

## CAPITULO XIV

### DISPOSICIÓN DE LAS CÉLULAS CORDONALES EN LAS DISTINTAS REGIONES DE LA SUBSTANCIA GRIS

Asta anterior (foco motor, comisural, del cordón lateral, gris intermediario y substancia gelatinosa central). — Asta posterior (columna de Clarke, foco basal interno, vértice y porción basal externa del asta posterior, substancia de Rolando, foco intersticial, [etc.]). — Células de cilindro-eje corto.

Las células funiculares homolaterales [directas], son sin disputa los elementos más abundantes de la substancia gris, en la cual constituyen pléyades, á menudo bien reconocibles, tanto por su limitación topográfica, como por las especiales cualidades morfológicas de las neuronas que las pueblan. Esta particularidad impone un plan expositivo topográfico. A primera vista parece que dichas células debieran estudiarse con arreglo á una clasificación basada en el paradero del axon ; y tal criterio sería excelente si cada uno de los focos de substancia gris contuviera células cuyo axon se comportara de igual modo ; pero bien al contrario, en muchos focos yacen células de conexión harto diferente, por lo cual la adopción de semejante clasificación implicaría el completo abandono del orden topográfico.

**Asta anterior.** — En otros capítulos hemos reconocido en este territorio varios focos : el motor, el comisural y el del cordón lateral ó foco postero-externo.

*Foco motor.* — Conocida su composición esencial, aquí sólo añadiremos que en él viven constantemente, además de las neuronas motrices, células funiculares, generalmente de pequeña talla, y tal cual corpúsculo comisural.

En la fig. 142 hemos reproducido las células no motrices halladas en el núcleo motor de la médula cervical del feto de gato. La mayor parte de las mismas, estaba representada por elementos de talla mediana, de no muy largas expansiones dendríticas, especialmente concentrados junto á la substancia blanca. En cinco de ellos el axon iba á la porción fundamental del cordón anterior (fig. 142, A, C); sólo en uno (fig. 142, B) se dirigía á la comisura anterior.

Detrás del foco motor, en la base del asta anterior, hállanse numerosas células cuyo axon marcha á la porción fundamental del cordón anterior. Algunas de éstas pueden residir en los límites de la substancia gelatinosa central, tocando al foco intermedio. Al pasar por el núcleo motor dichos axones, suministran colaterales ramificadas entre los corpúsculos radiculares (fig. 143).

Este desorden en la situación de las neuronas funiculares del cordón anterior, depende verosímilmente de las dislocaciones ocurridas en el asta ventral por consecuencia del desarrollo del núcleo ó núcleos motores. Al emigrar, por causa de la invasión de los robustos corpúsculos motores [radiculares], los elementos funiculares, se dispersaron hacia las fronteras del foco motor, instalándose en su mayor parte detrás de éste, es decir, en la base del asta anterior, y quedando algunos ya por fuera y detrás, ya delante del mismo, en contacto inmediato del cordón anterior. Sólo unos pocos fueron englobados entre las neuronas motrices.

*Descripción topográfica ; su necesidad.*

*Dos grupos celulares con cilindro-eje yendo sobre todo al cordón anterior.*

*Causa probable de la formación de los dos grupos.*

*Cilindro-eje yendo sobre todo a la comisura anterior.*

*Foco comisural.*— Como expusimos oportunamente, la mayor parte de los corpúsculos de este territorio remiten el axon á la comisura anterior ; pero hay también células que lo envían á la porción fundamental del cordón anterior, como se veía en D y E, fig. 142. Alguna vez se hallan también elementos cuyo cilindro-eje ingresa en el haz comisural de su lado, lo que prueba que este haz no encierra exclusivamente fibras comisurales.

*Sus límites indecisos.*

*Foco del cordón lateral.*— Así llamamos todo el territorio de substancia gris, situado por dentro del cordón lateral, detrás del foco motor, y exteriormente al núcleo gris intermedio. Los límites de este territorio son particularmente indecisos, sobre todo hacia atrás, en que se continúa con la base del asta posterior. Habiendo, sin embargo, que trazar una frontera posterior, nosotros la fijaremos en un plano transversal que pase por el punto más culminante del manojó ó sistema del asta posterior.

*Axones yendo sobre todo a los cordones anterior y lateral.*

En la fig. 143 hemos reproducido algunos de los elementos más típicos de este foco del feto de gato (región dorsal). Como fórmula general del paradero del axon, cabe afirmar que los elementos más anteriores, fronterizos del foco motor, lo envían á la porción fundamental del cordón anterior, no sin emitir antes dos ó más colaterales ramificadas en dicho foco ; mientras los corpúsculos más posteriormente situados lo remiten al cordón lateral, por delante del sistema del asta posterior, en todo el espacio que medio entre éste y los manojos radiculares más externos. Indudablemente algunos axones ingresan también en la región del cordón lateral llamado sistema del foco gris intermediario.

La citada regla tiene sus excepciones, y en la misma figura se ven elementos yacentes en la región más posterior del foco del cordón lateral, que remiten el axon al cordón anterior, generalmente después de trazar un gran rodeo. Todos estos axones suministran colaterales, las unas destinadas á los elementos congéneres de la misma pléyade, pero en su mayor parte distribuídas en el núcleo motor.

En el foco del cordón lateral viven también algunos elementos de axon bicordonal, según hemos visto ya en la fig. 141. Y no faltan tampoco los comisurales. En cambio, no hemos logrado hallar ninguno cuyo axon se incorpore al manojó del asta posterior ó al cordón posterior.

*Foco gris intermediario (1).*— Las células de este foco son de mediano tamaño y se hallan provistas de larguísimas expansiones dendríticas, que podrían dividirse en anteriores, posteriores y externas (fig. 144, B). Las más largas son las dirigidas hacia atrás, las cuales se prolongan paralelamente por entre las colaterales sensitivo-motrices.

*Axones destinados sobre todo al sistema del núcleo intermediario, y quizás en el hombre al fascículo de Gowers.*

En cuanto á los axones, unos pocos se dirigen á la comisura anterior, pero la inmensa mayoría marcha hacia afuera, incorporándose á aquella región del cordón lateral que hemos designado *sistema del foco [núcleo] intermedio*. Acaso en el hombre una buena parte de estas fibras ingrese en el fascículo de Gowers. En el gato y rata en donde particularmente hemos coloreado tales axones, la zona de substancia blanca en donde se efectuaba la continuación longitudinal yacía bastante próxima á la substancia gris. La

(1) Es difícil decir á qué foco de los señalados por los autores en el asta posterior de la médula adulta corresponde este acúmulo ; sin embargo, nosotros nos inclinamos á identificarlo con el *núcleo lateral* de Bechterew.

continuación se verificaba ya por acodamiento, ya por bifurcación en rama ascendente y descendente. En su curso, dichos cilindros-ejes emiten algunas colaterales distribuídas de preferencia en el foco del cordón lateral.

*Substancia gelatinosa central.* — Esta zona mal limitada de las demás del asta anterior y posterior, se caracteriza solamente por la pequeñez de sus corpúsculos, que se hallan comprendidos en un plexo apretado de neuroglia.

Tales corpúsculos son en su mayoría fusiformes ó triangulares con las expansiones dirigidas, tanto hacia adelante, como hacia atrás. Las posteriores representan el polo de recepción sensitiva, las anteriores se conexionan quizás con las colaterales del cordón anterior (manejo comisural y fundamental anterior).

Los axones son en su mayoría comisurales anteriores. Alguno, sin embargo, hemos podido seguir hasta la porción anterior del cordón lateral. En dos casos hemos encontrado células robustas estrelladas, con expansiones dendríticas principalmente dirigidas hacia adelante y hacia atrás, y cuyo axon robusto ingresaba en el haz comisural de su lado.

En el hombre la substancia gris central debe ser pobrísima en corpúsculos nerviosos. En el niño recién nacido no hemos logrado impregnar más que células neuróglícas y tal cual fibra nerviosa.

**Asta posterior.**— En ella debemos examinar la columna de Clarke, el foco basal interno, el núcleo intersticial, el vértice y base del asta posterior, la substancia de Rolando, el foco comisural posterior.

*Columna de Clarke.* — Este foco bien desarrollado en el hombre y en los mamíferos, es un acúmulo cilindroide vertical, situado, en la médula humana, inmediatamente por delante y fuera de la prolongación profunda ó fisural del cordón posterior, cerca de la línea media. En los mamíferos, dicha columna puede hallarse un tanto dislocada hacia adelante y afuera, circunstancia ya mencionada por Waldeyer (1), Mott (2), Kölliker (3) y Lenhossék (4), respectivamente para la médula del gorila, el *cebus*, perro y ratón (figs. 117 y 145, A). Consta la columna de Clarke de dos factores: las colaterales sensitivas de que hemos tratado ya y las células nerviosas. A ejemplo de Lenhossék, distinguiremos las células en focales y tangenciales.

Las células focales son las verdaderamente características de la columna de Clarke, como puede verse en las figs. 117 y 145. Trátase de células relativamente voluminosas, de cuerpo más ó menos redondeado, pero provisto de numerosas dendritas prolijamente ramificadas y exclusivamente extendidas dentro del foco. Estas dendritas no marchan según un plano horizontal, sino que se doblan y repliegan en todas direcciones, engendrando uno de los plexos protoplásmicos más tupidos que se conocen. El contorno del soma, y sobre todo, el de las dendritas, aparece erizado de espinas y á veces de apéndices granulosos más largos, lo que presta aspecto singular á

*Límites indecisos.*

*Dendritas ; sus conexiones.*

*Axones sobre todo comisurales.*

*Su pobreza en células.*

*Células focales. Sus caracteres, sus dendritas.*

(1) *Waldeyer* : Das Gorilla-Rückenmark. *Abhand. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, 1888.

(2) *Mott* : Microscopical examination of Clarke's column in the man, the monkey and the dog. *Journ. of Anat. and Physiol.*, vol. XXII, 1888.

(3) *Kölliker*: *Handbuch Gewebelehre des Menschen*, etc., 6 Aufl., 1894.

