

PEQUEÑAS COMUNICACIONES ANATÓMICAS

POR

S. RAMÓN Y CAJAL



I.—Sobre la existencia de terminaciones nerviosas pericelulares en los ganglios nerviosos raquídeos.

II.—Sobre la existencia de colaterales y de bifurcaciones en las fibras de la sustancia blanca de la corteza gris del cerebro.

I

El carácter unipolar de las células ganglionares de los mamíferos, así como la división en Y descubierta por Ranvier, no han sido confirmadas, que yo sepa, con ningún método de tñido específico de las células nerviosas.

He ensayado repetidamente el método Golgi rápido, y aunque con él he logrado tñir dichos corpúsculos ganglionares en los embriones muy jóvenes, demostrando en las aves la bipolaridad que His ha descrito en los ganglios embrionarios de los mamíferos, es lo cierto que, á pesar de numerosas tentativas, no pude obtener nunca una impregnación aceptable en los ganglios de los mamíferos adultos ó de pocos días.

Y como ni el método de Weigert-Pal ni el de Ehrlich al azul metileno, ni el del cloruro de oro suministran resultados precisos, hemos vuelto á ensayar (y esta vez con éxito relativo) la coloración de Golgi modificada.

El animal donde mis esperiencias han recaído ha sido el ratón recién nacido ó de pocos días (de 1 á 15 días). La modificación del método clásico en virtud de la que he conseguido dicha coloración, se reduce: 1.º Al aumento en la cantidad de ácido ósmico de la mezcla indurante (ácido ósmico al 1 p.º/100, 10; bicromato al 3 p.º/100, 20).

2.º Al empleo del calor para acelerar el endurecimiento (estufa á 28º ó 30º durante 1 ó 2 días). 3.º Al modo de disponer las piezas para el endurecimiento. En vez de los ganglios solos, sumergimos trozos de columna vertebral de ratón recubierta con algo de las partes blandas que la rodean, á fin de que los ganglios resulten profundos y sean paulatinamente fijados por el reactivo endurecedor.

Como la columna vertebral es en gran parte cartilaginosa, los cortes transversales pueden fácilmente ejecutarse al microtomo.

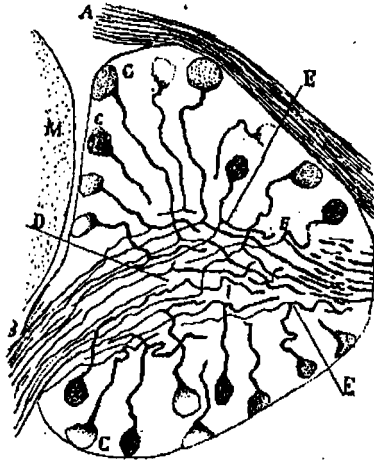


Fig. 1.ª Corte de ganglio espinal de ratón de 8 días.—Impregnación al cromato de plata; B, raíz posterior; A, raíz anterior; C, cuerpo de las células ganglionares; E, división dicotómica del filamento nervioso; M, médula espinal.

Examinados al microscopio los cortes de ganglio mejor teñidos, se advierte desde luego que las fibras nerviosas atraen mejor que los cuerpos celulares, el cromato de plata; pues éstos en su mayoría sólo aparecen impregnados en la porción vecina al arranque de la expansión y, cuando lo están del todo, el depósito de plata es irregular, dejando espacios blancos ó discontinuidades de materia (fig. 1.ª C).

Cada ganglio exhibe dos capas bien distintas: *cortical*, constituida por células; *medular*, compuesta de tubos de mielina y tal cual corpúsculo nervioso. En la zona cortical se disponen las células en varios estratos irregulares interrumpidos solamente en los parajes en que penetran ó emergen fibras medulares (raíces y ramas del par raquídeo).

La expansión nerviosa de las células ganglionares es recia; comienza por un ensanchamiento cónico, adelgazándose luego para marchar hacia la zona medular. La dirección de esta expansión es en

las células periféricas convergente al centro ganglionar, al cual no van en línea recta, sino trazando grandes curvas y flexuosidades correspondientes á la superficie esférica de las células nerviosas, por entre las que se ven obligadas á pasar.

La división en T ó en Y se dibuja limpiamente, teniendo lugar constantemente al nivel de la sustancia blanca ó medular; de lo que resulta que las células más periféricas poseen un tallo nervioso larguísimo, mientras las centrales le tienen sumamente corto.

En armonía con lo que indicamos en nuestro trabajo sobre la médula embrionaria de las aves, la división no produce dos ramas iguales, sino una rama gruesa dirigida á la periferia (fig. 1, E), y otra mucho más delgada dirigida hacia la médula. La desproporción entre ambas ramas es á veces tan notable que la delgada ó central semeja simple colateral del tallo nervioso ganglionar. En algún caso, no obstante, las deferencias son poco notables.

