

meras envían esta expansión á la sustancia blanca, pudiendo calificarse de *células de cilindro-eje largo* (*motrices* de Golgi).

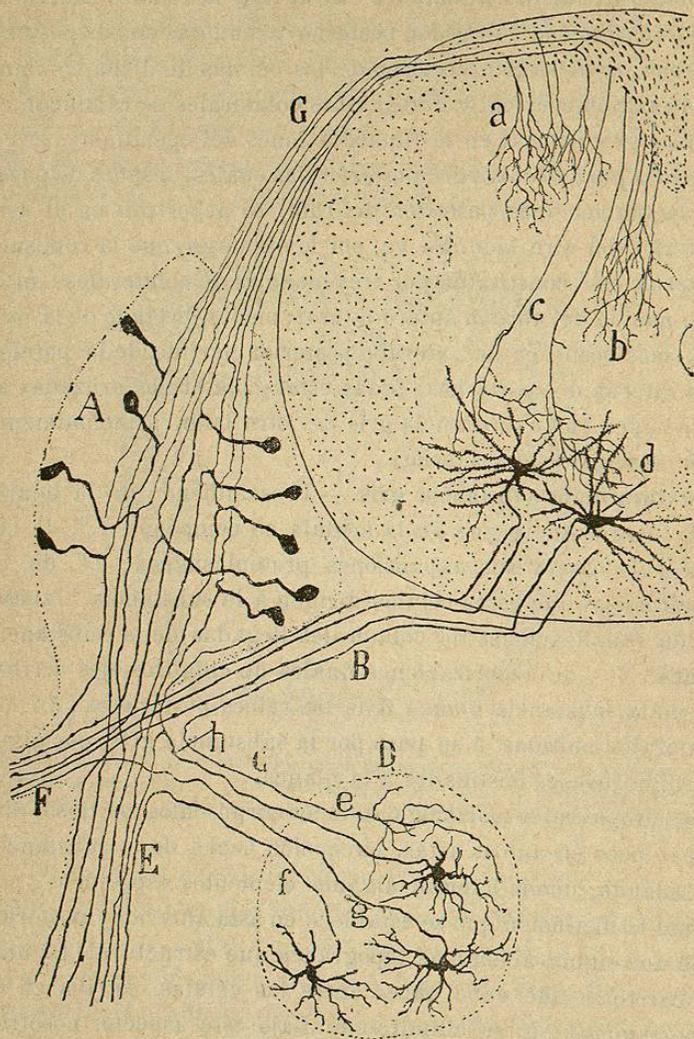


Fig. 169. — Corte de la médula, ganglios raquídeos y gran simpático. — G, raíces posteriores; B, raíces anteriores; a, colaterales sensitivas cortas; b, colaterales sensitivas para la sustancia gris central; c, colaterales reflejo-motrices ó largas; d, células motrices.

1.^a *Células radiculares*. — Son corpúsculos gigantes, los más

grandes de la médula, habitantes en la parte antero-externa del asta anterior. Poseen un cilindro-eje espeso, comunmente exento de colaterales, que atraviesa radialmente el cordón antero-lateral para ingresar en la raíz motriz del par raquídeo correspondiente. Las expansiones protoplásmicas son espesas y sumamente ramificadas, pudiéndose distinguir en *antero-externas*, *posteriores* é *internas*. Las internas son las más interesantes, pues, dirigiéndose á la línea media, penetran en el asta anterior opuesta, después de entrecruzarse con las correspondientes del otro lado (nuestra *comisura protoplásmica*, confirmada por van Gehuchten y Sala). Las expansiones antero-externas terminan en los intersticios del cordón antero-lateral, y las posteriores acaban en distintos parajes del asta anterior (figs. 169, d, y 167, B).

2.^a *Células comisurales*. — De menor talla y más pobres en expansiones que las anteriores, ya demostró Golgi que yacen en todo el espesor de la sustancia gris y que su cilindro-eje, una vez cruzada la línea media anterior (*comisura blanca*), se continúa con una fibra longitudinal del cordón antero-lateral del otro lado. Nosotros hemos demostrado que no se trata generalmente de una simple continuación, sino de una división en T, es decir, que el cilindro-eje comisural, llegado á sustancia blanca del lado opuesto, se divide en fibra ascendente y descendente (fig. 167, G).

