordón anterior, y más particularmente del fascículo piramidal directo, se dirigen hacia atrás y se ramifican en toda la extensión del asta anterior, principalmente en torno de las células radicales. Una parte de estas fibras cruza la línea media á través de la comisura anterior y se dirige al asta del lado opuesto (CAJAL).

b. *Colaterales del cordón lateral.* — Estas fibras se dirigen hacia dentro y se ramifican principalmente en la porción central de la substancia gris.

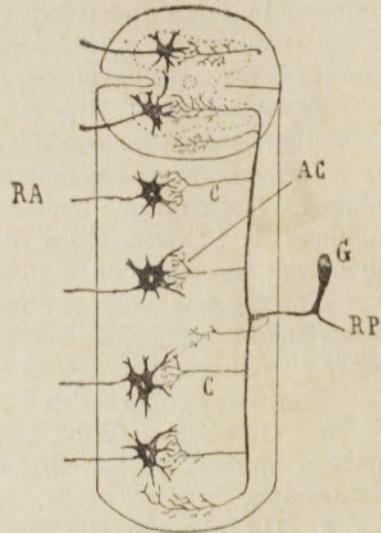


Fig. 316. — Esquema que demuestra el origen, las colaterales y la terminación de las fibras exógenas del cordón posterior (según CAJAL).

La fibra de la raíz (RP) que nace de una célula (G) del ganglio espinal, penetra en la médula y da una rama ascendente y otra descendente cuyas colaterales (OC) van á formar arborizaciones en torno de las células nerviosas y en particular de las radicales anteriores.

Una parte de estas colaterales reunidas en dos fascículos pequeños, pasa á través de la comisura por detrás del conducto del epéndimo y se dirige hacia la substancia gris del lado opuesto.

*c. Colaterales del cordón posterior.* — Las colaterales del cordón posterior proceden de fibras endógenas ó exógenas; pero las suministradas por estas últimas son mucho más numerosas.

Según CAJAL, las colaterales del cordón posterior pueden dividirse en cuatro grupos.

*Primer grupo.* — Nacen del trayecto vertical (rama ascendente y descendente) de las raíces posteriores, á veces de la fibra de la raíz antes de su bifurcación. Estas fibras se dirigen hacia delante, atraviesan el asta posterior y terminan en el asta anterior en torno de las células radiculares. Son las fibras *sensitivo-motrices* de CAJAL ó *reflejo-motrices* de KÖLLIKER.

*Segundo grupo.* — Este grupo está constituido por fibras que atraviesan la substancia de ROLANDO y terminan en la cabeza del asta posterior.

*Tercer grupo.* — Las colaterales que constituyen este grupo, forman un pequeño fascículo que nace en el cordón de GOLL y se dirige hacia la columna de CLARKE. Estas fibras forman arborizaciones terminales que envuelven las células de la columna de CLARKE.

*Cuarto grupo.* — Estas fibras forman un pequeño fascículo arciforme de concavidad posterior, que atraviesa la comisura á nivel de su porción posterior y se dirige hacia el asta posterior del lado opuesto (1).

**Comisura blanca.** — La comisura blanca comprende tres planos:

*a.* Un plano anterior, constituido por las prolongaciones protoplasmáticas internas de las células motrices y por algunas fibras de las células comisurales.

*b.* Un plano medio formado casi exclusivamente por fibras de las células comisurales y por algunas colaterales entrecruzadas.

*c.* Un plano posterior, formado por colaterales entrecruzadas y por prolongaciones protoplasmáticas de las células de los cordones, y más especialmente por las de las células comisurales.

(1) En la comisura gris se hallan tres fascículos transversales de colaterales (CAJAL): uno pequeño *anterior*, que sale de la porción anterior del cordón lateral; otro pequeño *mediano* procedente de la región más posterior del cordón lateral, y otro *posterior* que viene del cordón posterior.

Mina  
Cristo  
Rey

## CAPITULO XXVI

### ARMAZÓN Y CIRCULACIÓN DE LA MÉDULA

#### Envolturas del sistema nervioso central

##### § I. — ARMAZÓN DE LA MÉDULA

Los elementos nerviosos de la médula están unidos y sostenidos por un tejido especial que ha recibido el nombre de *neuroglia*. Ya conocemos los elementos que entran en la composición de la neuroglia: aquí estudiaremos las particularidades que este tejido presenta en la médula. Distinguiremos la neuroglia de la substancia blanca y la de la substancia gris.

I. **Neuroglia de la substancia blanca.** — La neuroglia de la substancia blanca comprende: la capa perimedular, la neuroglia de los tabiques y la neuroglia interfascicular.

1.º *Capa perimedular.* — La capa perimedular, designada también con el nombre de *neuroglia marginal*, forma, por debajo de la piamadre, en torno de la médula, un forro continuo. Esta capa, bastante delgada en la región cervical y en la dorsal, se engruesa considerablemente en la región lumbar.

