

dente y otra descendente, ricamente arborizadas en dicho foco. Como nuestras indagaciones han revelado, la rama ascendente se distribuye especialmente por el ganglio de Bechterew (prolongación posterior del de Deiters), penetrando después en el cerebelo, donde tiene su especial terminación.

**Terminaciones nerviosas en los órganos del gusto.** — El aparato terminal del glosio-faríngeo, lo constituyen ciertos órganos en forma de tonel, llamados *yemas ó botones gustativos*, situados en el epitelio del surco que rodea á las papilas caliciformes y fungiformes de la lengua. En el conejo, el aparato terminal gustativo está representado por dos placas redondeadas, colocadas á los lados de la lengua y cubiertas de crestas paralelas (*órgano foliado*).

Cuando se examina al micróscopio un corte fino del *órgano foliado* del conejo, se ve que en cada surco interpapilar el epitelio posee varias hileras de yemas gustativas (fig. 164). Estas yemas afectan figura oblongada, se extienden desde el tejido conectivo á la superficie libre, y constan de dos clases de células: *las de sostén*, gruesas, pálidas, á veces vacuoladas, ricas en protoplasma y yacentes en la periferia del acúmulo celular (A); y *las bipolares* (B) situadas en el centro, mucho más delgadas y provistas de un cuerpo ligeramente engrosado por el núcleo, de un extremo superior adelgazado y prolongado hasta la superficie libre, de la cual emerge bajo el aspecto de fina pestaña, y de un cabo inferior más espeso, terminando libremente cerca del dermis. Las células epiteliales comunes llenan los espacios que median entre los botones gustativos, y, en el vértice de éstos, reservan un espacio circular, el *poro gustativo* (fig. 164, I), por donde las partículas sápidas pueden directamente impregnar las pestañas de las células bipolares.

Los filamentos nerviosos han sido estudiados por varios autores, particularmente por Arnstein, Lenhossék, Retzius, Fusari y Panaszí, Jaques, etc., los cuales se han servido ya del método de Erlich, ya del de Golgi. Los resultados conseguidos por estos observadores, concuerdan en lo substancial, y han conducido á admitir en el aparato gustativo dos clases de fibras terminales:

1.º *Fibras intragemmales* (G), es decir, fibrillas finas, numero-

sas, que, después de circular reunidas en hacecillos por debajo del epitelio, abordan el cabo inferior del botón ó yema gustativa y engendran una arborización varicosa, libre y muy complicada que abraza con sus giros y revueltas la superficie de las células bipolares.

Cuando las fibras impregnadas son muy numerosas, como aparece en la figura 164, J, el plexo terminal es tupidísimo, y no yace solamente por fuera de las bipolares sino también entre ellas.

2.º *Fibras intergemmales* (E). — En los espacios epiteliales que separan los botones gustativos, se ven además unas fibras rectas ó casi rectas, poco ramificadas, las cuales se extienden desde los manojitos nerviosos sub-epiteliales, hasta la misma superficie libre, donde acaban por un extremo varicoso, á menudo doblado ó dispuesto en zig-zag.

Ignórase cuál es la significación de estas últimas fibras. Tocante á las primeras ó intragemmales, los autores están de acuerdo en considerarlas como terminaciones sensoriales específicas, encargadas de no-