Dichas ramas no suministran ulterior ramificación en el espesor del ganglio. La periférica especialmente hemosla seguido buen trecho, unas veces dentro de la rama posterior del par raquídeo, otras en el espesor de la anterior, sin que jamás hayamos visto desdoblamientos. La rama central conserva también su individualidad hasta la raíz posterior.

Además de las fibras citadas obsérvanse en las impregnaciones afortunadas otras mucho más finas, desprovistas de mielina, frecuentemente ramificadas, que parecen penetrar en el ganglio por su parte externa y anterior, sin tener relación de continuidad con las raíces ni con los corpúsculos ganglionares (fig. 2, P. J). Las fibras más robustas de este género serpentean por la sustancia central ó blanca, asociándose á menudo en haces irregulares y divergiendo luego hacia la capa cortical donde constituyen, previas numerosas divisiones, una arborización terminal.

Esta arborización tiene carácter plexiforme, y se dispone formando un nido ú oவில்lo de hilos varicosos frecuentemente entrecruzados al rededor de una célula ganglionar (fig. 2, F. G. H), la cual como no suele tñirse cuando dichas fibrillas se coloran, aparece como una esfera blanca rodeada de maleza. No es posible afirmar si los ramitos varicosos de estos nidos nerviosos se anastomosan entre sí: alguna vez nos ha parecido ver alguna malla poligonal cuyos nudos estaban constituidos por gruesas varicosidades; pero la proximidad de las fibras y su notable finura nos impiden pronunciarlos determinadamente sobre este punto (fig. 2, G).

En cuanto á la posición del plexo terminal pericelular, las preparaciones de Golgi no dan informaciones muy claras, á causa de la transparencia de las células. Con todo, examinando alguno de dichos plexos en la esencia de trementina, hemos creído ver que están colocados sobre el mismo protoplasma, es decir, por debajo de las cubiertas endoteliales de la célula ganglionar.

Hay fibras que, al ramificarse sobre células, constituyen arborizaciones varicosas más sencillas, tal como la figurada en H y en S (fig. 2); bien que cabría suponer también una impregnación incom-

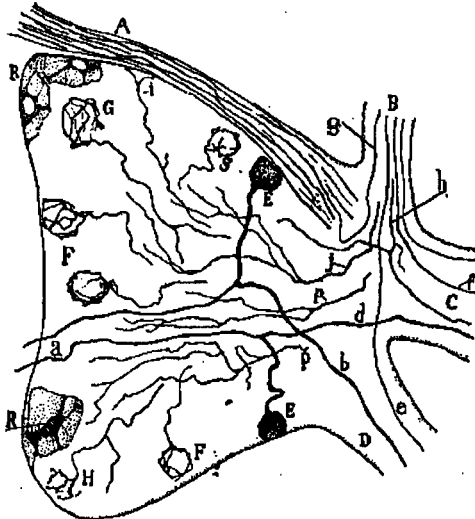


Fig. 2.º Corte transversal de un ganglio espinal de un ratón de 10 días. Coloración por el método de Golgi. En este corte se han reunido las terminaciones nerviosas pericelulares más típicas halladas en varias preparaciones.

—F, G, H nidos nerviosos pericelulares; P, J, fibras que se ramifican dentro del ganglio; A, raíz anterior; B, raíz del gran simpático; C, rama anterior del par rquíido; D, rama posterior del mismo; E, células ganglionares.

pleta de la arborización. Alguna vez alcanzan las fibrillas la periferia ganglionar sin grandes ramificaciones, pareciendo terminar libremente á favor de un espesamiento (I).

Los nidos nerviosos pericelulares que acabamos de describir no constituyen un hecho aislado en la ciencia. Ya en 1864 descubrió Arnold al rededor de las células piriformes del gran simpático de la rana, una red tupida continuada con el filamento espiral. Y, más recientemente, Ehrlich (1) y Arnstein (2) han logrado colorar dicha

(1) Ehrlich. Ueber die Methylenblaureaktion der lebender Nervensubstanz. *Deutsch. med. Wochenschrift.* n. 4 1886.

(2) Die Methylenblau als histologische Methode *Anatomischer Anzeiger.* 1887.

red pericelular así como la fibra espiral de origen, con ayuda del método del azul de metileno. A mayor abundamiento, nosotros hemos descrito en los centros varios ejemplos notables de terminaciones nerviosas pericelulares, particularmente el plexo que rodea el cuerpo de las células de Purkinje del cerebelo y constituido por la reunión de numerosas fibras nerviosas terminales emanadas de los cilindros- ejes de las células nerviosas pequeñas de la capa molecular, plexo terminal que ha sido recientemente confirmado por Kölliker (1) denominándole *Endkörben* (cestas terminales).