Está constituida por células neuróglicas con largas prolongaciones, y por otras prolongaciones largas también, procedentes de las células neuróglicas de la substancia blanca vecina. Estas prolongaciones tienen una dirección paralela á la superficie de la médula unas, y las otras una dirección perpendicular.

2.º *Neuroglia de los surcos.* — La neuroglia de los surcos está formada por las invaginaciones de la neuroglia perimedular que tapiza los surcos, en el centro de la que marchan los vasos de la médula.

3.º *Neuroglia interfascicular.* — Las células de la neuroglia interfascicular son elementos con prolongaciones largas y rígidas. Están situadas entre los tubos nerviosos, sobre los cuales se amoldan. Las fibras de neuroglia están orientadas en todas direcciones, pero la mayor parte de ellas siguen un trayecto transversal.

II. **Neuroglia de la substancia gris.** — La neuroglia de la substancia gris comprende las *células ependimales* ó *epiteliales*, la *substancia gelatinosa*

central, la *substancia gelatinosa de Rolando*, la *neuroglia de las astas anteriores*, de la *columna de Clarke* y de la *comisura anterior*.

a. *Células ependimales*. — Las células ependimales rodean al conducto central de la médula. Ya hemos hecho su descripción detallada y no es preciso insistir más sobre el particular (véase pág. 234).

b. *Substancia gelatinosa central*. — La *substancia gelatinosa* rodea al

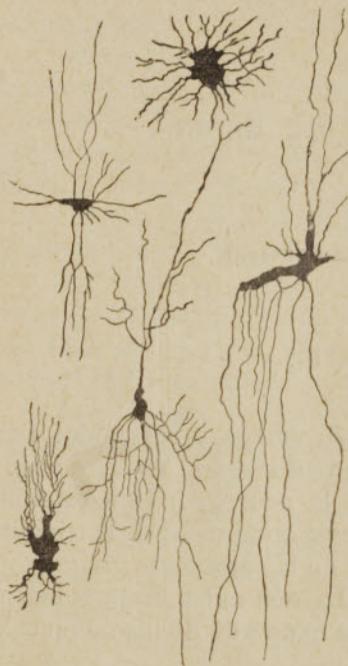


Fig. 317. — Células de la neuroglia teñidas con el método de GOLGI (según VAN GEHUCHTEN).

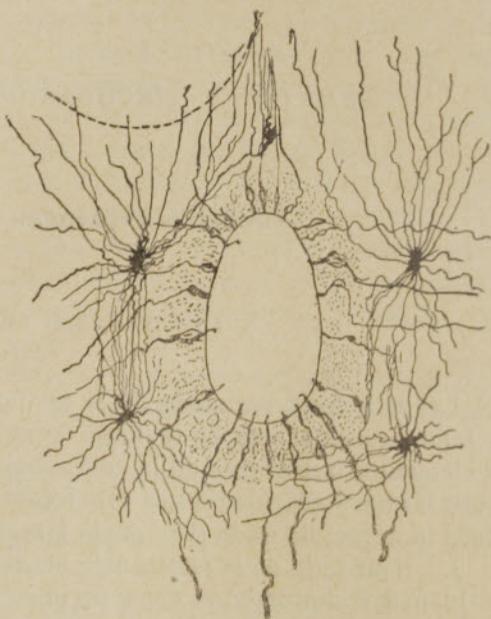


Fig. 318. — Células ependimales y de neuroglia impregnadas por el método de GOLGI. Médula de embrión (según VAN GEHUCHTEN).

conducto central, siendo la cara interna de esta *substancia* el sitio donde se apoyan las células ependimales. En un corte transversal aparece como un anillo redondeado ó elíptico. Está formada por células de neuroglia muy voluminosas, provistas de gruesas y largas prolongaciones, y por fibras que proceden de las células neuróglicas vecinas, diversamente entrecruzadas con las prolongaciones externas de las células ependimales.

c. *Substancia gelatinosa de Rolando*. — La *substancia gelatinosa de ROLANDO*, que se consideraba antes como exclusivamente formada por la neuroglia, es la región de la médula que contiene menos. Hállanse, sin embargo, las dos variedades de células de neuroglia. Los elementos con prolongaciones largas faltan en los islotes celulares, pero se presentan en la zona marginal hacia el contorno posterior de esta *substancia*; las células con prolongaciones cortas se exhiben, en pequeño número, en el interior de los islotes celulares.

d. *Asta anterior*. — Se hallan células con prolongaciones largas, situadas entre los núcleos celulares del asta, y elementos con prolongaciones cortas en el interior de los focos motor y comisural.

e. *Columna de Clarke*. — Las células con prolongaciones cortas se presentan en gran número en la columna de CLARKE; son más escasas las células con prolongaciones largas.

f. *Comisura anterior*. — Se hallan elementos de largas prolongaciones orientados, en su mayoría, transversalmente. Las células con prolongaciones cortas faltan por completo.