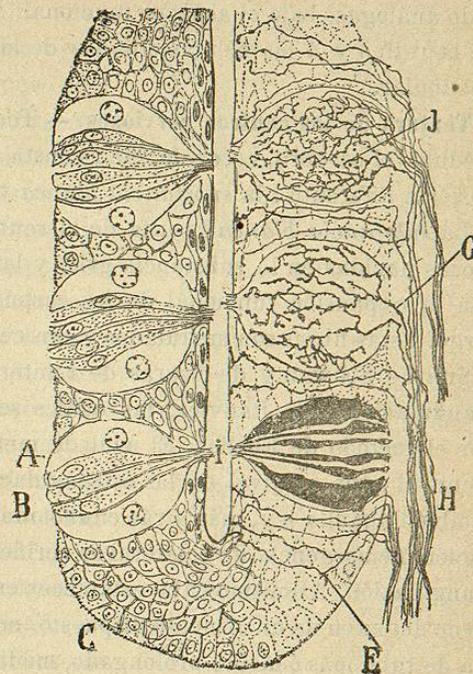


Fig. 164. — Corte vertical de un repliegue epitelial del órgano foliado del conejo. A la izquierda se ven los botones gustativos teñidos por el carmín, á la derecha se muestran, teñidos por el método de Golgi. — A, célula de sostenimiento; B, células bipolares; C, epitelio pavimentoso; E, fibras nerviosas intergemmales; G, arborizaciones nerviosas intragemmales; J, un botón gustativo donde el plexo nervioso aparecía teñido por completo; H, haces nerviosos que corren por el dermis; I, poro gustativo (según Retzius y Lenhossék).

ticiar al sensorio de las cualidades sápidas de los alimentos y bebidas.

De lo expuesto resulta que, en el aparato gustativo terminal, la impresión no es recibida directamente por los nervios, sino por unos corpúsculos intermediarios, las *células bipolares*, en un todo análogas, bajo el aspecto funcional, á los bastones y conos de la retina y á las células ciliadas de los aparatos acústico y vestibular.

**Textura de los centros nerviosos.** — Todo centro nervioso, la médula, el cerebro, cerebelo, etc., consta de dos tramas de composición diferente: la *substancia blanca* y la *substancia gris*.

La *substancia blanca* resulta de la reunión de las fibras nerviosas nacidas en la *substancia gris*, y las cuales se continúan con la expansión funcional de los corpúsculos de cilindro-eje largo. Estas fibras son meduladas y carecen de núcleos, de membrana de Schwann y de cisuras de Lanterman, pero poseen estrangulaciones de Ranvier, las cuales se ponen de manifiesto por el método de Ehrlich. El azul de metilo tiñe muy intensamente el axon al nivel de las estrangulaciones, comprobándose también aquella ley, más atrás enunciada, á saber: toda bifurcación ó emergencia de colateral se verifican al nivel de una estrangulación. Asimismo cabe establecer en ésta la existencia en torno del axon de un cemento dispuesto, no en disco, sino en forma de tubo más ó menos prolongado, mediante el cual se juntan los extremos de la mielina, que se hallan mucho más separados entre sí en los tubos centrales que en los periféricos. En ciertas fibras, la porción del axon rodeada del cemento, aparece decolorada, con lo que la estrangulación resulta formada por dos bandas azules limitadas por una zona incolora ó débilmente teñida (1). Entre ellas existe un plexo tupido formado por el entrecruzamiento de las expansiones de las células neuróglícas.

La *substancia gris* está constituida por las siguientes partes: 1.º, células nerviosas de cilindro-eje largo; 2.º, células nerviosas de cilindro-eje corto; 3.º, fibras nerviosas terminales arribadas de otros centros; 4.º, un plexo de finas ramitas colaterales

(1) Cajal: El azul de metileno en los centros nerviosos, *Revista trimestral micrográfica*, núm. 4, 1896.

emanadas, tanto de los tubos de la *substancia blanca* contigua, como del trayecto *intra-gris* de los cilindros-ejes largos, cuyas células de origen habitan en la *substancia gris*. En algunas partes de los centros, la *substancia gris* contiene también células de neuroglia.

Los centros de *substancia gris*, cuya disposición estructural ofrece caracteres especiales bastante conocidos, son: la médula espinal, el cerebelo, el cerebro, el bulbo olfatorio y los ganglios cerebro-raquídeos y simpáticos.

**MÉDULA ESPINAL.** — Cuando se examina al microscopio un corte de médula espinal, teñido por el carmín ó por la hematoxilina, obsérvanse dos partes de aspecto diverso: una periférica constituida por tubos nerviosos longitudinales paralejos al eje de la médula y llamada *substancia blanca*; otra central formada por células nerviosas y un plexo de fibrillas ó ramificaciones de cilindros-ejes (astas de *substancia gris*). En el eje de la *substancia central* ó *gris* yace un conducto fino prolongado con las cavidades del encéfalo.