(4) *Lenhossék* : Untersuchungen über die Entwicklung der Markscheide, etc. *Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXXIII, 1889.

los referidos elementos. Tales vellosidades, notablemente desarrolladas en el perro y gato, pueden faltar en el hombre, á menos que esta ausencia no obedezca á un defecto de impregnación (1).

La morfología general de la célula varía un tanto según su posición en el foco ; las centrales resultan francamente estrelladas ; pero las marginales, por consecuencia de emplazar el soma periféricamente y de remitir exclusivamente las dendritas hacia el foco, adoptan, á menudo, figuras piriformes y sobre todo semilunares (fig. 117). Ninguna de sus expansiones gana la comisura protoplásmica posterior.

Como se ve, pues, por la descripción supradicha (confirmada substancialmente por v. Lenhossék, v. Kölliker y v. Gehuchten), los corpúsculos de la columna de Clarke distan mucho de ser pobres en expansiones, conforme creía Obersteiner (2) ó simplemente bipolares, como imaginaba Mott (3).

El axon de las células de la columna de Clarke es difícilísimo de seguir por su curso flexuoso, durante la primera porción de su trayecto, dentro de las fronteras del foco. Por este motivo, en nuestras primeras tentativas de impregnación en el perro y rata recién nacidos no habíamos podido perseguirlo por completo, advirtiendo tan sólo lo vario de su dirección inicial, pues en unas células corría hacia adelante, y en otras hacia afuera. Tampoco Lenhossék, Kölliker y v. Gehuchten han sido más afortunados en sus pesquisas. Recientemente, hemos logrado impregnar en totalidad alguno de dichos axones, en la médula del feto de ratón casi de término.

Como se ve en la fig. 145, tales axones, después de una revuelta inicial, desprovista de colaterales, ganan el contorno externo de la columna, marchan después resueltamente hacia afuera, é ingresan por último en el cordón lateral, donde se continúan con tubos longitudinales, ya á favor de una división en T, ya por mera inflexión. Cuando esto último ocurre, la fibra resultante toma dirección ascendente. El territorio del manajo de Flechsig, en donde tales fibras se instalan, parece ser en el ratón mucho más profundo que en el hombre, probablemente por consecuencia de la emigración al cordón posterior de la vía piramidal cruzada.

Además de esta corriente principal para el cordón cerebeloso, acaso salgan también de la columna de Clarke axones para la comisura anterior. En el perro recién nacido hemos logrado seguir por dos ó tres veces cilindros-ejes dirigidos hacia adelante, como si se propusieran ganar la comisura ; pero debemos confesar que nunca hemos perseguido tales axones hasta el rafe: no cabe, por tanto, excluir la posibilidad de que, tras un curso postero-anterior inicial, aquéllos cambien de orientación para incorporarse al cordón lateral.

Los axones de la columna de Clarke, constitutivos del haz cerebeloso de Flechsig, están provistos de una vaina medular, lo que se sabe bien, gracias á las investigaciones realizadas mediante el método Weigert-Pal. Lenhossék

*Axones difíciles de seguir en el fascículo de Flechsig.*

*Otros axones yendo quizás a la comisura anterior.*

*Mielina ; colaterales.*

(1) En sus figuras relativas á la columna de Clarke del hombre, Lenhossék y v. Gehuchten las presentan sin espinas. Tampoco las hemos visto nosotros en el niño recién nacido. Es posible también que las espinas se formen tardíamente.

(2) Obersteiner : Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. Leipzig u. Wien, 1892.

(3) Mott : The bipolar cells of the spinal cord and their connections. *Brain*, t. IV, 1890.

cree, y nosotros estamos de acuerdo con él, que dicha vaina medular comienza en tales fibras por fuera de la columna, inmediatamente después de transponer sus fronteras. En su trayecto horizontal, los referidos axones no suelen emitir colaterales ; sin embargo, en un caso, como aparece en *a*, fig. 145, se veían dos colaterales ramificadas en la substancia gris del foco del cordón lateral. Hasta hoy no hemos sorprendido nunca axones consagrados al cordón de Burdach, ó al de Goll, contra el dictamen de Takacs (1), Bechterew (2) y Flechsig, autores que, habiendo trabajado con los métodos que colorean exclusivamente la mielina, han debido cometer el error de tomar por cilindros-ejes directos muchas colaterales sensitivas para la columna de Clarke.

*Ningún axón  
va al cordón  
posterior.*

A más de la demostración anatómica directa, que creemos haber sido los primeros en dar, existen otros datos valiosos que hablan en pro de la terminación, en el sistema de Flechsig, de los axones nacidos en las células de la columna de Clarke. En las preparaciones donde la mielina se muestra coloreada, ya hace tiempo que Kölliker (3), Gerlach (4), pero más especialmente Flechsig (5), notaron ciertos hacillos nerviosos emergentes de la columna de Clarke, los cuales, cruzando transversalmente la substancia gris, ganaban la porción superficial del cordón lateral. Tales manojos, según hace notar Flechsig, pueden estudiarse muy bien, gracias á su precoz medulización en el feto humano de 35 centímetros, es decir, en una época en que casi todas las colaterales de la substancia blanca carecen todavía de forro mielínico. Mott (6) ha probado, además, que la destrucción de la columna de Clarke, acarrea la degeneración secundaria de los tubos longitudinales de la vía cerebelosa de Flechsig.

*Otras prue-  
bas del destino  
de los axones  
de Clark en el  
fascículo de  
Flechsig.*

Las *células limitantes* son pocas en número, y su forma es triangular ó en huso, yaciendo tanto en el contorno antero-interno como en el antero-externo de la columna de Clarke. Casi todas sus expansiones marchan en sentido antero-posterior, y las anteriores ingresan en parte en el foco gris intermediario. Añadamos todavía, dendritas penetrantes en el espesor de la columna de Clarke, y algunas pocas destinadas á la comisura protoplásmica posterior.

*Células limi-  
tantes.*

El axon es fino, nace á menudo de una dendrita y toma dos derroteros ; en unas células dirígese resueltamente al cordón lateral (sistema del foco [núcleo] intermediario y regiones próximas) ; en otras gana directamente la comisura anterior.

*Su axon va  
al sistema del  
núcleo inter-  
medio y a la  
comisura an-  
terior.*

Células estrelladas del tipo de las limitantes hemos creído ver en algún caso dentro del territorio mismo de la columna de Clarke ; pero no habiéndose mostrado en nuestras recientes impregnaciones, nos inclinamos á

(1) *A. Takacs* : Ueber die hinteren Wurzelfasern im Rückenmarke. *Neurol. Centralbl.*, Bd. I, 1887.

(2) *Bechterew* : Ueber die hinteren Nervenwurzeln, ihre Endigung in der grauen Substanz, etc. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat.*, Abtheil., 1887.

(3) *Kölliker* : Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 5 Auff., 1867.

(4) *Gerlach* : Rückenmarck *Stricker's Handbuch*, 1871.

(5) *Flechsig* : Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmarke des Menschen. Leipzig, 1878.

(6) *Mott* : The bipolar cells of the spinal Cord and their connections. *Brain*, t. IV, 1890.

estimarlas como tipos pequeños [incompletamente coloreados y] un tanto transformados de la célula vellosa característica de este foco.

*Foco basal interno del asta posterior.* — Ya hemos dicho que en la región cervical y porción media é inferior de la lumbar, donde no existe columna de Clarke, se muestra un foco triangular, constituido por elementos de pequeña ó de mediana talla. Este foco límitase hacia afuera por el manajo sensitivo-motor, y hacia adentro por el ala fisural del cordón posterior. Por dentro y adelante se confunde con la comisura posterior.

En la fig. 146 reproducimos algunas de las células de este foco, tomadas de la médula lumbar del gato recién nacido. Nótese su pequeñez, su figura globulosa, triangular ó estrellada y lo veloso de sus dendritas, las cuales no suelen traspasar con sus ramificaciones las fronteras del citado territorio.

El axon marcha en diversidad de direcciones. En algunos elementos, como se veía en A, B y C, se incorporaba á la porción profunda del cordón posterior (zona cornu-comisural de Déjérine [Marie]) ; en su itinerario emitía varias colaterales ramificadas dentro del foco.

El envío de axones al cordón posterior, lo hemos determinado, no sólo en la médula de las aves, donde es frecuente, sino también en la de los mamíferos recién nacidos (rata, ratón y gato). Estas fibras endógenas del cordón posterior, han sido recientemente confirmadas por Lenhossék, que las ha visto en los mamíferos y en el hombre. En cambio, Kölliker y van Gehuchten no han tenido la suerte de impregnarlas.

En otras células (fig. 146, D), el cilindro-eje, después de trazar una pequeña revuelta, corría directamente hacia afuera, cruzando el haz sensitivo-motor y ganando el manajo lateral (haz del asta posterior).

Por último, en unos pocos elementos (E), el axon fue seguido hasta cerca de la comisura anterior.

En el foco basal interno se distribuyen también numerosas colaterales finas, brotadas de la porción profunda anterior del haz de Burdach, ó de su formación equivalente. El plexo engendrado por las delicadas ramitas de tales fibras es sumamente intrincado y rico. En él colaboran sin duda las colaterales delgadas nacidas de los tubos longitudinales de la región más anterior, es decir, de los tubos no continuados con las raíces posteriores. En este foco hemos visto también acabar algunas fibras terminales del cordón de Burdach (punción profunda), probablemente continuada con tubos radiculares sensitivos.