## § 2. — CIRCULACIÓN SANGUÍNEA DE LA MÉDULA

La circulación arterial y venosa de la médula está descrita con mucha detención en todos los libros de anatomía ó de patología del sistema nervioso. Nosotros no indicaremos más que dos hechos relativos á la anatomía microscópica:

1.º En el momento en que los vasos sanguíneos penetran en la médula, se recubren á nivel de la capa perimedular, de un *forro neuróglíco*, que continúa envolviendo á todas las ramificaciones y las acompaña en todo su trayecto.

2.º La disposición de la red capilar varía considerablemente, según la región que se examine.

a. En los *cordones de substancia blanca*, las redes forman *mallas rectangulares, alargadas en sentido del eje de los tubos nerviosos*. Es una red bastante semejante á la de los nervios periféricos.

b. En la *substancia gris* la red capilar es mucho más apretada, con *mallas cuadrilaterales* muy numerosas, en las que se hallan contenidas las células nerviosas. Las columnas de las *células radiculares* y la *columna de Clarke* presentan una *vascularización muy rica*. La *gelatina de Stilling* se halla completamente *desprovista* de vasos.

Lo que llama la atención, cuando se compara la substancia blanca con la gris, es la *riqueza vascular* mucho mayor en esta última. «Lo cual demuestra que la circulación es allí más activa y que se verifican cambios nutritivos más importantes; en una palabra, que el *papel funcional* de esta substancia es más importante que el que desempeña la substancia blanca» (RANVIER).

## CAPITULO XXVII

### GANGLIOS Y RAÍCES DE LOS NERVIOS RAQUÍDEOS

Los ganglios raquídeos son acúmulos de células nerviosas anexos á las raíces posteriores de los nervios espinales. Representan el sitio de origen de las fibras sensitivas del cordón posterior, y por consiguiente constituyen, como ya hemos indicado, una dependencia directa de la médula.

En un corte longitudinal de ganglio de un vertebrado superior se hallan tres capas distintas:

a. Una *cápsula conjuntiva* que envuelve al ganglio y de la cual parten tractus conjuntivos que penetran entre los elementos nerviosos de este órgano.

b. Una *capa periférica* que forma por debajo de la cápsula una especie de corteza y á nivel de la que se hallan muchas hileras de células ganglionares.

c. Una *capa central* que se presenta con un aspecto un poco diferente en los pequeños ganglios de ciertos animales (rana) y en los ganglios voluminosos del hombre.

En los primeros, la capa central está únicamente constituida por fibras nerviosas que representan el fascículo de la raíz posterior, no existiendo células en estos parajes.

En los grandes ganglios del hombre se hallan igualmente fibras nerviosas, pero entre ellas se encuentran situados islotes de células ganglionares.

I. Células ganglionares. — Las células de los ganglios raquídeos de los mamíferos (1) son células *monopolares* que presentan grandes variacio-

(1) Las células de los ganglios espinales de los peces se presentan en forma de elementos bipolares situados en el trayecto de las fibras miélicas. Para comprender su constitución es preciso estudiar las modificaciones que sufre la fibra nerviosa á la entrada y salida de la célula. La fibra nerviosa que llega á la vecindad de una célula *pierde su cubierta de mielina*. La *membrana de Schwann* se ensancha para envolver á la célula, mientras que las *fibrillas del axón* se disocian y se esparcen en la superficie del globo ganglionar, en forma de una capa fibrilar muy delgada, reuniéndose á la salida para reconstituir una fibra nerviosa en un todo semejante á la primera. Esta corteza fibrilar envuelve por completo á una *masa de protoplasma*, provista de un *núcleo*, conocida con el nombre de globo ganglionar. Así, pues, la célula está formada:

1.º Por una *membrana de cubierta*, continuación de la membrana de SCHWANN;

nes en sus dimensiones. En un mismo ganglio se hallan células pequeñas, medianas y grandes. Su forma es generalmente globulosa con una *excavación* ó una *superficie plana* á nivel del sitio donde nace la prolongación nerviosa. Presentan para su estudio: una cápsula pericelular, una prolongación y un cuerpo.

*A. CÁPSULA.* — La cápsula no pertenece en realidad á la célula, sino que representa una envoltura añadida á ella. Comprende dos capas distintas.

*a. Una capa externa vagamente fibrilar* que parece continuarse con la vaina de HENLE. Esta capa se halla probablemente formada por fascículos conjuntivos muy finos y dispuestos en plexos irregulares.

*b. Un revestimiento endotelial* que refuerza por dentro la cápsula conjuntiva. Los límites de las células que lo componen pueden ponerse en evidencia mediante la impregnación argéntica.

Además de estas dos formaciones, CAJAL describe por debajo de la cápsula, entre el endotelio y el cuerpo celular, unos elementos fusiformes ó estrellados, que abrazan á la célula en una cierta extensión. Estos elementos, cuya significación es todavía desconocida, son muy abundantes á nivel del polo de la célula por donde penetra la prolongación. A estos elementos pertenecerían, según CAJAL, los numerosos núcleos que se han señalado desde hace mucho tiempo en este polo celular.