**Topografía de la *substancia blanca*.** — Considerando el conjunto de la *substancia blanca*,

se ve que está dividida en dos mitades laterales por dos surcos longitudinales medios, uno anterior y otro posterior (fig. 166). Un delicado surco antero-lateral, poco aparente y correspondiente al arranque de las raíces anteriores (a), y otro postero-

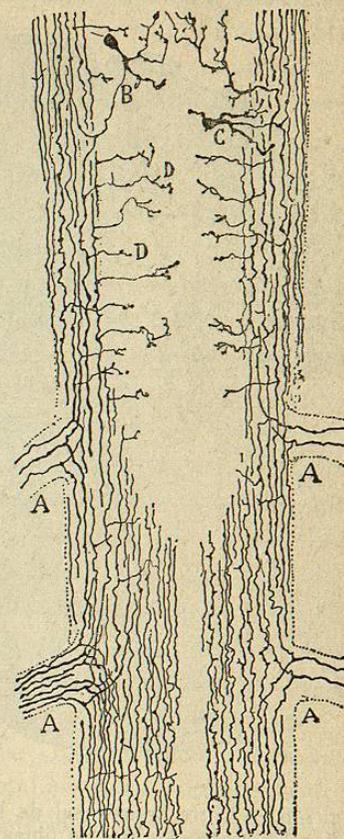


Fig. 165. — Raíces sensitivas medulares de la rana adulta. Corte longitudinal del cordón posterior de la médula espinal. — A, raíz posterior; B, célula del cordón posterior; D, colaterales sensitivas.

lateral, más acusado y emplazado en la emergencia de las posteriores (*b*), subdividen cada mitad de sustancia blanca en tres cordones: *anterior*, *lateral* y *posterior*. En la región cervical y