3.^a *Células de los cordones ó funiculares*. — Así designamos las células, muy numerosas, de talla mediana, esparcidas por todo el espesor de la sustancia gris, cuyo cilindro-eje se continúa con una fibra vertical de la sustancia blanca de su lado respectivo.

En el *asta anterior* casi todos los corpúsculos de esta clase envían el cilindro-eje al cordón anterior y porción anterior del lateral, á esa zona extensa que los neurólogos designan *porción fundamental del cordón antero-lateral*.

Las *células cordonales del asta posterior* remiten el cilindro-eje á un paraje especial del cordón lateral, á la *zona limitante del cordón lateral* de ciertos autores, zona que, por contener exclusivamente cilindros-ejes del asta posterior, nosotros hemosla calificado de *manejo del asta posterior* (fig. 170, D).

Las *células cordonales de la sustancia de Rolando* son nume-

rosísimas, y se caracterizan por su talla diminuta y por lo enredado y varicoso de sus expansiones protoplásmicas (fig. 170, B). El cilindro-eje de tales corpúsculos es extraordinariamente fino y

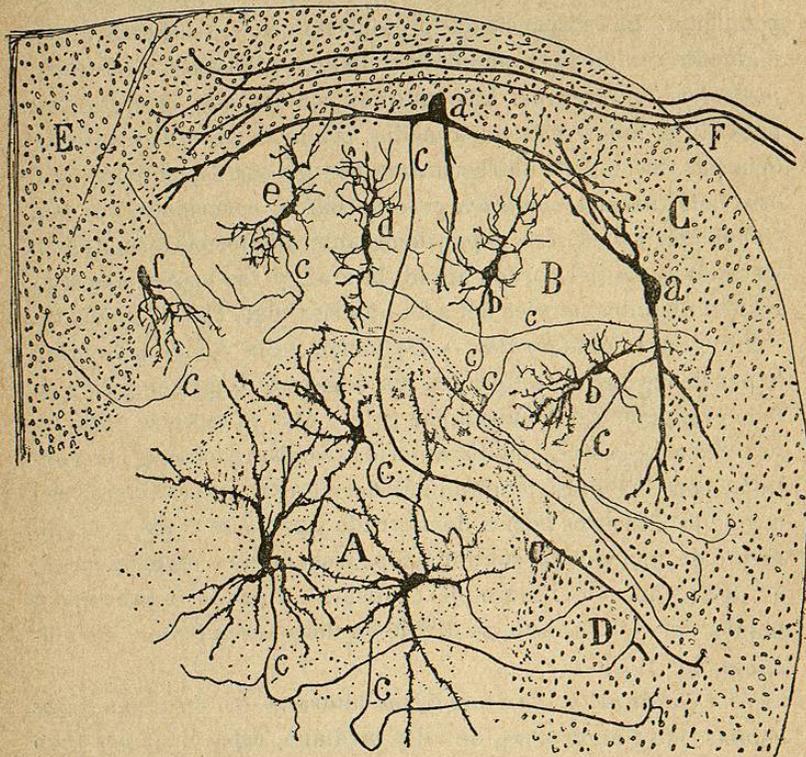


Fig. 170. — Células del asta posterior y substancia de Rolando. Médula espinal del embrión del pollo de diecisiete días. — A, asta posterior; B, substancia de Rolando; C, cordón posterior; E, cordón de Goll; F, fibras de la raíz posterior; D, manejo del asta posterior; a, células marginales de la substancia de Rolando; b, células de esta substancia cuyo cilindro-eje va al manejo del asta posterior; d, célula cuya expansión nerviosa va al cordón lateral en su parte más posterior; e, célula cuyo cilindro-eje engendraba dos fibras, una para el cordón lateral y otra para el de Burdach; f, células cuyo cilindro-eje va a la parte profunda del de Goll. — Nota: la letra c señala los cilindros-ejes.

marcha en diversidad de direcciones: en unas células se continúa con una fibra de la substancia marginal de Lissauer; en otras va al manejo del asta posterior; en algunas ingresa en el cordón de Burdach. La substancia de Rolando está rodeada de

una hilera de gruesas células fusiformes, fronterizas del cordón posterior (*células marginales*), y cuyas expansiones funcionales se incorporan al *manejo del asta posterior* (fig. 170, a). Finalmente, en la región lumbar, una parte de las células de la columna de Clarke, se dirigen hacia afuera y engendran la vía rebelosa ascendente.