*B. PROLONGACIÓN NERVIOSA.* — Las células de los ganglios raquídeos de los mamíferos no presentan más que una sola prolongación. Se ha creído también durante mucho tiempo que no existía ninguna relación de continuidad entre las fibras procedentes de las raíces posteriores y las células ganglionares. Según las descripciones de los autores antiguos, las *fibras que componen las raíces posteriores no hacen más que atravesar los ganglios* reunidas en uno ó en varios fascículos. Por debajo del ganglio, se reúnen en un tronco cuyas fibras se mezclan con las *raíces motrices*. Las *fibras que salen de las células ganglionares*, se dirigen hacia la periferia y se juntan con las de las raíces á las que parecen reforzar. Se deduce de aquí que cada ganglio puede ser considerado como una fuente de nuevas fibras nerviosas.

A RANVIER es á quien se debe la descripción exacta de las *relaciones de la fibra nerviosa con la célula ganglionar*. De cada célula se desprende una sola fibra nerviosa, provista de mielina y de vaina de SCHWANN, que se bifurca en T á nivel de una estrangulación, dando así origen á dos fibras nerviosas (1). Una de ellas se dirige hacia la periferia; otra, la más fina, forma una fibra de la raíz posterior, dirigiéndose hacia la médula. Esta fibra es la que, como ya hemos visto, forma una de las sensitivas del cordón posterior.

Si examinamos la rama celular de la T en el momento en que ha atravesado la cápsula para ponerse en relación con el cuerpo celular, veremos que antes ha descrito cierto número de circunvoluciones que forman un

2.º Por una *corteza fibrilar*, formada por la disociación de las fibrillas del axón;

3.º Por un *cuerpo celular*, formado por un protoplasma granuloso que contiene un núcleo grueso situado, no en el centro, sino en la vecindad de la superficie de la célula.

(1) En esta bifurcación en T, las fibras nerviosas se apartan formando ángulos variados, no siempre rectos, observándose frecuentemente divisiones en forma de  $\gamma$ .

pelotón complicado al que CAJAL ha dado el nombre de *glomérulo inicila*. Este apelonamiento de la fibra es bastante irregular; es muy complicado y se extiende sobre una porción más ó menos grande del cuerpo celular en los elementos voluminosos; es relativamente sencillo, limitándose á la excavación polar, señalada antes, en los elementos pequeños.

¿Dónde comienza la vaina de mielina en la prolongación de la célula ganglionar? Para ciertos autores, la fibra se halla ya recubierta por la mielina, en el momento en que forma el glomérulo; para CAJAL, la mielina no se

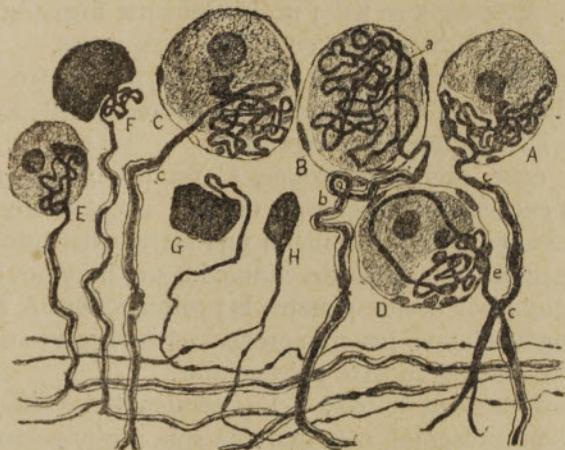


Fig. 319. — Células del ganglio de GASSER y de los ganglios raquídeos (según CAJAL)

A, célula provista de un glomérulo complicado. — B, célula provista de un glomérulo laxo. — C, célula provista de un glomérulo polar. — D, célula cuya prolongación describe un arco antes de su salida de glomérulo. — E, F, células medianas provistas de un glomérulo sencillo. — G, célula pequeña desprovista de glomérulo. — c, punto donde comienza la vaina de mielina.

presenta hasta después que la fibra ha atravesado la cápsula á una distancia variable de esta última. Es este un hecho que tiene relativa importancia, según veremos más adelante.

Tal es la constitución de la gran mayoría de las células de los ganglios raquídeos y de los ganglios de los nervios craneales que tienen la misma estructura. Al lado de estas células hay otras mucho más escasas, pero cuya existencia no puede ponerse en duda.

a. *Células cuyas prolongaciones están desprovistas de mielina.* — Son elementos pequeños descubiertos por RETZIUS, que tienen una figura piriforme y cuya fibra varicosa, desprovista de mielina, se divide como la de las precedentes.

b. *Células con dendritas.* — Estos elementos provistos de una fibra en T como la célula ganglionar, presentan además algunas prolongaciones dendríticas más ó menos ramificadas. Estas prolongaciones se ponen en relación con las fibras nerviosas terminales y también, en un caso observado por CAJAL, con el cuerpo de las células vecinas.

c. *Células de Dogiel ó de axón corto.* — Estas células, descritas por DOGIEL, se caracterizan porque el axón se ramifica rápidamente en el espe-

sor del ganglio poniéndose en relación con otras células ó con las terminaciones de las fibras nerviosas. CAJAL no ha encontrado nunca en sus preparaciones semejantes células.