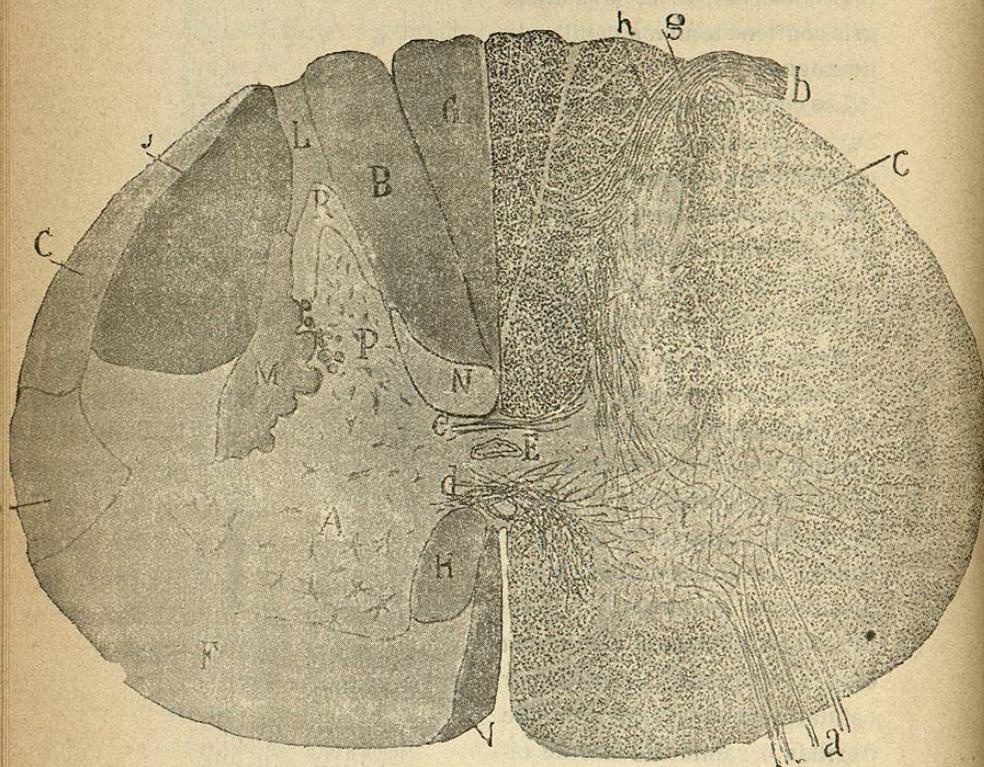


Fig. 166. — Corte transversal de la médula cervical del hombre. A la derecha representamos las fibras nerviosas meduladas; á la izquierda los diversos manojos en que se divide la sustancia blanca. — A, asta anterior; B, asta posterior; R, substancia de Rolando; B, cordón de Burdach; G, cordón de Goll; J, vía piramidal cruzada; I, vía piramidal directa; C, fascículo cerebeloso ascendente; D, fascículo de Gowers; F, porción fundamental del cordón antero-lateral; M, manojos del asta posterior; H, manojos de fibras comisurales; L, zona marginal de Lissauer; N, porción fundamental del cordón posterior; a, raíz anterior; b, raíz posterior; c, haz reflejo-motor; d, comisura anterior; e, comisura posterior; f, fibras del asta anterior.

parte de la dorsal, el cordón posterior todavía muestra una subdivisión en dos haces: el *interno* ó *cordón de Goll* (fig. 166, G), y el *externo* ó de Burdach (fig. 166, B).

Los estudios anatómicos de estos últimos años, así como los resultados obtenidos por el método embriológico de Flechsig y el de las degeneraciones secundarias de Gudden, Charcot, Turck, etc., han revelado en la sustancia blanca categorías ó sistemas de fibras, caracterizados por tener un mismo origen é idéntica significación fisiológica. En la fig. 166 reproducimos estos sistemas de fibras, que son: 1.º, la *vía piramidal directa*, manojos descendente emplazado en el fondo de la cisura anterior, por dentro del cordón anterior (fig. 166, I); 2.º, la *vía piramidal cruzada*, manojos descendente mucho más robusto, situado en el espesor del cordón lateral, junto al posterior (fig. 166, J); 3.º, la *vía cerebelosa ascendente*, que yace superficial por fuera de la vía piramidal cruzada (fig. 166, C); 4.º, el *fascículo antero-lateral ascendente* ó de Gowers (fig. 166, D), vía colocada por delante de la precedente y dirigida también al cerebelo (Lowenthal, Mott, etc.); 5.º, la *zona limitante del cordón lateral* (figura 166, M) ó *manojos del asta posterior* (Cajal), vía corta emplazada por dentro de la piramidal cruzada, tocando á la sustancia gris del asta posterior; 6.º, *zona marginal de Lissauer* (figura 166, L), campo formado por fibras finísimas, situado detrás de la sustancia de Rolando, junto á la entrada de la raíz posterior; 7.º, *manojos de las fibras comisurales* (Cajal), área de forma irregular, situada en lo interno del cordón anterior, por fuera y debajo de la vía piramidal directa (fig. 166, H), etc.

**Topografía de la sustancia gris.**—La sustancia gris está concentrada en un eje vertical, del cual proceden cuatro aletas ó expansiones, llamadas *astas*, dos anteriores, anchas, redondeadas, penetrantes, en el espesor del cordón anterior (A); dos posteriores, más delgadas, que ingresan en el espesor del cordón posterior. El *asta posterior* comprende dos zonas de apariencia diversa: *asta posterior propiamente dicha*, constituida por células de mediana talla (fig. 166, P); y *substancia gelatinosa* de Rolando (fig. 166, R), especie de casquete que recubre el cabo posterior del asta y que consta de células pequeñísimas, separadas por plexos fibrilares apretados. En la región lumbar y parte de la dorsal, la porción interna de la base del asta posterior encierra un acúmulo celular vertical, que se ha designado *columna vesicu-*

losa de Clarke. Finalmente, entre las dos astas anteriores, y por bajo del fondo del surco anterior, existe un plano de fibras meduladas (*d*), que parece juntar ambas astas (*comisura blanca ó anterior*) y entre las dos astas posteriores se hallan, como lazo de unión, dos ó tres cordones transversales de fibras finas, en gran parte ameduladas, que han tomado el nombre de *comisura posterior ó gris (e)*.