La existencia de axones del foco basal consagrados al cordón posterior, es un hecho de cierta importancia, porque explica algunos de los resultados conseguidos por los métodos de la anatomía patológica. Por ejemplo, en la tabes, durante la cual la degeneración del cordón posterior gana progresivamente todas las fibras sensitivas, la porción profunda de dicho cordón ofrece un campo incólume que P. Marie (1) llama *zona cornu-comisural*. Los axones de esta región, representarían vías cortas cuyo origen, según este autor, serían las células del asta posterior. Al revés, en ciertas

*Reemplaza la columna de Clarke en la médula cervical y lumbar.*

*Su axones van a la zona cornu-comisural.*

*Colaterales aferentes del cordón de Burdach.*

*Importancia anatomo-patológica de la zona cornu-comisural.*

---

(1) P. Marie : Etude comparative des lésions médullaires dans la paralysie générale et dans le tabes. *Gaz. d. Hôpitaux*, 67, 1894. — Sur l'origine exogène ou endogène des lésions du cordon postérieur étudiées comparativement dans le tabes et la pellagre. *Semaine médicale*, t. XIV, 1894.

mielitis (parálisis, pelagra), los elementos del asta posterior se alteran, y, como consecuencia de ello, las fibras de la zona cornu-comisural, se presentan solamente degeneradas. Con todo, la interpretación de este hecho no nos parece correcta ; pues si realmente fueran destruídas las células del asta posterior, la principal zona degenerativa debería encontrarse, no en el cordón posterior, sino en el cordón lateral (cordón limitante lateral de Flechsig), paradero general de la inmensa mayoría de los axones nacidos en el asta dorsal y substancia de Rolando. Más adelante, al tratar de las raíces posteriores, volveremos á ocuparnos en este asunto.

*Núcleo intersticial.* — Diversos autores han señalado la presencia de células en la substancia blanca de la médula espinal, á más ó menos distancia de las astas. Semejante dislocación no es privativa de la médula, pues ocurre también en otros centros, en el cerebro y cerebelo, como tendremos ocasión de ver más adelante.

Las células intersticiales ó dislocadas de la médula, han sido vistas por diversos autores, singularmente por Stilling (1) y Sherrington (2), quien las descubre en distintos parajes de los cordones. Hay, sin embargo, un territorio del cordón lateral donde son extremadamente abundantes ; tal sucede con los tabiques del *processus reticularis* de los autores, es decir, en los intervalos separatorios de los haces del cordón del asta posterior. La constancia y dimensión de este acúmulo gris, que alcanza el máximo de su desarrollo en la región cervical y bulbo, nos parece autorizar la designación de *núcleo intersticial* con que nosotros lo conocemos.

Las células de este foco reticulado son robustas y su forma dominante es la triangular con largos brazos ondulantes que corren entre los haces de substancia blanca, acomodándose á los contornos de éstos. En las células más profundas ó internas, algunos de tales apéndices ganan la substancia gris inmediata, poniéndose en contacto con las colaterales circulantes por la región intermediaria y núcleo del cordón lateral. Pero en los corpúsculos más periféricos, casi todas las dendritas se ramifican en pleno foco intersticial. Los axones toman variedad de direcciones : 1.<sup>a</sup> Unos después de un enorme trayecto durante el cual cruzan gran parte de la substancia gris, ganan la comisura anterior é ingresan en el cordón comisural del opuesto lado ; 2.<sup>a</sup>, en otras células el axon se continúa con un tubo del cordón lateral (región anterior); 3.<sup>a</sup>, en dos casos pudimos seguirlos hasta más allá de la línea media en la comisura posterior (fig. 147, E, [a]); 4.<sup>a</sup>, y, finalmente, en dicho foco vive también algún corpúsculo funicular bilateral, como, por ejemplo, el que dibujamos en la fig. 141, D, cuyo axon, destinado á la comisura anterior, emitía una rama continuada con un tubo del cordón lateral (manejo del asta posterior).

Las colaterales de este foco provienen de los fascículos del cordón del asta posterior. Existen también colaterales sensitivas directas que penetrarían por detrás, es decir, por el territorio de la base del asta posterior. Tales

*Su constitución por células desplazadas en la substancia blanca.*

*Células y dendritas.*

*Axones de destino variable.*

*Colaterales aferentes.*

(1) *B. Stilling* : Ueber Medulla oblongata. Erlangen, 1843.

(2) *Cl. S. Sherrington* : On outlying nerve-cells in the mammalian spinal cord. *Philosoph. Transact. of the Roy. Soc.*, t. CLXXXI, 1890.

colaterales sensitivas hállanse más desarrolladas en el bulbo raquídeo, donde las hemos estudiado recientemente (1).

*Vértice y porción basal externa del asta posterior.* — Aunque, macroscópicamente, pueden separarse muy bien estas dos regiones, la identidad de estructura de ambas, y sobre todo la semejanza del paradero del axon de sus células nos obliga á englobarlas bajo una descripción común (2).

Los corpúsculos del asta posterior son triangulares ó estrellados, y desde el punto de vista de la talla podrían distinguirse en gigantes y medianos.

*Neuronas medias.*

Estos son las más numerosos y ocupan, sin orden marcado, todo el territorio de la base (parte externa) y vértice del asta posterior, dentro de cuya área extienden sus apéndices dendríticos, que ofrecen la particularidad de ser notablemente vellosos. Por la dirección pueden distinguirse estos apéndices en posteriores, internos, anteriores y externos.

*Apéndices dendríticos :  
1° Posteriores.*

Las expansiones posteriores, en número de una ó dos ó tres, marchan hacia atrás, dicotomizándose una ó dos veces en el territorio del vértice del asta, y á menudo invaden la substancia de Rolando, para terminar arborizándose ya en el espesor de un lobulillo de ésta, ya á lo largo y en el espesor de los meridianos de colaterales sensitivas que cruzan dicha substancia. Semejante conexión es interesante, pues revela que las células del asta posterior reciben la irritación [onda] sensitiva, no sólo por su cuerpo, sino por sus ramas posteriores, pudiendo ocurrir que con éstas se enlacen distintas colaterales que con aquél (fig. 121, A).

*2° Internas.*

Las ramas internas, en muchas células no parecen franquear el territorio del asta posterior ; pero en otras se advierte que, después de cruzar la línea media, ordinariamente por la parte posterior de la comisura gris, se ramifican en la porción interna del asta posterior del otro lado (figura 147, F). Engéndrase de esta suerte una *comisura protoplásmica posterior*, mencionada primeramente por nosotros en los reptiles, por Cl. Sala en los batracios y confirmada después por nosotros en las aves y mamíferos. A favor de esta comisura, las neuronas de un lado pueden entrar en relación con las colaterales sensitivas del otro.

*3° Anteriores y externas.*

Las *ramas anteriores* llegan, ramificándose en ocasiones, hasta la substancia gris intermediaria ; y las ramas externas contornean á menudo la frontera externa de la substancia de Rolando ó penetran en el foco intersticial del cordón lateral.

*Neuronas gigantes.*

El tipo gigante, sólo lo he estudiado bien en las aves (3). Se caracteriza, no sólo por su talla mayor, sino por la robustez y longitud de sus expansiones dendríticas, de las cuales las posteriores cruzan todo el espesor de la substancia de Rolando, ramificándose en el límite posterior de ésta, en tanto

(1) *Cajal* : Nueva contribución al estudio del bulbo raquídeo. *Rev. trim. microg.* fasc. 2, junio 1897.

(2) En esta región comprendemos las *células medias* de Waldeyer, los corpúsculos solitarios y *foco basal posterior* de otros autores. Y no los separamos, porque es imposible hallar en la médula adulta y embrionaria fronteras individualizadoras de los mismos, ni caracteres morfológicos especiales en las células de cada uno.

(3) *Cajal* : La structure fine de la moelle épinière. *Atlas der pathologischen Histologie des Nervensystems.* Heft. IV, Berlín, 1895.



que las internas cruzan la comisura posterior, llegando hasta el centro del asta ventral del lado opuesto (fig. 148, B).

El axon de las células del asta posterior es de diverso calibre ; brota ya del soma, ya de una dendrita anterior ó externa, y traza á menudo alguna revuelta de concavidad externa en el mismo espesor del asta ventral, á la cual suministra casi constantemente algunas colaterales. Ciertos cilindros-ejes emiten dos colaterales: una ramificada en el vértice, otra en la base del, asta posterior.

Tocante al paradero del axon, hoy se conoce perfectamente, gracias á la precisión con que puede observarse en las preparaciones de la médula embrionaria coloreada con el cromato de plata. Como nosotros hemos demostrado, tanto en las aves como en los mamíferos, en la inmensa mayoría de los casos, dicho axon dirígese hacia adelante y hacia afuera, y se incorpora al llamado manajo limitante del cordón lateral, continuándose con un tubo longitudinal de éste, ora por acodamiento, ora por bifurcación. La fijeza de esta relación nos ha compelido á designar dicha región del cordón lateral, *manajo ó cordón del asta posterior* (figs. 147, a [y 148]).

Además de los axones destinados al cordón lateral, que constituyen en realidad la inmensa mayoría, se encuentran también algunos incorporados á la comisura anterior. En su camino hacia adelante, los axones comisurales anteriores emiten colaterales para el territorio del asta posterior. Por lo demás, la existencia de tubos nerviosos dirigidos desde el asta posterior á la comisura, había sido observada ya por Edinger (1), pero este autor no pudo determinar su origen y naturaleza, por haber empleado exclusivamente los colorantes de la mielina. La presencia de estos largos axones comisurales ha sido confirmada por Cl. Sala (2) en los batracios. Según Lenhossék (3), no existirían en el hombre, dictamen que nos parece prematuro, pues no se ha estudiado suficientemente la médula embrionaria humana para decidir de la naturaleza y paradero de todas las fibras nacidas en el asta posterior.

En dos ó tres ocasiones hemos hallado células cuyo axon se dirigía á la porción profunda ó ventral del cordón posterior. Tales corpúsculos nos parecen rarísimos en el centro y porción principal ó basal externa del asta posterior ; en cambio, como ya expusimos anteriormente, abundan relativamente en el foco basal interno.

Por último, en el asta posterior, son particularmente abundantes las células de cilindro-eje complejo ó multicordonal, tanto del tipo monolateral, como del bilateral ; de ellas nos hemos ocupado anteriormente (figuras 140 y 141).