*Estructura de las células ganglionares.* — La célula ganglionar presenta, como las demás células nerviosas, una envoltura fundamental independiente de la cápsula anteriormente descrita, una red protoplasmática, y en las mallas de esta red, un citoplasma incoloro. En los nudos y trabéculas del protoplasma, se hallan granos de substancia cromatófila que son muy finos, y formando algunos masas más voluminosas.

La prolongación de la célula presenta una apariencia francamente fibrilar. A su entrada en el cuerpo celular las fibrillas se disocian en forma de abanico y se pierden en el espongioplasma sin que sea posible vislumbrar cómo terminan (1).

El núcleo de las células ganglionares es redondeado con un grueso nucléolo. Presenta la misma estructura que el de las demás células nerviosas.

[La disposición especial de los grumos cromáticos permite dividir las células raquídeas en dos grupos: *células con granos finos* y *células con grumos gruesos*. Las primeras presentan los granos cromáticos muy apretados y sin orientación definida, mientras que las segundas ofrecen husos cromáticos relativamente gruesos y dispuestos en series concéntricas en torno del núcleo. Nada se sabe aún respecto á la significación funcional de cada una de estas variedades]. — C. CALLEJA.

II. *Arborizaciones pericelulares.* — Las células de los ganglios espinales se hallan en relación con fibras nerviosas, que forman en torno de ellas arborizaciones, de las que existen tres variedades: las periglomerulares de CAJAL, los nidos de DOGIEL y las arborizaciones varicosas.

1.º *Arborizaciones periglomerulares.* — Estas arborizaciones están formadas por una fibra sin mielina procedente verosímilmente del gran simpático. Esta fibra se adosa á la porción desnuda de la prolongación celular, alrededor de la que se arrolla, penetra en la cápsula y continúa arrollándose en torno de esta fibra á todo lo largo del glomérulo. En cierto número de casos, la fibra no limita sus circunvoluciones al glomérulo, sino que alcanza al cuerpo celular en mayor ó menor extensión y al cual enlaza. Es poco menos que imposible decir si esta fibra espiral se ramifica. Parece, sin embargo, que suministra algunas ramas muy finas.

2.º *Arborizaciones varicosas pericelulares.* — Se trata también de fibras que proceden probablemente del gran simpático, que se ramifican por debajo de la cápsula, suministrando numerosas ramas terminales varicosas que se aplican á la superficie del protoplasma.

3.º *Pelotones ó nidos de Dogiel.* — Este es el nombre que da CAJAL á una arborización que se halla en torno de algunas células de los ganglios raquídeos. Procede esta arborización de una fibra que se arrolla en torno

(1) Los histólogos no están de acuerdo acerca de las relaciones de las fibrillas del axón con el protoplasma. DOGIEL piensa que el cono de origen del axón está formado por dos fascículos de fibrillas. Uno de estos fascículos disocia sus fibrillas, repartiéndolas por las capas superficiales del protoplasma, mientras que el otro atraviesa la célula á nivel de su centro.

del cuerpo celular, salvo á nivel del glomérulo, dando vueltas en todas direcciones. Esta fibra, que al principio se halla provista de vaina de mielina, la pierde y acaba de envolver á la célula en forma de una fibra desnuda y ligeramente varicosa.

La fibra que forma los pelotones de DOGIEL no presenta ramificaciones terminándose libremente.

Señala, además, CAJAL la existencia de un plexo nervioso de origen simpático situado por debajo de la cápsula de los ganglios raquídeos. De este plexo parten fibras finas que terminan en torno de ciertas células glan-

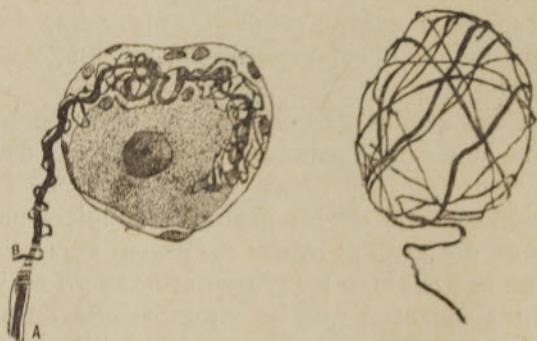


Fig. 320. — A la izquierda: arborización periglomerular de CAJAL

A la derecha: arborización pericelular de DOGIEL

A, prolongación celular. — B, fibra espiral

glionares por arborizaciones pobres en ramas terminales. Se ignora la significación de este plexo.