**Textura de la substancia blanca.**—Al microscopio aparece formada esta substancia por una infinidad de tubos nerviosos verticales, paralelos, de calibres muy distintos y separados por una trama tupida de células de neuroglia. Cada tubo nervioso contiene: un cilindro-eje colorable por el carmín, la vaina de Mauthner y algunas estrangulaciones prolongadas que se pueden distinguir en dos especies: estrangulaciones rectas exentas de colateral; y estrangulaciones angulosas de las cuales brota una fibrilla colateral. En los tubos más espesos cabe sorprender también las cisuras de Lanterman.

Como dejamos dicho más atrás, el azul de metileno tiñe intensamente estas estrangulaciones, denunciando la existencia de un forro de cemento destinado á juntar los cabos de la mielina.

Cuando se examina, con ayuda del método de Golgi, la substancia blanca medular de embriones de ave ó de mamíferos, así como la de mamíferos recién nacidos, se advierte que las fibras nerviosas que la forman no son otra cosa que cilindros-ejes de células de la substancia gris, los cuales, después de marchar transversalmente hacia la periferia, se hacen verticales para reingresar, tras un curso más ó menos largo, en el espesor de las astas medulares.

La mayor parte de estos cilindros-ejes acaban mediante arborizaciones extensas, varicosas y libres en el interior de la substancia gris, donde se ponen en íntimo contacto con corpúsculos nerviosos. Representan, pues, estos cilindros-ejes verdaderas comisuras arciformes longitudinales, tendidas entre dos ó más pisos de la substancia gris, disposición adivinada ya por los anatómicos antiguos, pero sólo probada hoy por las investigaciones de Golgi y las nuestras.

Todas las fibras de la substancia blanca emiten de trecho en

trecho finas ramitas colaterales, las cuales, penetrando horizontalmente en la substancia gris, se terminan en torno de las células nerviosas y sus apéndices protoplásmicos, á beneficio de un penacho de fibras suavemente varicosas, espesas y completa-

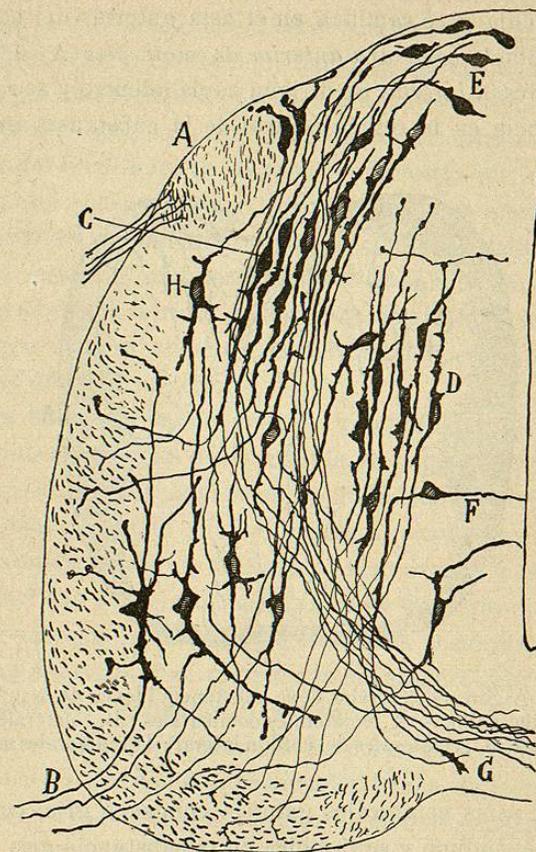


Fig. 167. — Corte de una mitad de la médula del embrión de pollo. — A, rudiemento del cordón posterior; B, raíz anterior formada por los axones de las células motrices; C, axones comisurales; D, células cuyo axon va al cordón anterior; H, célula cuyo axon iba al cordón lateral.

mente libres (fig. 165, D). Estas colaterales constituyen, como ha hecho notar Kölliker, uno de los factores más importantes de la trama medular, y su disposición y conexiones varían en cada uno de los cordones.