*Foco comisural posterior.* — En las regiones lumbar y cervical, el rafe ó línea media correspondiente al centro de la comisura posterior contiene multitud de células nerviosas, generalmente de mediana ó pequeña talla y de figura de huso ó triangular. Estas células están dispuestas irregularmente, orientando sus expansiones en todos sentidos, aunque dominando el antero-posterior. Muchas de sus dendritas cruzan el rafe y contribuyen á engendrar

*Axones de varios tipos.*

*1º. Axones yendo al fascículo del asta posterior.*

*2º. Axones yendo a la comisura anterior.*

*3º. Axones yendo al cordón posterior.*

*Células multicordonales.*

*Su asiento en los segmentos cervical y lumbar.*

(1) *Edinger* : Vergleichend entwicklungsgeschichtliche und anatomische Studien im Bereiche des Central Nervensystems. *Anat. Anzeiger*, Jahr. IV, 1889.

(2) *Cl. Sala* : Estructura de la médula espinal de los batracios. Barcelona, 1892.

(3) *Lenhossék* : Der feinere Bau des Nervensystems etc. 2. Aufl., Berlín, 1895.

la comisura protoplásmica posterior. En la región dorsal, dicho foco disminuye, quedando reducido á unas pocas células situadas entre, detrás y delante de las dos columnas de Clarke.

Del axon poco podemos decir. En algunas células fue seguido hasta el cordón lateral (cordón del asta posterior), pero en muchas de ellas lo flexuoso del trayecto imposibilitó la persecución completa de la expansión funcional.

El foco comisural posterior sólo se halla bien desarrollado en los embriones y animales recién nacidos, siendo muy posible que en el adulto muchas de sus células emigren al foco basal interno del asta posterior ó á la substancia gris intermediaria. Por lo demás, las células de dicho foco parecen ponerse en contacto con las ramificaciones de la comisura gris, cuyos manojos anterior y medio representan, como ya dijimos, colaterales del cordón lateral.

**Substancia gelatinosa de Rolando.**— Cuando se observa esta substancia en las preparaciones teñidas con carmín ó hematoxilina, previa induración en el bicromato, se presenta como un limbo transparente finamente granuloso, salpicado de núcleos, y cruzado de atrás á adelante, por numerosos hacecillos de tubos medulados. Imposible determinar en tales preparados la estructura velada bajo el citado aspecto granuloso ; así que no es de extrañar la anarquía de opiniones que ha reinado en la ciencia tocante á la naturaleza de esta substancia, hasta el momento en que, convenientemente aplicado el método de Golgi, brilló un rayo de luz en tan oscuros dominios.

El primero que diferenció este particular territorio del asta posterior, fue Rolando (1), [del que lleva su nombre], quien lo definió como una substancia blanda, de aspecto más gelatinoso que la del resto del asta posterior [sensitiva]. La forma, así como la distribución topográfica de la misma, fueron cuidadosamente examinadas por Clarke (2), Lissauer (3) y Waldeyer (4). A estos dos últimos autores se debe la distinción de dicha substancia en dos zonas, anterior ó substancia gelatinosa propiamente dicha, y la capa ó limbo marginal (*capa zonal* del asta posterior de Waldeyer, *zona esponjosa* de la substancia gelatinosa de Lissauer). Esta última viene á ser un delgado forro de substancia gris ordinaria, compuesta de gruesas células que sirve de frontera entre el cordón posterior y la substancia gelatinosa.

Tocante á la estructura de la substancia gelatinosa, cada autor puede decirse que profesaba una opinión particular, fundada, como no podía menos de suceder, dada la penuria de los métodos, en observaciones insuficientes.

Para Kölliker (5), Gierke (6), H. Virchow (7) y Waldeyer, dicha substancia contendría células nerviosas; pero habiendo empleado los métodos ordinarios, no

*Comienza  
cuerpo menor.*

*Axón todavía mal conocido.*

*Débil desarrollo en el adulto. Causa probable.*

*Conexiones de las células.*

*Su aspecto enigmático en las preparaciones ordinarias, se aclaró con el método de Golgi.*

*Opiniones y descubrimientos de la constitución de la substancia gelatinosa.*

(1) *S. Rolando* : Ricerche anatomiche sulla struttura del Midollo spinale. Torino, 1824.

(2) *Clarke* : Further researches on the grey substance of the spinal Cord. *Philosoph. Transact. of the Roy. Soc.*, 1859.

(3) *Lissauer* : Beitrag zur Faserverlauf in Hinterhorn des menschlichen Rückenmarkes, etc. *Arch. f. Psychiatrie*. Bd. XVII, 1886.

(4) *Waldeyer* : Das Gorrilla-Rückenmark. Abhandl. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1888.

(5) *Kölliker* : Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Aufl. I, 1867.

(6) *Gierke* : Die Stützsubstanz de Centralnervensystems. *Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXVI, 1886.

(7) *H. Virchow* : Ueber Zellen in der Substantia gelatinosa Rolandi. *Neurol. Centralbl.*, Bd. VI, 1887.

podieron establecer ni la forma de las dendritas, ni la existencia y naturaleza del axon.

Para ciertos autores, tales como Gerlach (1) y Bechterew (2), dicha substancia vendría á ser un acúmulo de células neuróglícas. Algunos como Corning (3) y Lachi (4), se inclinan á considerarla formada de corpúsculos nerviosos mantenidos en estado embrionario y derivados del epitelio primordial. Por su parte, Lenhossék (5), la supuso de naturaleza francamente epitelial y producida por una concentración de células endodermales destinadas á prestar solidez y resistencia á la porción posterior de la médula. En fin, Golgi (6), tuvo la fortuna de confirmar con su método la naturaleza nerviosa de los corpúsculos de la substancia de Rolando, donde halló sus dos clásicos tipos ganglionares, aunque sin precisar la morfología y posición de las células ni determinar el paradero de sus axones.

Nuestras investigaciones (7), recaídas en los embriones de ave y mamífero, llenaron estos vacíos, demostrando, entre otros detalles, un hecho esencial, á saber : que la mayor parte de los pequeños corpúsculos de la substancia de Rolando, son células funiculares cuyo axon está principalmente destinado al cordón del asta posterior. Las ulteriores pesquisas de Cl. Sala (8), Lenhossék (9), han confirmado substancialmente los resultados de nuestros trabajos.

Acaba cuerpo menor.

Para estudiar cómodamente la substancia de Rolando, es preciso, á ejemplo de Waldeyer, comenzar por separar dos zonas concéntricas: *la substancia de Rolando propiamente dicha, y el limbo ó capa marginal [de Waldeyer]*.

División de la substancia de Rolando.

*La substancia de Rolando* consta de los siguientes factores: colaterales de paso, colaterales propias, células nerviosas pequeñísimas y corpúsculos neuróglícos.

*Colaterales de paso.* — Son los hacecillos que, según hemos indicado varias veces, cruzan la substancia de Rolando de atrás á adelante para distribuirse por distintas comarcas de la substancia gris. Entre estos haces [fascículos] destacan dos ó tres muy robustos, que atraviesan oblicuamente el tercio interno de dicho territorio (sistema de colaterales llamado *sensitivo-motor*). Todos estos haces segmentan la referida substancia en lobulillos ó segmentos meridianos de espesor desigual, dentro de los cuales habita una pléyade de corpúsculos nerviosos.

Dividen la substancia de Rolando en lóbulos celulares.

(1) Gerlach : Rückenmark, in *Stricker's Handbuch*, 1871.

(2) Bechterew : Ueber einen besonderen Bestandtheil der Lendenstränge des Rückenmarkes. *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Anat. Abtheil., 1886.

(3) Corning : Ueber die Entwicklung der Substantia gelatinosa Rolandi beim Kaninchen. *Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXXV, 1888.

(4) Lachi : Sull' origine della sostanza gelatinosa di Rolando. *Atti dell' Acad. med., chir. di Perugia*, vol I, 1889.

(5) Lenhossék : Untersuchungen über die Entwicklung der Markscheides, etc. im Rückenmarke der Maus. *Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXXV, 1889.

(6) Golgi : *Anat. Anzeiger*, n<sup>os</sup> 14 y 15, 1890.

(7) Cajal : Nuevas observaciones sobre la estructura de la médula espinal de los mamíferos. Barcelona. Abril 1890. — Pequeñas contribuciones, etc. ; La substancia gelatinosa de Rolando. Barcelona. Agosto 1891. — Los ganglios y plexos nerviosos del intestino y pequeñas adiciones á nuestros trabajos sobre la médula y simpático. Madrid, 1896, pág. 41.— *L'Anatomie fine de la moelle epinière. Atlas der pathologischen Anatomie des Nervensystems*, Liefer. IV, Berlin, 1895 (pl. IV y V).

(8) Cl. Sala : Estructura de la médula espinal de los batracios. Barcelona, Febr., 1892.

(9) Lenhossék : Der feinere Bau des Nervensystems. 2 Aufl., Berlin, 1895.

*Células.* — Son pequeñísimas, las más diminutas de la médula espinal, de cuerpo estrellado, fusiforme ó piriforme, y se reconocen fácilmente por el número considerable de sus finas dendritas, así como por el aspecto veloso y curso enredado y como laberíntico de las ramificaciones de éstas. Semejantes dendritas son extraordinariamente abundantes en cada lobulillo y de su mezcla y entrecruzamiento, resulta un plexo protoplásmico de enorme complicación. Esa fina apariencia granulosa ó plexiforme ofrecida por las preparaciones ordinarias teñidas en carmín ó hematoxilina, débese á la indistinta percepción de todas estas delicadas expansiones, las que, en los cortes finos, se muestran en su mayor parte seccionadas de través.

El intrincamiento extremo del mencionado plexo de la substancia de Rolando de la médula adulta, ha sido la causa de que, en mucho tiempo, aun con el cromato de plata, haya sido imposible determinar la morfología de las células y la marcha del axon. A fin de paliar y aun descartar del todo tan graves dificultades analíticas, hay que recurrir, como lo hemos hecho nosotros, á la médula embrionaria, escogiendo la época en que las células, todavía incipientes, presentan una forma sencilla y un axon relativamente espeso y casi desprovisto de revueltas. Tal ocurre en la médula de pollo desde el quinto al décimo día de la incubación. Un examen fructuoso en los mamíferos, exige también fetos tempranos ; en el gato, ratón ó rata recién nacidos, la complicación de los trayectos es ya tan grande, que es sumamente raro poder seguir enteramente el axon de un corpúsculo de la substancia de Rolando.