4.º *Células pluricordonales*.—Así calificamos, para evitar perifrasis, ciertos elementos primeramente hallados por nosotros, cuyo cilindro-eje se divide en la substancia gris en dos ó tres fibras constitutivas de otros tantos tubos de diferentes cordones. Así, por ejemplo: se ven elementos de esta especie, cuya expansión funcional emite una fibra para el cordón anterior de su lado y otra para el anterior del opuesto; se hallan también otros cuya expansión nerviosa se divide en fibra para el cordón posterior y fibra para el lateral, etc. (fig. 170, e).

Raíces posteriores.—Se sabe que las fibras de las raíces posteriores ó sensitivas proceden de las células monopolares de los ganglios raquídeos. Ranvier demostró primeramente que la única expansión de dichas células se bifurca originando: una rama dirigida hacia adentro y continuada con un tubo de la raíz posterior, y otra rama dirigida hacia afuera y prolongada con una fibra sensitiva del par raquídeo correspondiente (figs. 169, G, y 165, A).

El comportamiento de las raíces posteriores en el espesor de la médula ha sido uno de los asuntos más difíciles y controvertidos de la anatomía. Afortunadamente, nuestras investigaciones en los embriones de ave y mamífero, confirmadas por Kölliker, van Gehuchten, Retzius, Lenhossék, Cl. Sala, P. Ramón, han resuelto definitivamente lo más esencial del problema, y los antiguos esquemas, fundados en observaciones incompletas ó en prejuicios de escuela, han sido totalmente abandonados.

Las fibras de la raíz posterior abordan el cordón posterior, y llegadas oblicuamente á su interior, se bifurcan en Y, constituyendo una rama ascendente y otra descendente, ambas longitudinales y continuadas con fibras del cordón posterior. Estas ramas penetran probablemente en la substancia gris, después de un trayecto de muchos centímetros á lo largo de la blanca, y

acaban por arborizaciones libres situadas entre los elementos del asta posterior (fig. 165, A, y 170, F).

Tanto del tallo como de las ramas ascendente y descendente, brotan en ángulo casi recto colaterales finas, las cuales, penetrando en la substancia gris, terminan por elegantes, varicosas y complicadas arborizaciones libres, en contacto con los cuerpos de las células del asta posterior y anterior (fig. 169, a, b).

Una buena parte de las colaterales de las raíces posteriores se reúne, como hemos dicho anteriormente, en un haz antero-posterior que, después de cruzar el asta posterior, se esparce en abanico por toda el asta anterior, formando arborizaciones que rodean las células motrices. Este haz, que nosotros hemos llamados *sensitivo-motor* (*reflejo-motor* de Kolliker), representa un conductor de gran importancia, pues por su mediación se ponen en comunicación las raíces sensitivas con las motoras. La excitación sensitiva es recibida de las colaterales del haz mencionado por los cuerpos y ramas protoplásmicas de las células motrices, que la reflejan por las raíces anteriores hasta los músculos (figura 169, c).

Las demás colaterales del cordón posterior proceden también en su mayor parte de las ramas ascendentes y descendentes de las radicales sensitivas, y su misión parece ser llevar el movimiento centrípeto á las células de los cordones, es decir, á las de la substancia de Rolando, asta posterior y substancia gris central ó intermedia; y como las expansiones nerviosas de estos corpúsculos, después de formar parte de la substancia blanca, terminan probablemente en pisos distintos de la gris, resulta que, á favor de aquellas colaterales, la conmoción sensitiva podría difundirse sobre un extenso perímetro de la médula espinal. Sospéchase, aunque no se sabe de cierto, que las células de los cordones, así como las comisurales, llevan su influencia á los focos motores de la médula, representando, por tanto, una vía sensitiva de segundo orden interpuesta entre cada raíz posterior y todos los focos motrices de la médula espinal.