¿De dónde vienen estas singulares fibras que acabamos de describir? No podemos contestar de una manera categórica. Sólo diremos que las más de las veces se dirigen sus tallos de origen hacia el lado del gran simpático, y en dos ocasiones hemos logrado ver penetrar fibrillas comparables á las citadas en el cordón (B) que, desde el ganglio simpático situado por delante, se dirige al origen del par raquídeo correspondiente (fig. 2, J). Pero como no hemos podido seguir una fibra simpática de éstas hasta un nido pericelular, debemos encerrarnos todavía en cierta reserva; pues pudiera ser que ulteriores indagaciones nos hicieran rectificar opiniones todavía no bien cimentadas.

Nuestras preparaciones revelan también del modo más evidente, que las fibras llegadas del gran simpático (fig. 2, B) penetran en la raíz anterior (g), en la rama anterior del par raquídeo correspondiente (f), y en la posterior de éste (e). Alguna vez, hemos notado que, una fibra simpática se ramificaba formando una rama para el ganglio raquídeo y dos para la rama anterior del par nervioso correspondiente (h). Es claro que nosotros, no habiendo seguido tales fibras hasta sus células de origen, no podemos garantizar su procedencia.

Para ser completos, añadamos aún que el método de impregnación seguido revela alguna vez el endotelio que rodea el ganglio (figura 2, R). Sus células son aplanadas, poligonales, y en su cara profunda ofrecen crestas de impresión convergentes al núcleo que se diseñan por un color negro ó pardo intenso. El núcleo ovoideo que resalta por claro yace en el punto de convergencia de las crestas. No hay que advertir que las fosetas del endotelio corresponden á los corpúsculos nerviosos situados por debajo, así como las crestas se moldean á sus intersticios.

(1) Das Kleinhirn. *Zeitsch. f. wiss. Zool.* XLIV. 1890.

II

En un trabajo que acabamos de publicar sobre la estructura del cerebro de los pequeños mamíferos, hemos indicado la presencia de verdaderas colaterales en las fibras de la sustancia blanca, en un todo comparables á las de los cordones de la médula.

Por los mismos días en que tuvo lugar la impresión de ese trabajo (3 de diciembre) obtuvimos preparaciones todavía más demostrativas de dichas colaterales, las que se muestran, no sólo en la capa de cilindros-ejes antero-posteriores situada encima del cuerpo calloso, sino también en las fibras descendentes provenientes de pirámides que refuerzan este cuerpo por su parte infero-lateral, y hasta en las mismas fibrillas callosas ó comisurales cerca de sus extremos (figuras 3, a, b, c, g, etc.).

La zona que mejor se presta al estudio de dichas colaterales es la más inmediata á la cisura interhemisférica (fig. 3, C); porque en este paraje la corteza gris cerebral es más delgada que en otros, y más fácil, por tanto, la persecución total de las fibrillas.

Dicha zona constituida por fibras antero-posteriores emanadas de cilindros-ejes de grandes piramidales (en su mayor parte), es delgada por dentro (fig. 3, C), pero se engruesa notablemente hacia afuera (fig. 3, C 2), constituyendo un haz de sección transversal semilunar, cóncavo por abajo, entre cuyos cilindros-ejes yacen algunos corpúsculos nerviosos fusiformes.

Las colaterales emergen de estas fibras en ángulo recto, marchando en varias direcciones, pero particularmente hacia la corteza gris situada por encima. Las que proceden de la vecindad de la cisura interhemisférica (fig. 3, a, b, c,) se ramifican repetidamente, y pueden seguirse fácilmente hasta la zona molecular (n) donde forman una arborización terminal varicosa de ramos diversamente orientados. Las colaterales dimanadas de plano más externo (figura 3. e, f) ascienden también en la dirección del radio cerebral correspondiente, ramificándose y perdiéndose en la sustancia gris. Quizás vayan también algunas de sus ramas hasta la primera capa cerebral; pero el espesor notable de sustancia gris situado por encima impide casi siempre una persecución eficaz. Una misma fibra nerviosa de la sustancia blanca puede suministrar varias colaterales, pero es preciso añadir que esto se ve rarísima vez, porque dichas ramificaciones son en el cerebro mucho menos numerosas que en la médula espinal.

La mayor parte de los cilindros-ejes que llegan a la sustancia blanca (células piramidales medianas y grandes principalmente) se continúan en ella con una fibra medular por simple acodamiento; pero alguna vez, como en la médula espinal, se advierten cilindros-ejes terminados en Y, cuyas dos ramas son de igual espesor y de opuesta dirección en la sustancia blanca. En muchos casos una de las ramas de bifurcación es menor que la otra, representando una gruesa colateral (bifurcación desigual).