En la fig. 149 reproducimos algunas células de la substancia de Rolando del embrión del pollo de diez días. Desde luego llama la atención la figura fusiforme de la mayor parte de las células y el curso de las dendritas, casi todas las cuales marchan ya hacia atrás ya hacia adelante. Algunas de ellas ganan la substancia blanca del cordón posterior, terminando por grupos redondeados. Existen también elementos francamente estrellados, cuyas expansiones corren en todas direcciones, aunque dominando siempre la antero-posterior.

Si en vez de estudiar las médulas embrionarias del séptimo al décimo día, examinamos las del decimoséptimo al decimonoveno día de la incubación ó las de los mamíferos recién nacidos, notaremos que el aspecto de los corpúsculos de Rolando ha variado mucho. Las dendritas se han multiplicado notablemente ; pero, en cambio, muchas de ellas se han retraído, abandonando la substancia blanca y quedando confinadas en el interior de un lobulillo. Consérvase aún la disposición general radiada con los dos fascículos de dendritas, anterior y posterior, los cuales aparecen ahora guarnecidos de numerosos apéndices colaterales. La riqueza y delgadez de las expansiones y el aspecto veloso de las mismas, presta á estos corpúsculos gran parecido con los elementos de neuroglia de la substancia gris (fig. 152).

Todos estos elementos yacen íntimamente entremezclados y sin orden aparente. Sin embargo, por su situación y morfología [las células de la substancia de Rolando] pueden separarse dos tipos : 1.º *Corpúsculos fronterizos*, es decir, situados posteriormente, en contacto de la zona marginal de Waldeyer, y caracterizados por ofrecer el soma ovoideo, piriforme ó semilunar, y expansiones dendríticas exclusivamente dirigidas

*Aspecto de las neuronas en el pollo en el día 10 de incubación.*

*Clasificación : células limítrofes, centrales, y transversales.*

hacia adelante ó los lados y á menudo dispuestas en un penacho postero-anterior (fig. 152, C, F, I); y 2.º, *corpúsculos centrales y anteriores*, en su mayor parte fusiformes ó estrellados, dirigidos en sentido meridiano y provistos muy á menudo de los dos citados penachos protoplásmicos, anterior y posterior (fig. 152, D, G, H).

Entre los corpúsculos centrales ó de la zona principal se ven algunos notables por su dirección transversal ú oblicua (fig. 152, B) y su figura correctamente en huso. Como consecuencia de esta orientación y de la gran longitud de los apéndices polares, las ramas de éstos pueden entrar en conexión con dos ó más lobulillos distantes. Para evitar perífrasis llamaremos á estos elementos *corpúsculos transversales*.

A fin de completar el examen morfológico de las células de Rolando, es preciso apelar á los cortes longitudinales de la médula. Cuando estos cortes son tangenciales ú oblicuos, y recaen en la médula de mamíferos recién nacidos (en donde los elementos de Rolando se pueden estimar como casi del todo modelados), se advierte que los mencionados corpúsculos constituyen series verticales separadas por tabiques longitudinales ocupados por los haces de colaterales de paso (fig. 150, C). Cada serie está representada por los elementos de un solo lobulillo, los cuales se muestran aplanados en sentido transversal y con un gran número de expansiones ascendentes y descendentes. El predominio de estos apéndices enseña que, en realidad, la forma de la mayor parte de los corpúsculos de Rolando no es alargada en sentido radial, como parecía acreditarlo su aspecto en los cortes transversales, sino alargada en sentido vertical. Tales prolongaciones verticales quedan perfectamente confinadas dentro de cada serie, la cual contiene un plexo longitudinal protoplásmico continuo. Esto da razón del por qué las colaterales de la substancia de Rolando marchan también longitudinalmente ; trátase de un fenómeno de acomodación de éstas á la orientación y posición del citado plexo protoplásmico.

El axon de las células de la substancia de Rolando, es finísimo y se caracteriza por las grandes revueltas que traza en su camino hasta arribar á la substancia blanca. De ordinario, brota, no del soma, sino de una gruesa dendrita, y en ocasiones á gran distancia del cuerpo celular.

El trayecto inicial del axon es muy intrincado, y á esta causa se debe lo tardío del descubrimiento de su paradero terminal. En los corpúsculos de la hilera posterior suele adoptar primeramente una dirección marginal, para hacerse después postero-anterior ; pero en los corpúsculos centrales, este trayecto es muy vario, irregularizado por grandes circunflexiones, hasta que el axon abandona el territorio de las células de origen.

En la médula embrionaria muy temprana del pollo (del quinto al noveno día de incubación), dichos cilindros-ejes carecen todavía de colaterales, circunstancia que, unida á la relativa cortedad de los trayectos, permite la persecución de los mismos en toda su extensión ; pero en la médula del embrión más adelantado (del quince al décimonoveno día), exhiben constantemente fibrillas colaterales en número de una, dos ó tres, las cuales nacen en plena substancia de Rolando, ramificándose y distribuyéndose dentro del área de ésta, y se prolongan alguna vez hasta la porción apical del asta posterior. Algunas de estas ramillas brotan del axon en el límite anterior

*Aspecto de las células en los cortes longitudinales.*

*Axon muy fino y muy sinuoso.*

*Sus colaterales.*

de dicha substancia y retroceden para penetrar y distribuirse, mediante ramillas antero-posteriores, en el interior de un lobulillo (fig. 152, [A]).

*Causa de confusión entre las células de axón largo y corto.*

En algunos axones, las colaterales son casi tan espesas como el tallo principal, y no es raro ver que al nivel del arranque de aquellas cambia la dirección de éste. Semejante disposición, que se combina á veces con la falta de impregnación de la porción terminal del axon, da á la ramificación nerviosa el aspecto peculiar de los corpúsculos del segundo tipo de Golgi. Entendemos, por tanto, que la mayor parte de las células de este género, que Golgi y otros autores han creído ver en el asta posterior de la médula embrionaria, no son otra cosa que corpúsculos de cilindroeje largo incompletamente impregnados. En realidad, como más adelante haremos notar, las células de axon corto son rarísimas, y de las vistas hasta ahora, acaso haya que descontar la mayor parte.

*Destino de los axones.*

¿Cuál es el paradero del axon de las células de la substancia de Rolando? Nuestras observaciones en la médula muy temprana del embrión de pollo, permiten afirmar, sin ningún género de duda, que la inmensa mayoría de dichos axones ingresa, después de un trayecto irregular y flexuoso á través de la substancia de Rolando y vértice del asta posterior, en la región del cordón lateral llamada por Flechsig *porción limitante* y por nosotros *manejo del asta posterior* (figs. 149 y 152). Casi todos los tubos finos que en las preparaciones de Weigert-Pal se notan en este territorio del cordón lateral, corresponden positivamente á los axones de la substancia de Rolando. Esta continuación se da de dos maneras: por bifurcación y producción consiguiente de rama ascendente y descendente, y por simple inflexión y prolongación con un tubo ascendente ó descendente. Este último modo nos ha parecido ser el más común (fig. 152, A, D, E, F, H).

*2° A la zona de Lissauer.*

Un menor número de axones, después de trazar un arco de concavidad posterior, se incorpora al cordón posterior, porción llamada de Lissauer, donde se continúan de igual manera que los antes citados, con tubos longitudinales (figs. 149, J ; 151, D y 152, G, I).

*3° Al cordón de Burdach.*

Algunos, en fin, sobre todo los emanados de células de los lobulillos más internos, diríjense al cordón de Burdach, continuándose con fibrillas, no sólo del campo ventral ó cornu-comisural de éste, sino también del área de las bifurcaciones sensitivas. En nuestro sentir, casi todos esos tubos delicados que las preparaciones de Weigert-Pal presentan en la zona marginal de Lissauer y en las partes fronterizas de la substancia gris del ala interna ó fascículo de Burdach del cordón posterior, se continúan con axones de los corpúsculos de Rolando (fig. 149, C, I). [Nageotte (1) ha demostrado, por otra parte, con sus investigaciones anatómo-patológicas que la zona de Lissauer no está constituida por fibras exógenas, como lo creía Lissauer y, después de él, todos los anatomopatólogos.]

*Células de axón plurifunicular ; su gran número.*

La substancia de Rolando, es particularmente rica en células de axon combinado. En la fig. 149, reproducimos algunas de las que se presentan más á menudo en los embriones muy precoces. En la célula *e*, el axon dirigido primeramente hacia adelante, se bifurcaba, engendrando dos fibras, ambas

---

(1) *J. Nageotte* : Étude anatomique des cordons postérieurs. *Nouv. Iconographie de la Salpêtrière*, 1904.

divididas en la substancia blanca y continuadas con fibras longitudinales distantes de la zona de Lissauer. En E (fig. 151), el axon engendraba una fibra del cordón lateral (manejo del asta posterior), y otra de la zona de Lissauer, etc. (1).

*Zona marginal de Waldeyer.* — Ya hemos dicho que, contorneando posteriormente la substancia de Rolando, existe un plexo formado por células gangliónicas de gran talla y colaterales del cordón posterior. De las colaterales hemos hablado ya ; resta decir algo de los citados corpúsculos.

Las células marginales (entrevistas por diversos autores, pero cuyas propiedades principales hemos esclarecido nosotros), son corpúsculos robustos triangulares, fusiformes ó mitrales, cuyas recias expansiones dendríticas costean la curva del cordón posterior, estableciendo una frontera entre éste y la substancia de Rolando. Son escasas en número, aunque no faltan jamás en la médula de las aves y mamíferos.

*Su pequeño número.*

Faltan, ó son muy escasas, en el ala interna de la substancia de Rolando, son constantes en el vértice, y abundantísimas en el ala externa, donde á veces hemos visto verdaderos acúmulos de las mencionadas células. Algunas de ellas ocupan el espesor mismo de la substancia blanca inmediata, pareciendo establecer un anillo de unión con los elementos del núcleo intersticial. De la reunión de las dendritas en el territorio marginal, fórmase un plexo protoplásmico de ramas principalmente transversales, cuya riqueza y tupidez decrece de fuera á adentro.