Sistemas de fibras de la substancia blanca.—Como ya dijimos anteriormente, las fibras de la substancia blanca no tienen el mismo origen ni igual terminación.

Entre ellas hay que distinguir las *vías cortas* y las *vías largas*. Las *vías cortas* están constituidas por los cilindros-ejes de las

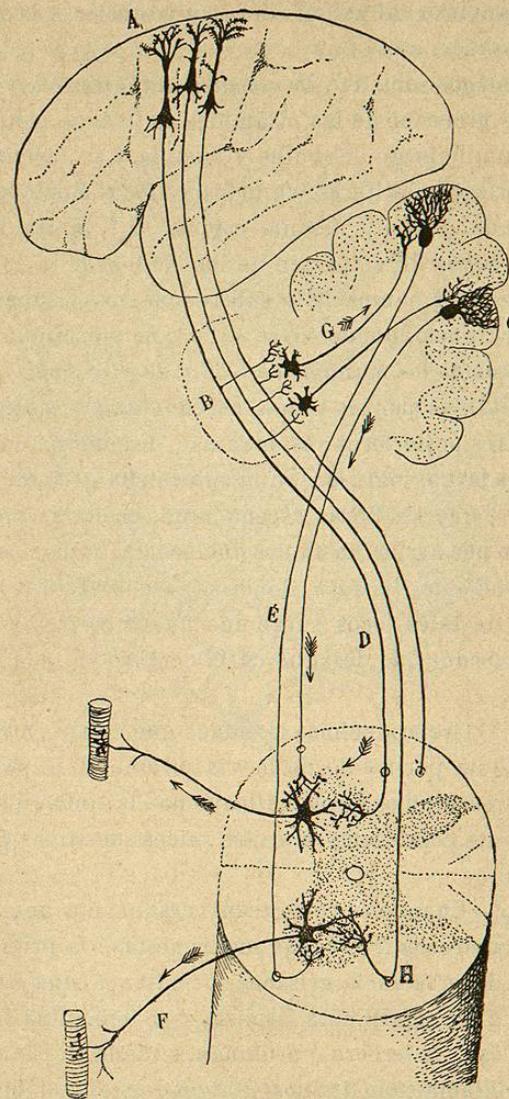


Fig. 171. — Conjunto de la vía motriz del cerebro y médula. — A, zona motriz del cerebro; B, protuberancia de donde nacen colaterales enlazadas con una vía accesoria que pasa por el cerebelo; C, cerebelo con la vía motriz nacida en este órgano; D, vía motriz cerebro-espinal directa y cruzada; F, raíces motrices.

células comisurales y de los cordones, y corresponden á la región fundamental del cordón antero-lateral, al manajo comisural del cordón anterior, al manajo del asta posterior, á la zona marginal de Lissauer, etc.

Las *vías largas* son: 1.º, la *vía piramidal* directa y cruzada, cuyas fibras proceden de las pirámides de la zona motriz del cerebro, bajan á lo largo del bulbo y médula y se terminan, á favor de arborizaciones libres, en todos los focos motores ó células radicales del bulbo y médula espinal; 2.º, la *vía cerebelosa ascendente*, cuyas fibras parten de las células de la columna de Clarke, y de otros puntos de la substancia gris, y suben hasta el vermis del cerebelo, donde no se sabe cómo terminan; 3.º, las *vías sensitivas de los manajos de Goll y de Burdach*, las cuales están constituidas por las ramas ascendente y descendente de las radicales posteriores; estas ramas, después de un trayecto más ó menos largo, ingresan en la substancia gris del asta posterior. Créese que las fibras ascendentes sensitivas más largas se prolongan por arriba hasta dos núcleos del bulbo, los *focos del cordón de Goll y de Burdach*, donde se resuelven en arborizaciones libres; de tales focos surge una nueva corriente sensitiva (*lemnisco interno*) que desagua en el cerebro en toda la región psicomotriz.

En la fig. 171 reproducimos el enlace que existe entre el cerebro y la médula por medio de la vía piramidal, al paso que en la fig. 169 presentamos esquemáticamente la unión que se establece mediante colaterales entre las raíces sensitivas y las células motrices.