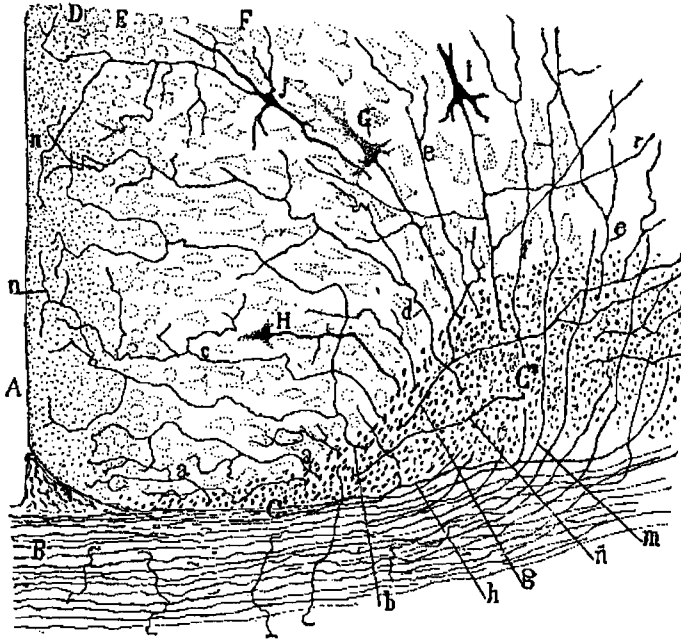


Fig. 2.º Trozo de un corte transversal y vertical de un cerebro de ratón de 10 días; A, cisura interhemisférica; B, cuerpo calloso; C, porción más interna de la sustancia blanca formada de fibras antero-posteriores; O 2, porción externa más gruesa; a, b, c, g, colaterales de las fibras de la sustancia blanca que se arborizan en la gris; j, célula cuyo cilindro se arboriza en la capa molecular; l, g, células piramidales grandes cuyo cilindro va a la sustancia blanca; n, fibra nerviosa que cambia de plano; n, arborización final de las colaterales.

Estas divisiones en Y, abundan notablemente en la sustancia blanca de la parte lateral de los hemisferios, es decir, en aquella faja blanca que forma el techo de los ventrículos laterales, y que los cortes transversales muestran continuada con las fibras del cuerpo calloso. Así que juzgamos verosímil que la rama interna de bifurcación de estos cilindros-ejes, en ocasiones tan delgada como una colateral, se incorpore realmente al grupo de fibras comisurales de dicho cuerpo.

Las colaterales que los cilindros-ejes emiten á su paso por la sustancia gris, pueden seguirse fácilmente en el ratón hasta su terminación que se verifica constantemente por una pequeña intumescencia. Abundan las colaterales de la sustancia gris que no se ramifican en su camino, siguiendo una línea casi recta hasta su terminación (fig. 3, r.).

Cuerpo calloso.—Las fibras callosas son en su mayoría finas, varicosas, casi paralelas y tan delgadas como ramillas colaterales ó cilindros de células pequeñas. En su gran mayoría suben por la sustancia gris, en línea casi recta, para rematar al nivel de las células piramidales medianas.

Pero hay también numerosas fibras que extendiéndose hasta la parte más lateral é inferior de los hemisferios, parecen ser continuación de las ramas de bifurcación igual ó desigual de pirámides medianas y aún grandes de la sustancia gris.

En resumen; las fibras del cuerpo calloso parecen ser: 1.º cilindros-ejes directos de pirámides medianas y quizás de algunos otros elementos pequeños de la corteza gris; 2.º ramas internas finas que podríamos llamar colaterales de bifurcación (pues en su arranque cambia el cilindro-eje de dirección) de expansiones nerviosas de células piramidales de mediana y de gran talla; 3.º escasas ramas de bifurcación de cilindros-ejes de igual procedencia.

Damos este origen, que modifica un tanto lo expuesto en un trabajo reciente, no como cosa definitiva sino como hipótesis probable, pues la demostración absoluta sólo podría darse persiguiendo las citadas fibras hasta la línea media ó parte central del cuerpo calloso, empresa hasta hoy irrealizable aún en las preparaciones más afortunadas.

Haremos notar la gran analogía que resulta entre el cuerpo calloso y la comisura anterior de la médula. También en ésta se entrecruzan cilindros-ejes directos, y colaterales gruesas de otros de diámetro robusto que son los situados en el cordón antero-lateral. Las terminaciones son verosímilmente idénticas en el cerebro y médula, teniendo lugar á favor de arborizaciones libres en el espesor de la sustancia gris.

El cuerpo calloso contiene también fibras finas, flexuosas y verticales que parecen provenir de fibras antero-posteriores del trigono cerebral colocado por debajo. Estas fibras, después de ascender por entre las callosas, toman de pronto una dirección antero-posterior, sustrayéndose á la observación.