*Distribución, dendritas y plexo dendrítico.*

En la fig. 149, A, B, C, reproducimos algunas células marginales tomadas de la médula embrionaria de pollo (diez días de incubación). Las expansiones son gruesas, lisas, fuertemente varicosas y poco ramificadas, sus cabos terminan por ensanchamientos en plena substancia blanca. El aspecto general, en fin, es muy embrionario.

Para ver las células en su plenitud evolutiva, hay que acudir á médulas del duodécimo al décimo noveno día de incubación (fig. 148, A). Por este tiempo, los brazos protoplásmicos se muestran más ramificados y se nota que los extremos de los principales apéndices, acaban por un grupo de ramillas espinosas, en gran parte colocadas dentro de la substancia de Rolando. Como mediante dichas ramas terminales larguísimas, la célula abarca casi todo el contorno posterior de la substancia de Rolando, resulta que se pone en relación con la mayor parte del plexo de colaterales marginales sensitivas. Algunas ramas protoplásmicas pueden también, abandonando el contorno de dicha substancia, penetrar casi perpendicularmente en el asta posterior,

*Conexiones de las dendritas.*

---

(1) En uno de nuestros trabajos referentes á la substancia de Rolando, habíamos descrito, además de los tipos comunes de células cuyo axon va al cordón posterior ó lateral, otros elementos provistos de dos axones, cada uno de los cuales ingresaba en cordón diferente ; pero estas células, que fueron vistas en médulas muy embrionarias de paloma, no han podido ser confirmadas nunca en fases más tardías de la evolución ; por lo cual juzgamos actualmente que las tales corresponden á estadios muy tempranos del desarrollo de corpúsculos de axon bicordonal. En el curso de la evolución formábase el pedículo común á las fibras nerviosas, primitivamente separadas, análogamente á lo que sucede con las células de los ganglios raquídeos y granos del cerebelo — Véase Cajal : Pequeñas contribuciones, etc. La substancia gelatinosa de Rolando, Agosto, 1891, Barcelona. Consúltese también: — Los ganglios y plexos nerviosos del intestino, etc., y pequeñas adiciones á nuestros trabajos sobre la médula y gran simpático general. Madrid, 1898, página 41.

ramificándose en el vértice de ésta ; á veces, como se veía en la fig. 148, A, la rama emitida para el asta posterior, vuelve hacia atrás, arborizándose en la substancia de Rolando. En fin, en algunos casos hemos observado que las dendritas tangenciales externas de los corpúsculos marginales más laterales, cruzaban transversalmente el asta posterior y colaboraban en la comisura protoplásmica posterior (embrión de paloma).

*El axon va siempre al fascículo del asta posterior.*

El axon es robusto y procede casi constantemente de una dendrita gruesa, y en ocasiones lejos del cuerpo celular (figs. 148, a, 149, A, C), circunstancia que dificulta á menudo el hallazgo de aquél. Una vez brotado, marcha en variedad de direcciones. En algunos corpúsculos, particularmente en los situados en el borde externo de la substancia de Rolando, costea de dentro afuera el contorno de ésta hasta ganar el cordón lateral ; pero en la mayor parte de las células, comienza por dirigirse francamente hacia adelante, cruza toda la substancia de Rolando y vértice del asta posterior, y una vez en este territorio, describe un arco de concavidad externa y corre transversalmente hacia el cordón lateral. Cualquiera que sea su curso inicial, *todos estos axones se continúan con un tubo longitudinal del manojo del asta posterior* (porción limitante del cordón lateral). En la generalidad de los casos, esta continuación se efectúa por simple inflexión.

*Colaterales raras.*

En su curso por la substancia de Rolando, dichos axones muestran tal cual colateral distribuída en este mismo territorio y en el vértice del asta posterior. Estas colaterales sólo aparecen en la médula de los animales recién nacidos ó en los embriones de ave casi de término ; en las fases demasiado tempranas á que corresponden las figs. 148 y 149, A, B, no se han formado todavía.

*Analogía de las células marginales con las células desplazadas.*

En suma, por la talla, carácter de las expansiones dendríticas y destino del axon, los elementos marginales pueden estimarse como corpúsculos dislocados del vértice del asta posterior, y bajo este aspecto podrían ser comparados á aquellos elementos dislocados de la retina y cerebelo de que hemos hablado en la *Parte general*. Semejante emigración pudiera obedecer á la ley de economía de espacio y ser la consecuencia del incremento en la cuantía de las neuronas del vértice del asta posterior. Hasta ahora, tales células no han sido halladas más que en los batracios (Sala), las aves y mamíferos, y no sería extraño que, á la manera de lo ocurrido con otros elementos dislocados, faltaran en algunos vertebrados. Haremos notar también que en los referidos elementos marginales es donde mejor se comprueba la ley anteriormente enunciada de la emigración antero-posterior (es decir, detrás del punto de la substancia á donde marcha el axon) de las células funiculares.

*Su rareza extrema en la médula.*

CÉLULAS DE CILINDRO-EJE CORTO. — Golgi ha mencionado la existencia de numerosas células de esta clase en ambas astas medulares y singularmente en la posterior. Tales células han sido observadas también, al parecer, por Kölliker, Lenhossék y v. Gehuchten.

En nuestros primeros estudios sobre la estructura medular, sorprendiéonos ya la gran rareza de estos corpúsculos ; y á medida que nuestras observaciones se han multiplicado, más se arraiga en nosotros la convicción de que el asta anterior, así como el centro y base de la posterior, hállanse desprovistas de tales células. En nuestro sentir, los elementos de axon corto



señalados por los autores en tales territorios, serían simplemente células funiculares (acaso bifuniculares, monolaterales ó bilaterales), ricas en colaterales y en las que el axon ó rama principal no fue completamente impregnado.

Hacemos una excepción en favor de la substancia de Rolando, en donde á fuerza de buscar, hemos encontrado algún elemento de cilindro-eje corto. Tal es el que se muestra en la fig. 152 bis, tomada de un corte longitudinal de la substancia de Rolando del perro recién nacido. Dicha neurona era de pequeña talla, dirigía sus dendritas en todos sentidos, pero preferentemente en el vertical, y en fin, suministraba un axon fino rápidamente descompuesto en una rica arborización de ramas divergentes. En otras células nos ha parecido ver que la ramificación nerviosa adquiriría un curso en gran parte longitudinal.

De las células de Golgi comisurales halladas también recientemente por Lenhossék, hemos hablado ya. Sin negar su existencia, pues viene afirmada por dos sabios ilustres, nosotros nos limitamos á decir que no las hemos visto jamás en un número extraordinario de buenas preparaciones de la médula coloreadas por el método de Golgi.

*Su presencia en la substancia de Rolando.*

*Células comisurales de cilindro-eje corto ; su inexistencia muy probable.*

*Comienza cuerpo menor.*

[El descubrimiento de la morfología de las células de la médula y del paradero de sus axones, es enteramente moderno. Data de 1881, fecha de las primeras publicaciones de Golgi. He aquí los principales hechos conquistados por el sabio italiano:

- 1.º Demostración de la existencia en la substancia gris de la médula de sus dos tipos celulares, motor y sensitivo.
- 2.º Demostración de las colaterales brotadas de las raíces anteriores, y de las nacidas en el curso de los demás axones medulares por la substancia gris.
- 3.º Demostración de la existencia de células cuyo axon ingresa en los cordones de su lado.
- 4.º Demostración de la existencia de neuronas cuyo axon cruza la comisura anterior y se incorpora al cordón antero-lateral del lado opuesto.
- 5.º Indicación vaga de la existencia de las células de axon bicordonal (células de los cordones tautómeros de v. Gehuchten).

Los hechos precedentes, fueron expuestos por Golgi de un modo muy somero, sin figuras y bajo la forma de notas breves. Por esta razón, sin duda, y por haber sido publicados en periódicos poco conocidos, pasaron inadvertidos de los sabios. Sólo después de haber aparecido mis trabajos, fueron exhumados dichos importantes antecedentes.

A la importante obra de Golgi, nuestras observaciones añadieron los siguientes datos, casi todos ilustrados con figuras:

- 1.ª Demostración de que el axon de las células funiculares y comisurales se bifurca, á menudo, al llegar á la substancia blanca, engendrando una fibra ascendente y otra descendente. Esta interesante disposición explica por qué toda lesión de la substancia gris produce en los cordones degeneraciones ascendentes y descendentes.
- 2.ª Demostración de la terminación libre de estos axones en plena substancia gris y á favor de arborizaciones varicosas.
- 3.ª Demostración detallada de las células de axon bicordonal ó bifunicular homolateral.
- 4.ª Demostración de la existencia de células funiculares bilaterales (de los cordones hecaterómeros de v. Gehuchten), es decir, cuyo axon se continúa con varias fibras de los cordones de ambos lados.

5.<sup>a</sup> Demostración en las aves y mamíferos de la morfología de las neuronas motrices y de la existencia de la comisura protoplásmica anterior.

6.<sup>a</sup> Demostración en los reptiles de la comisura protoplásmica posterior y de los plexos dendríticos perimedulares.

7.<sup>a</sup> Descubrimiento en los mamíferos de la morfología de las células de la columna de Clarke.

8.<sup>a</sup> Demostración de que las células del asta posterior envían el axon al cordón lateral (cordón del asta posterior).

9.<sup>a</sup> Demostración de la estructura de la substancia de Rolando, es decir, revelación de la morfología de sus células y del paradero de sus axones.

10.<sup>a</sup> Demostración de los axones de la comisura posterior.

11.<sup>a</sup> Demostración del paradero de los axones del foco intersticial, núcleo gris intermedio, etc.

Por su parte, Kölliker y Lenhossék han confirmado los descubrimientos de Golgi y los nuestros, habiendo tenido el mérito de encontrar en la médula humana la mayor parte de los hechos mencionados.