CEREBELO.—Cuando se corta transversalmente una laminilla cerebelosa, aparecen tres capas superpuestas: la primera ó superficial, es de substancia grisácea, y se llama *capa molecular*; la segunda, gris, amarillenta ó rojiza, y se denomina *de los granos* ó granulosa; la tercera ó profunda, situada en el eje de cada laminilla, se llama *zona de substancia blanca* (fig. 173).

Lo que se conocía de la construcción de estas capas antes de la aplicación de los nuevos métodos, era muy poca cosa. En la *zona molecular*, se describía una masa granugienta sembrada de pequeños corpúsculos nerviosos de forma indeterminada. En la zona

de los granos, se señalaba la existencia de unos corpúsculos pequeños, abundantísimos, mas sin poder definir su naturaleza. Y, entre ambas zonas, se sabía que existían unas células grandes, ovoideas, cuyas expansiones protoplásmicas se perdían, ignorándose cómo, en la capa molecular, y cuyo cilindro-eje descendía

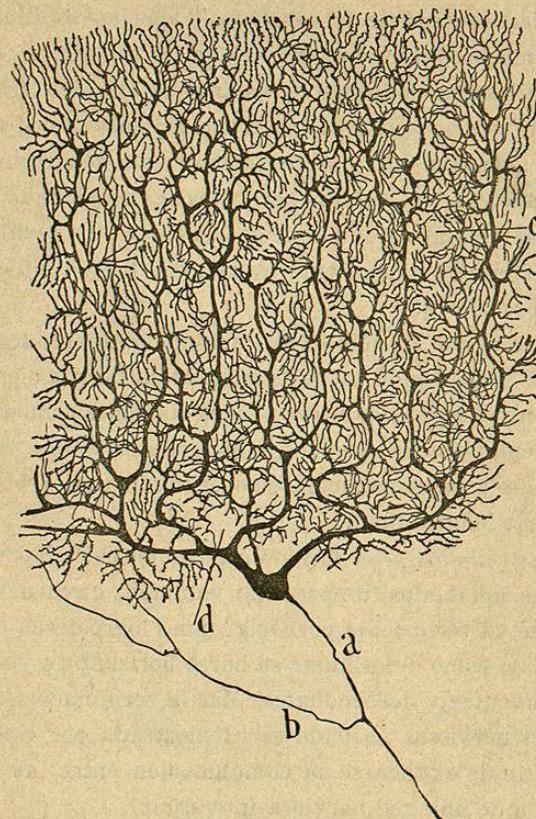


Fig. 172.—Células de Purkinje del cerebelo humano. Método de Golgi.—*a*, cilindro-eje; *b*, colateral de éste.

hasta la substancia blanca. Golgi añadió importantes datos con su valioso método, aunque sin resolver el problema de las conexiones intercelulares ni el de la marcha y terminación de muchas fibras nerviosas. En tal estado publicamos nosotros nuestros trabajos, de los cuales vamos á extraer lo más interesante.

Zona molecular.—Contiene dos especies celulares : las *células de Purkinje* y las *pequeñas estrelladas*.

Células de Purkinje.— Aparecen en las buenas preparaciones como Golgi las ha descrito (fig. 172). De lo alto del cuerpo, parte uno ó varios tallos, que penetrando en la zona molecular, se dilatan en una riquísima arborización aplanada, prolongada hasta la misma superficie del cerebello. Todas las ramillas de este ramaje terminan libremente, y en su curso presentan perpendicularmente insertas infinidad de espinas colaterales. Lo más interesante de la disposición de las arborizaciones de estos corpúsculos es el aplanamiento y su perfecta orientación transversal ; por manera que, si la laminilla cerebelosa es seccionada á lo largo, todas las células de Purkinje se presentan de perfil. Por lo demás, semejante aplanamiento transversal fué ya indicado por Henle y Obersteiner.

El cilindro eje de las células de Purkinje adquiere luego vaina de mielina, y desciende hasta la substancia blanca ; en su trayecto y al nivel de las dos ó tres estrangulaciones primeras, emite algunas colaterales ascendentes, que, ramificándose en la parte inferior de la capa molecular, constituyen una arborización en gran parte longitudinal.