*Circulación de los ganglios.*— Como ya hemos indicado, las células ganglionares no están irregularmente distribuídas en los ganglios. Forman en estos órganos *columnas marginales* y *centrales*, que están separadas por las fibras de la raíz sensitiva. Cada una de estas columnas celulares posee una *red capilar* rica, mientras que las demás regiones de los ganglios son mucho menos vasculares; cada célula parece comprendida en una malla de la red capilar (RANVIER).

III. Raíces de los nervios raquídeos (1). — Las raíces de los nervios raquídeos presentan dos partes:

(1) Los nervios raquídeos nacen, á todo lo largo de la médula, por dos raíces: una *anterior* y otra *posterior*.

Las raíces posteriores emergen del surco colateral posterior; las anteriores salen de la médula á nivel del límite del cordón anterior con el lateral. A partir del punto de emergencia, las fibras radiculares destinadas á formar un nervio raquídeo, convergen, pero de tal modo que las raíces anteriores quedan siempre distintas de las posteriores, de las que por otra parte se hallan separadas por los festones del ligamento dentado del lado correspondiente. El fascículo radicular anterior, como el posterior, representa, por el hecho de la convergencia de las fibras, un triángulo, cuya base se adhiere á la superficie de la médula y cuyo vértice dirigido hacia fuera se continúa con un cordón aplanado, que representa la suma de las fibras radiculares anteriores y posteriores de un nervio. El cordón de las raíces anteriores es menos voluminoso que el de las raíces posteriores. Ambos quedan independientes uno de otro, pero existiendo numerosas anastomosis de las fibras de un mis-

- 1.º La porción intramedular;
- 2.º La porción extramedular y los ganglios.

Hemos estudiado las *fibras de las raíces intramedulares* y los ganglios; nos queda por conocer la porción *extramedular*.

**Fibras extramedulares de las raíces.** — La porción extramedular presenta una estructura que difiere poco de la de los nervios periféricos; hállanse:

1.º *Fibras mielínicas* semejantes á las de los nervios. Estas fibras presentan un volumen muy variable; se encuentran fibras de gran calibre y fibras muy finas. No existe ninguna diferencia anatómica entre los tubos de las raíces posteriores y los de las anteriores;

2.º *Fibras amielínicas* que se presentan en pequeño número. Según algunos autores, las raíces anteriores no las contendrían;

3.º Una *armazón* formada por tejido conjuntivo semejante al intrascicular de los nervios. En este tejido las arterias radiculares se dividen en una red capilar, en un todo comparable á la de los cordones nerviosos.

Una vez ya en la médula, estos elementos se modifican para formar las *fibras de las raíces intramedulares*, cuyo trayecto ya conocemos. Para estudiar estas modificaciones debemos indicar algunos de los detalles de estructura medular que RANVIER ha señalado. Si se examina un corte transversal de médula á la cual se ha dejado la piamadre, se hallan desde fuera hacia dentro:

1.º La *piamadre* formada por tejido conjuntivo dispuesto en dos capas: una superficial *longitudinal*; otra profunda y *anular*;

2.º Por dentro de la piamadre se observa, en torno de la médula, un *anillo de neuroglia* perfectamente distinto de aquélla, que forma un verdadero *forro neuróglia perimedular*. Esta capa reviste los labios de los surcos *anterior* y *posterior*. Cuando un vaso penetra en la médula, se rodea, á nivel de este forro, de una vaina neuróglia que le acompaña hasta sus últimas ramificaciones. Igualmente, se ven partir de la cara interna del forro neuróglia fibras que penetran entre los tubos nerviosos de la médula. El conocimiento de la envoltura neuróglia perimedular, nos permitirá comprender las modificaciones que sufren los elementos de las raíces al penetrar en la médula.

*Modificaciones de las fibras mielínicas.* — Las fibras nerviosas con mielina, después de haber atravesado la piamadre, *pierden su membrana de Schwann á nivel del forro de neuroglia*. A partir de este punto, presentan todos los caracteres de las fibras centrales y se continúan, á través de las astas anteriores, para unirse á la prolongación cilindro-axil de una célula

mo cordón. Las dos raíces (anterior y posterior) de cada nervio están comprendidas hasta la entrada en el agujero de conjunción, en una vaina de la aracnoides; en dicho agujero, la duramadre se continúa con el periostio y las forma un conducto fibroso. En este conducto es donde la raíz posterior, siempre distinta de la anterior, presenta un engrosamiento designado con el nombre de *ganglio espinal*. Este ganglio es ovoideo, con su diámetro mayor paralelo al eje de la raíz; su color es gris ceniciento, y su volumen se halla en razón directa del de la raíz correspondiente. Más allá del ganglio la raíz anterior se reune con la posterior para formar el nervio raquídeo; en ningún caso se halla en relación con el ganglio.

nerviosa. Ya hemos dicho que la mielina desaparece, muy cerca de la célula, en un punto en el que el axón presenta una ligera estrangulación.

*Modificaciones de las fibras amielínicas.* — Según la mayor parte de los autores, no existen fibras de REMAK en la médula espinal; las fibras contenidas en las raíces proceden, pues, de las mielínicas que han perdido su envoltura medular.