A Lenhossék se deben también los siguientes descubrimientos:

1.º Demostración de que nuestras fibras gruesas no bifurcadas de la raíz posterior nacen en células motrices del asta anterior.

2.º Un estudio completo, con detalles nuevos, en los mamíferos de las colaterales motrices de Golgi.

3.º Descubrimiento en los mamíferos y los peces de las células de Golgi comisurales.

Por último, los trabajos de Cl. Sala, Lavdowsky, van Gehuchten, Retzius, etc., añaden todavía muchas particularidades morfológicas relativas á las neuronas de los batracios, reptiles y peces. De ellas trataremos al resumir la anatomía comparada de la médula espinal.]<sup>A</sup>

*Acaba cuerpo menor.*

---

El texto entre corchetes sin ningún superíndice fue añadido en la *Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés*.

<sup>A</sup> Texto de la *Textura del Sistema Nervioso del Hombre y de los Vertebrados* no incluido en la *Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés*.

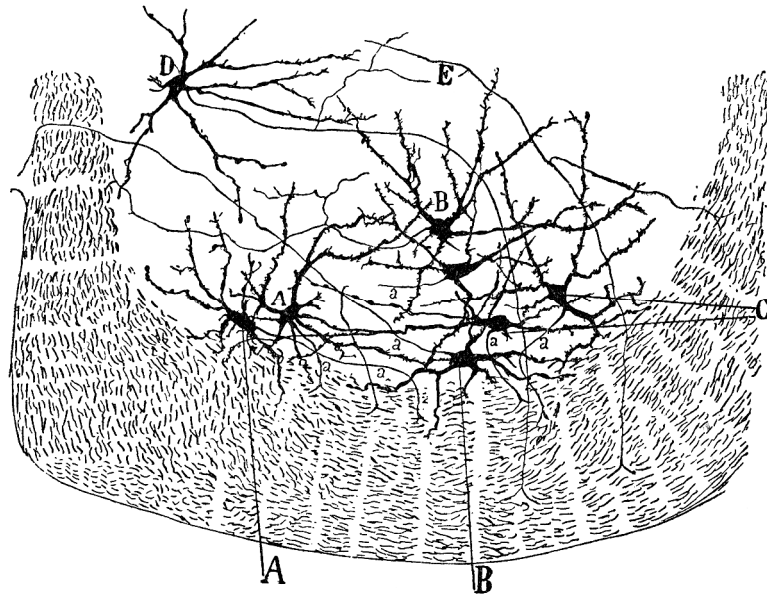


Fig. 142. — Células del cordón anterior residentes en el foco motor y comisural [; feto de gato. Método de Golgi].— A, C, células cuyo axon iba al cordón anterior ; B, células cuyo axon iba al manojito comisural del otro lado ; D, E, células cuyo axon iba al cordón anterior.



Fig. 143. — Foco del cordón lateral de la médula dorsal del embrión de gato. [Método de Golgi.— Las fibras en rojo son cilindro-ejes.]

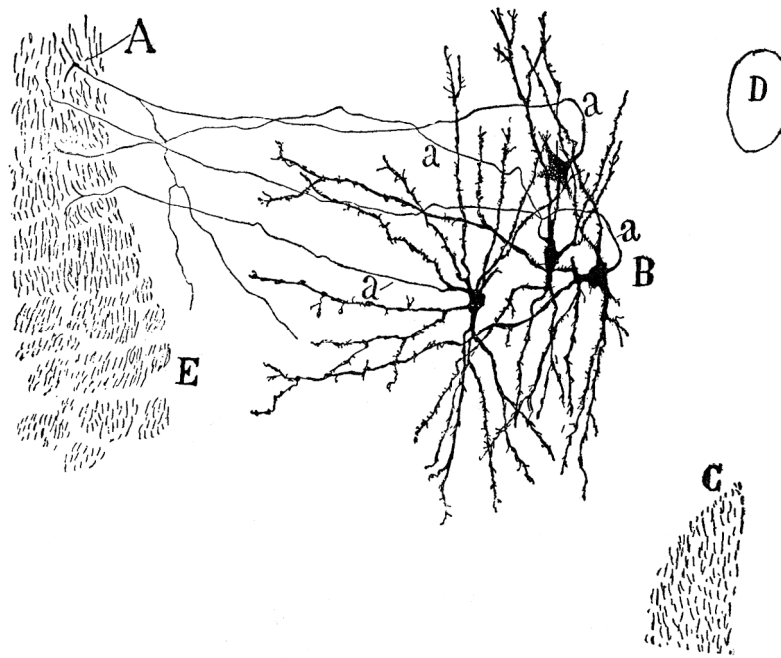


Fig. 144. — Foco gris intermedio de la médula cervical del embrión de gato. [Método de Golgi].— A, sistema del foco [núcleo] intermediario del cordón lateral ; B, células de este foco ; C, cordón posterior ; D, epéndimo ; E, manejo del asta posterior; a, axon.

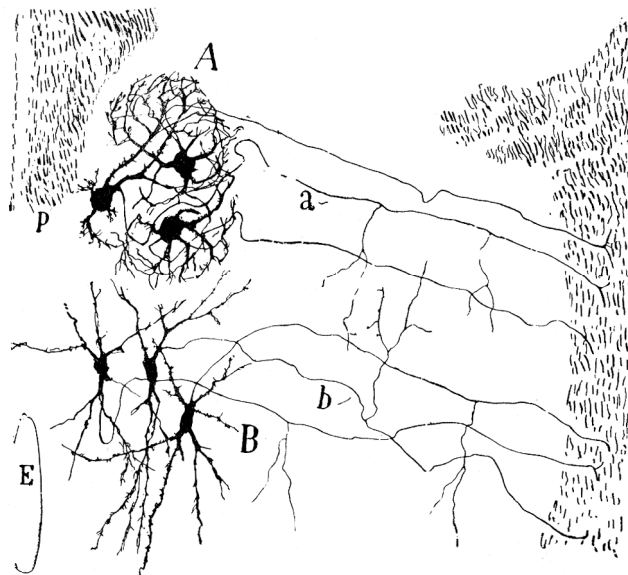


Fig. 145. — Columna de Clarke y foco intermedio de la médula dorsal del ratón recién nacido. [Método de Golgi]. — A, columna de Clarke ; B, foco gris intermedio ; P, cordón posterior ; a, axon con colaterales nacido en la columna de Clarke ; b, axones del foco intermedio.

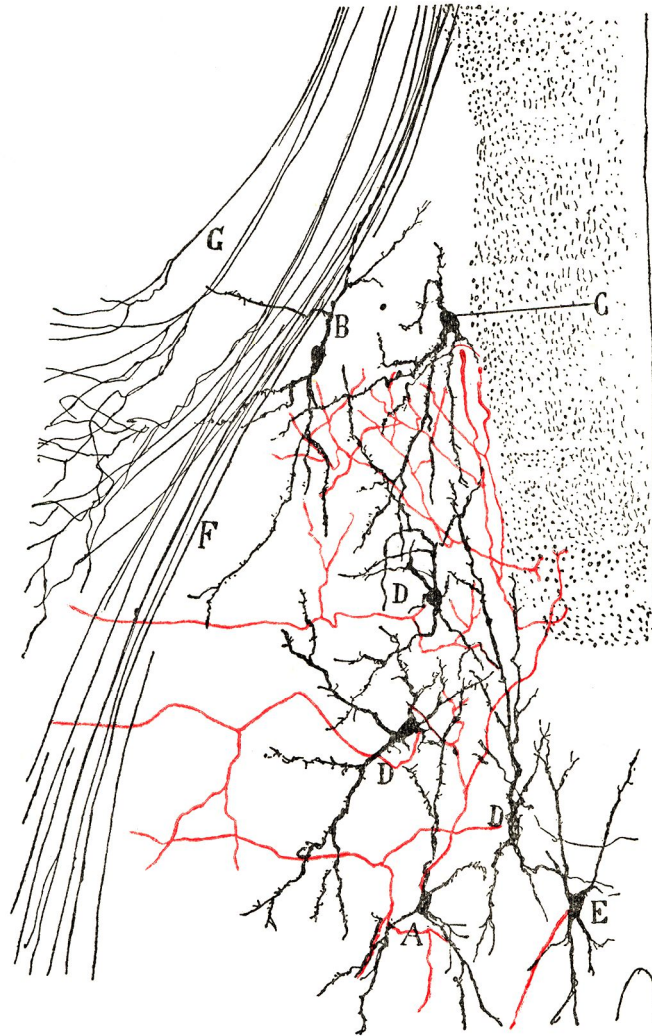


Fig. 146.— Foco basal interno del asta posterior de la médula lumbar del gato recién nacido. [Método de Golgi].— A, B, C, células cuyo axon iba al cordón posterior ; D, células cuyo axon iba al cordón lateral ; E, células cuyo axon marchaba hacia adelante ; F, manjo sensitivo-motor ; G, colaterales para el asta posterior.

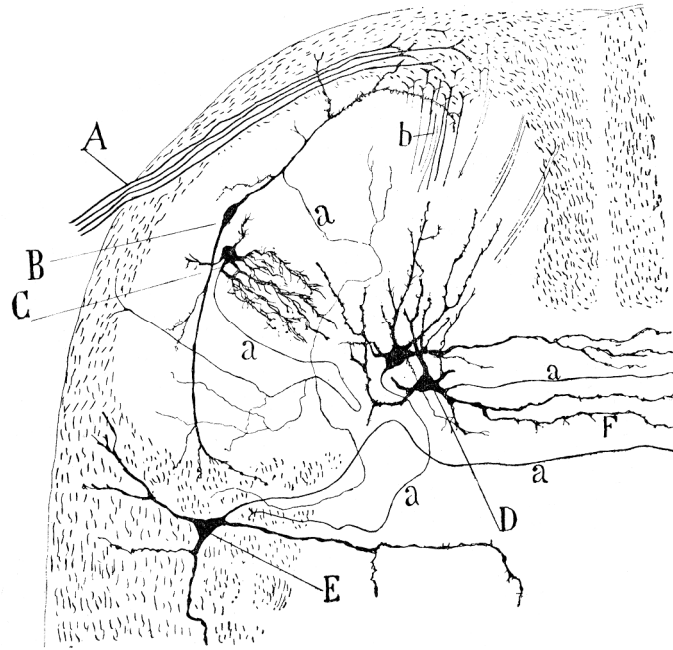


Fig. 147.— Algunas células del asta posterior del embrión de pollo de quince días. [Método de Golgi]. A, raíz posterior; B, célula transversal de la sustancia de Rolando; C, célula de esta sustancia; D, célula del centro del asta posterior cuyo axon iba á la comisura posterior; E, célula intersticial también comisural posterior; F, comisura protoplásmica posterior.