Células estrelladas pequeñas.—Corpúsculos estrellados, transversalmente aplanados, de pequeño volumen, cuya naturaleza nerviosa fué ya reconocida por Golgi, pues logró descubrir el cilindro-eje, así como determinar su curso horizontal y sus colaterales ascendentes y descendentes. Mas la terminación de estas expansiones nerviosas no pudo ser demostrada por Golgi, que admitía, á fin de explicarse la comunicación entre las células, la existencia de una red nerviosa intersticial.

Nuestras reiteradas pesquisas, primero en el cerebello de las aves (1888), después en el de los mamíferos, nos proporcionaron el placer de resolver este punto, cuya importancia se echará de ver si consideramos *que se trataba del primer hecho bien establecido de una terminación de cilindros-ejes en los centros nerviosos*. Hasta entonces se había seguido el trayecto, á mayor ó menor distancia, de las fibras nerviosas de la substancia gris, pero nadie había sido testigo de su modo de terminar. Desde luego, reconoci-

mos que los cilindros-ejes de las células estrelladas medias é inferiores poseen un cilindro-eje larguísimo, arciforme, no sólo para-

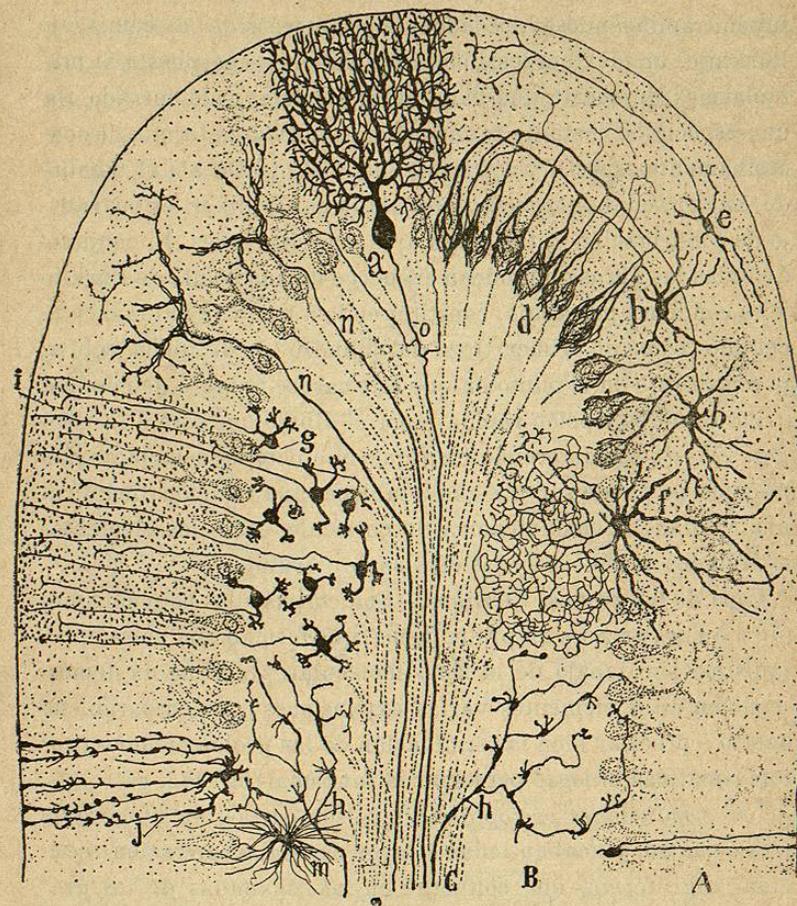


Fig. 173. — Corte transversal semi-esquemático de una circunvolución cerebelosa de mamífero. — A, zona molecular ; B, zona de los granos ; C, zona de substancia blanca ; a, célula de Purkinje vista de plano ; b, células estrelladas pequeñas de la zona molecular ; d, arborizaciones finales descendentes que rodean las células de Purkinje ; e, células estrelladas superficiales ; g, granos con sus cilindros-ejes ascendentes bifurcados en i ; h, fibras musgosas ; j, célula neuróglia en penacho ; n, fibras trepadoras ; m, célula neuróglia de la zona de los granos ; f, células estrelladas grandes de la zona de los granos.

lelo á la superficie cerebelosa como habían descrito Golgi y Fusari, sino rigurosamente transversal, es decir, paralelo al plano