*Modificaciones del tejido conjuntivo.* — Cuando los tubos nerviosos penetran en la médula, los fascículos del tejido conjuntivo de las raíces se incurvan á izquierda y derecha y se pierden en la piamadre. Atravesada ésta, las fibras se *recubren de neuroglia al pasar por el forro perimedular* del que ya nos hemos ocupado. El tejido conjuntivo de las raíces se halla, pues, simplemente reemplazado, en las raíces intramedulares, por la neuroglia.

IV. Funciones de las raíces y de los ganglios. — A MAGENDIE y á BELL es á quienes se debe el conocimiento de las propiedades fisiológicas de las raíces raquídeas. Las raíces posteriores son conductores *centrípetos*; las anteriores *centrífugos*.

*Raíces anteriores.* — Las raíces anteriores contienen todos los conductores *centrífugos*, es decir, los nervios motores musculares, vasculares y glandulares. Cuando se corta una raíz anterior, la excitación del cabo periférico determina movimientos en la zona de distribución de la raíz, mientras que cuando se excita el cabo central no se determina ninguna reacción. Después de la sección *el cabo periférico degenera*; el central no se modifica. Las células de las astas anteriores parecen desempeñar el papel de *centros tróficos* con relación á estas raíces (1).

*Raíces posteriores* (2). — Las raíces posteriores contienen nervios *centrípetos* ó sensitivos. Después de la sección, la excitación del *cabo central* determina la producción de dolor. El ganglio desempeña el papel de *centro trófico* con relación á las raíces posteriores. Si se corta el nervio *más allá* del ganglio, el *cabo periférico degenera*; si se le corta entre éste y la médula, el *cabo medular degenera*; el ganglionar no se modifica (3).

(1) El papel trófico de las células no constituye una acción misteriosa desde que se conocen las relaciones de las fibras nerviosas con las células. La fibra es, por así decirlo, un miembro de la célula nerviosa. Si se la separa de ésta muere, como muere el miembro que se separa del cuerpo.

(2) Mientras que las raíces anteriores parecen desarrollarse desde las astas anteriores hacia la periferia, las posteriores representan una dependencia de los ganglios espinales. Estos ganglios se desarrollan aisladamente, y las raíces posteriores se extienden progresivamente hacia la médula con la que acaban por ponerse en contacto.

¿Las células del ganglio espinal no desempeñan otro papel que el de centros tróficos? « Las raíces posteriores son por lo menos tan sensibles por encima del ganglio como por debajo de él; son igualmente sensibles cuando una incisión las ha separado del ganglio respectivo. Las células de los ganglios no intervienen en la sensibilidad de fibras que se hallan en relación con ellas. Se puede suponer, pues, que las células ganglionares no obran sobre las fibras con las que se hallan en relación aguzando su sensibilidad, sino que más bien parecen atenuarla... Desempeñan probablemente el papel de moderadoras ó equilibradoras» (RANVIER, *Traité technique*).

(3) Hemos visto ya, al estudiar las células radicales, que existen en las raíces posteriores algunas fibras centrífugas ó motrices.

[Llamará la atención que las células ganglionares raquídeas no desempeñen más que un papel relativamente pasivo en la marcha de la corriente nerviosa, dado el extraordinario volumen relativo del cuerpo celular; pero hay que tener en cuenta que la excitación recogida por una fibra periférica al llegar al punto de bifurcación sigue rectamente hacia la médula sin desviarse para pasar por el cuerpo de estos elementos monopoles. Además, según supone CAJAL, las fibras sensitivas que pasan por los ganglios, no se unen en su mayoría á células ganglionares, sino que cruzan por ellos sin detenerse: según mi sabio maestro sería muy probable que las fibras que salen de los elementos monopoles ganglionares hacia la periferia fueran las encargadas de percibir impresiones especiales, tales como las que estarían encomendadas á los *husos de KÜHNE* y á los *órganos músculo-tendinosos de GOLGI*. De todos modos, ninguna hipótesis puede explicarnos por ahora la razón por la que, siendo exclusivamente elementos tróficos las células monopoles de los ganglios, su protoplasma presenta los grumos cromáticos tan voluminosos y tan abundantes.] — (C. CALLEJA.)

## CAPÍTULO XXVIII

### BULBO RAQUÍDEO

Considerado desde el punto de vista de su constitución, el bulbo posee todos los elementos de la médula espinal, pero presenta además partes que en aquélla no existen y que vamos á estudiar sucesivamente.

#### § 1. — PARTES COMUNES AL BULBO Y Á LA MÉDULA

*A. Substancia blanca.* — Vamos ahora á estudiar lo que ocurre con los fascículos blancos de la médula durante su trayecto bulbar.

1.º *Fascículo piramidal directo.* — El fascículo piramidal directo pasa rectamente por el bulbo sin entrecruzarse, y se coloca en la pirámide del lado correspondiente.