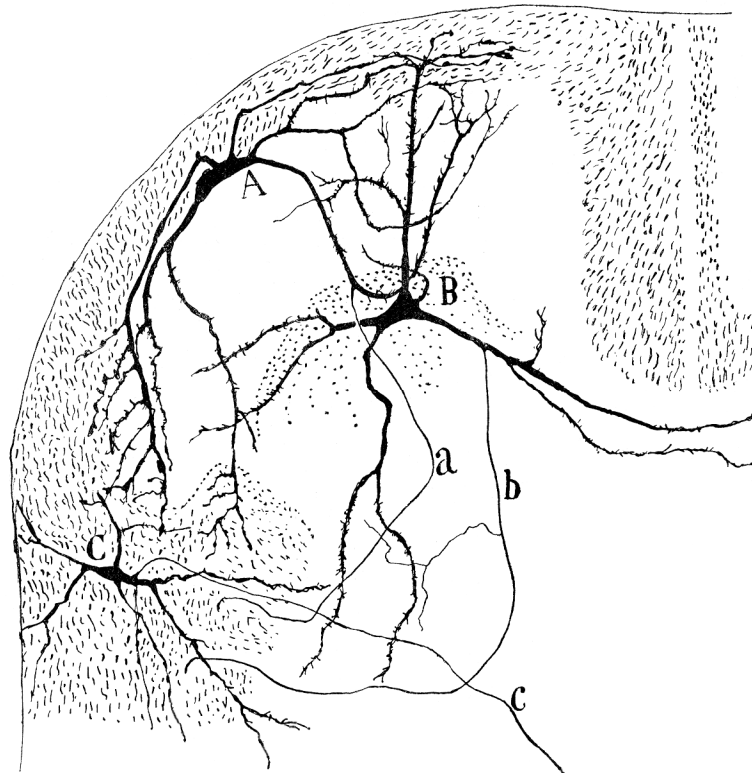


Fig. 148. — Células del asta posterior del embrión de pollo de diecinueve días de incubación. [Método de Golgi]. — A, célula marginal robusta; B, célula gigante del centro del asta posterior; C, célula del foco intersticial; a, b, c, axones.

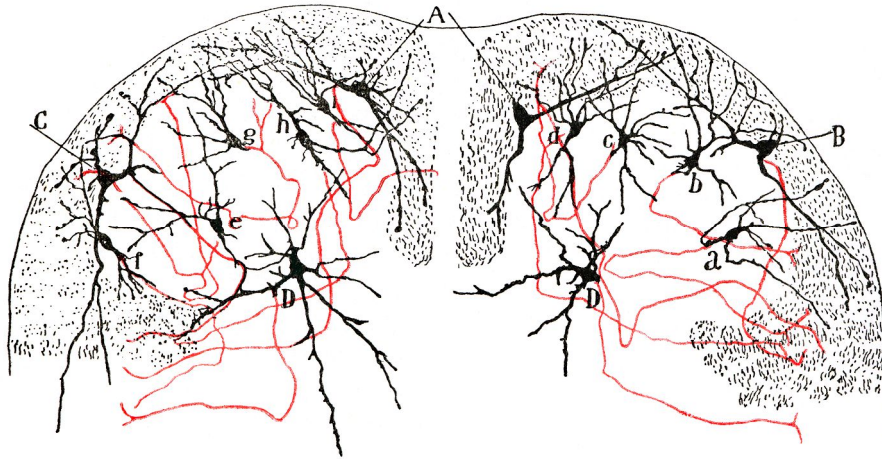


Fig. 149. — Células de la sustancia de Rolando del embrión de pollo de diez días. [Método de Golgi]. — A, B, C, células gruesas de la zona marginal ; D, células del centro del asta posterior ; a, b, h, f, células cuyo axon va al manjeto del asta posterior ; c, i, g, células cuyos axones iban al cordón posterior ; e, célula cuyo axon bifurcado formaba dos fibras del cordón posterior.



Fig. 150. — Corte antero-posterior vertical y algo oblicuo hacia afuera de la sustancia de Rolando y vértice del asta posterior. Perro recién nacido. [Método de Golgi]. — A, fibras del cordón posterior ; B, células limitantes de la sustancia de Rolando ; C, células de esta sustancia ; D, plexo longitudinal de colaterales del vértice del asta posterior ; E, fibras longitudinales, probablemente colaterales sensitivas del vértice del asta posterior.

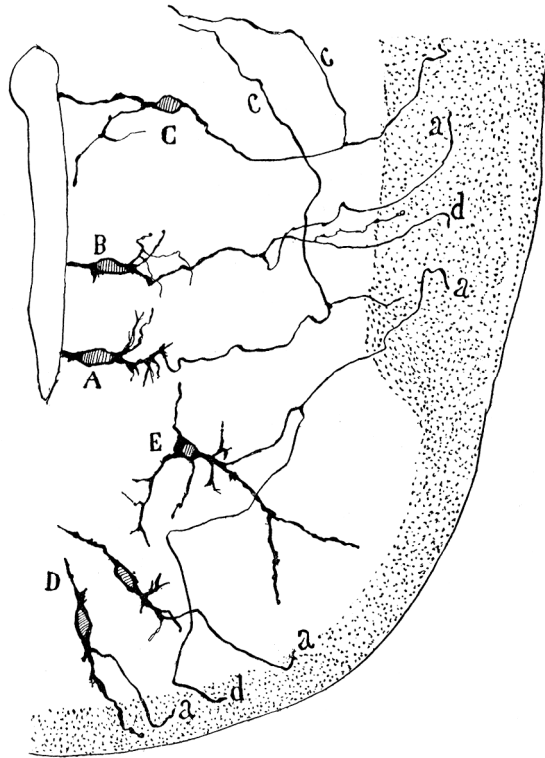


Fig. 151.— Médula embrionaria del pollo al octavo día de incubación. [Método de Golgi]. — D, dos células de la substancia de Rolando cuyos axones iban al cordón posterior ; E, célula del centro del asta posterior cuyo axon bifunicular se continuaba con fibras del cordón posterior y lateral.

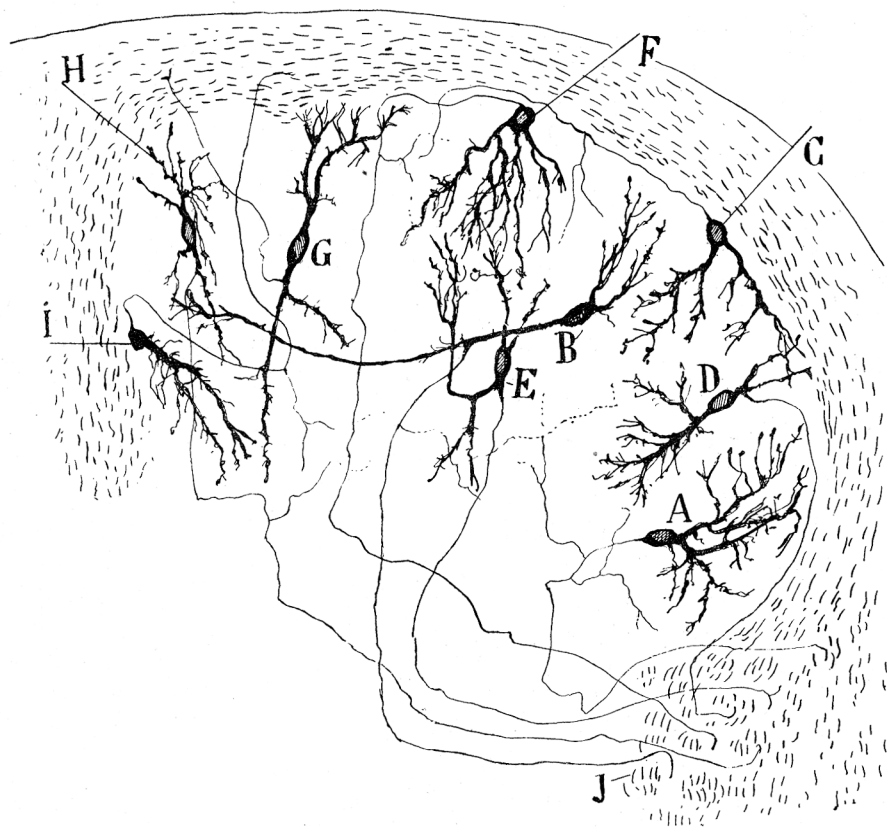


Fig. 152.— Células de la substancia de Rolando casi adultas tomadas de la médula del embrión de pollo del décimonoveno día de incubación. [Método de Golgi]. — A, D, E, células cuyo axon iba al manojito del asta posterior ; C, F, células limitantes cuyos axones marchaban primero en dirección tangencial ; B, célula transversal ; G, I, células cuyo axon iba al cordón posterior.



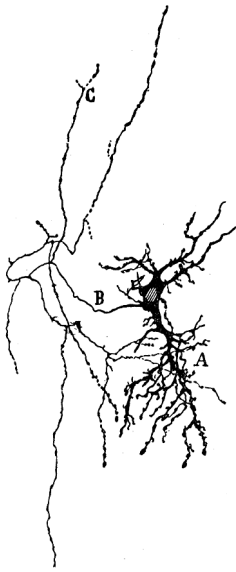


Fig. 152 bis. — Célula de la  
substancia de Rolando de la  
médula del perro recién nacido.  
Corte longitudinal. — A,  
expansiones protoplásmicas ; B,  
axon ramificado.