1.º *Colaterales del cordón anterior* (fig. 168, B).—Son las más voluminosas, nacen de los gruesos cilindros-ejes de este cordón; marchan hacia atrás agrupadas en haces irregulares y se ramifican en el espesor del asta anterior y más especialmente en torno de las células motrices. Una parte de estas colaterales gana la línea media y se ramifica en el asta anterior del otro lado, constituyendo la *comisura anterior de colaterales* (A) 2.º *Colaterales del cordón lateral*. Se dirigen hacia adentro y se ramifican de preferencia en la región central de la sustancia gris. Una

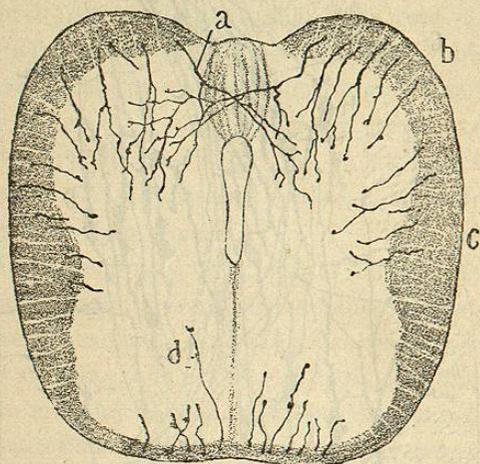


Fig. 168. — Algunas colaterales de la sustancia blanca de la médula embrionaria del pollo. — A, colaterales comisurales; B, colaterales del cordón anterior; C, colaterales del cordón lateral; D, colaterales sensitivas.

porción de estas colaterales gana la comisura gris, cruza por detrás del epéndimo y se ramifica en la sustancia gris del asta posterior (C). 3.º *Colaterales del cordón posterior*. Nacen de la mayor parte del trayecto vertical de las ramas ascendente y descendente de las radicales sensitivas, así como de fibras cortas constitutivas de la zona de Lissauer y porción anterior del cordón de Burdach. Estas colaterales forman cuatro grupos, á saber: a) *colaterales sensitivo-motrices* ó largas, las cuales, naciendo del cordón de Burdach, cerca de la entrada en éste de las radicales sensitivas, dirigense hacia adelante, ramificán-

dose en torno de las células motrices (fig. 169, C); *colaterales cortas* destinadas á la sustancia de Rolando y asta posterior (a); c) *colaterales de la columna de Clarke* (D), las cuales brotan de la porción interna del cordón posterior y reunidas en haz posteroanterior, se arborizan en torno de las células de dicha columna (en la región cervical y dorsal estas colaterales se ramifican en un foco gris central en las inmediaciones del epéndimo); d) *colaterales para la comisura posterior*, las cuales, después de pasar por la porción más posterior del rafe, se arborizan en el asta posterior del otro lado. Se ve, por lo expuesto, que la comisura posterior está constituida por tres manojos de colaterales: anterior, nacido del cordón antero-lateral; medio, brotado de la porción más posterior del lateral; posterior partido de la porción más interna del posterior: todas estas colaterales cruzadas se distribuyen en la sustancia gris del otro lado, principalmente en la base del asta posterior.

**Textura de la sustancia gris.** — Prescindiendo de la neuroglia, la sustancia gris de la médula se compone: 1.º, de células nerviosas y sus expansiones protoplásmicas; 2.º, de los cilindros-ejes que estas células dirigen á la sustancia blanca; 3.º, de ramificaciones de colaterales llegadas de la sustancia blanca; 4.º, de arborizaciones finales de cilindros-ejes arribados de la sustancia blanca ó de las raíces posteriores; 5.º, de colaterales emitidas, á su paso por la sustancia gris, por algunos cilindros-ejes destinados á la blanca.

Las propiedades morfológicas de los corpúsculos nerviosos discrepan poco en ambas astas, excepción hecha de la sustancia de Rolando, donde habitan algunos elementos específicos; por lo cual la distinción que se establece en asta anterior y posterior tiene una significación más topográfica que estructural. La única distinción que cabe hacer entre las células, estriba en el comportamiento de su cilindro-eje. Bajo este aspecto, nosotros separamos cinco especies ganglionares que aparecen representadas en las figs. 167 y 170: 1.ª, *células radicales*; 2.ª, *células comisurales*; 3.ª, *células de los cordones*; 4.ª, *células pluricordones*; 5.ª, *células de cilindro corto*. Salvo la especie última, cuyo cilindro-eje se pierde en la sustancia gris, las cuatro pri-