2.º *Fascículo piramidal cruzado.* — Los fascículos piramidales cruzados, una vez llegados á *nivel del cuello del bulbo*, se dirigen hacia delante y adentro. En este trayecto encuentran á las astas anteriores, á las que decapitan, *se entrecruzan* y se colocan por detrás del fascículo piramidal directo. Constituyen, unidos á este último, las pirámides anteriores del bulbo.

Cada pirámide bulbar se desdobra, pues, en un fascículo piramidal *directo*, situado al mismo lado, y otro *cruzado* que se halla colocado en el lado opuesto de la médula. Esta es una disposición normal; pero FLECHSIG ha señalado numerosas variedades que reúne en tres tipos principales:

*a.* Cada pirámide está formada por un *fascículo directo* y otro *cruzado*, pero este último, al contrario de lo que ocurre habitualmente, es mucho menos voluminoso que el fascículo directo.

*b.* Hay decusación total; los fascículos directos faltan por completo.

*c.* No hay más que tres fascículos. Una de las pirámides se halla compuesta como en el primer tipo, y la otra como en el segundo; es decir, que en un lado de la médula, hay dos fascículos (directo y cruzado), mientras que en el otro no existe más que el fascículo cruzado.

3.º *Fascículo lateral profundo.* — El trayecto del fascículo lateral profundo está mal conocido. Algunos autores admiten, sin embargo, que la porción sensitiva de este fascículo, llegada á nivel del cuello del bulbo, se

inflexiona hacia delante y adentro, gana la comisura, allí se entrecruza con su homólogo del lado opuesto y se aplica á la cara profunda del fascículo piramidal (1).

4.º *Fascículo radicular anterior.* — Los dos fascículos radiculares anteriores, llegados á nivel del cuello del bulbo, se incurvan hacia fuera y atrás y luego se inflexionan hacia dentro adosándose uno á otro, pero sin entrecruzarse. Entonces ocupan la porción más profunda de la pirámide, hallándose situados inmediatamente por detrás de los fascículos sensitivos.

5.º *Fascículo de Gowers.* — El fascículo de GOWERS se continúa directamente con el fascículo lateral del bulbo para terminarse en una masa gris conocida con el nombre de núcleo lateral del bulbo.

6.º *Fascículo cerebeloso directo.* — Este fascículo no sufre ningún entrecruzamiento al penetrar en el bulbo. Se dirige al cuerpo restiforme, al cual acompaña hasta el cerebelo, en donde termina.

7.º *Cordón posterior.* — Los dos fascículos del cordón posterior (de GOLL y de BURDACH) se conducen de diferente manera.

a. El cordón de GOLL se detiene de modo muy claro en un acúmulo de substancia gris situado en la pirámide posterior.

b. La disposición del fascículo de BURDACH ha dado origen á muchas discusiones. Antes se admitía que estos fascículos, llegados por encima del entrecruzamiento de los fascículos piramidales cruzados, sufrirían á su vez

otro entrecruzamiento semejante y se aplicarían á la cara posterior de las pirámides para dirigirse al cerebro. Hoy se ha comprobado que los fascículos de BURDACH no pasan del bulbo y que terminan en el núcleo del cuerpo restiforme. Como existe un entrecruzamiento de fibras situado por encima del de los fascículos piramidales, importa saber cuáles sean las fibras que lo constituyan, y en realidad son fibras que salen de los núcleos en los que se pierden los fascículos de BURDACH, que atraviesan el cuello del asta posterior, más tarde el campo lateral, después la línea media, y se colocan en la cara posterior de la pirámide del lado opuesto. Estas fibras entrecruzadas forman parte de la cinta de REIL. Muchos anatómicos admiten que la porción sensitiva del fascículo lateral profundo concurre también á la formación de este entrecruzamiento superior ó sensitivo.

(1) Para más detalles, véase *Anatomic humaine* por TESTUT.

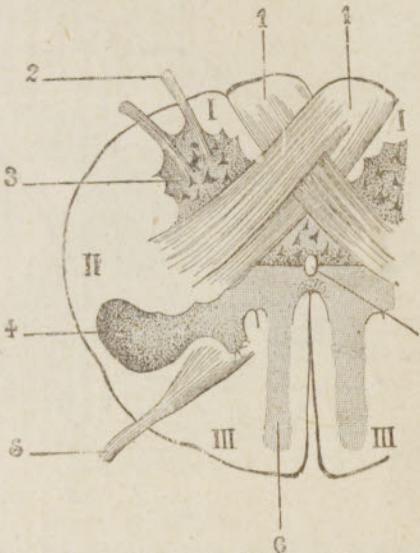


Fig. 321. — Corte del bulbo á nivel del entrecruzamiento de los cordones laterales (según DUVAL).

I, cordones anteriores. II, cordones laterales  
III, cordones posteriores

1, cordones laterales 2, raíces anteriores. 3 cabeza del asta anter. or. — 4, asta posterior. — 5, raíces posteriores. — 6, núcleos de las pirámides posteriores.