

LOS GANGLIOS

fo 486(2)

Y

# PLEXOS NERVIOSOS

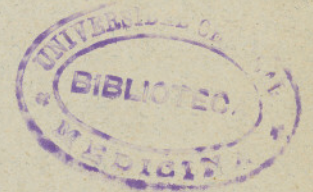
DEL INTESTINO DE LOS MAMÍFEROS

Y PEQUEÑAS ADICIONES Á NUESTROS TRABAJOS SOBRE LA MÉDULA Y GRAN SIMPÁTICO GENERAL

POR

S. R. CAJAL

Profesor de Histología de la Facultad de Medicina de Madrid.



CON 13 GRABADOS INTERCALADOS EN EL TEXTO

23 de Noviembre de 1893

MADRID

IMPRENTA Y LIBRERÍA DE NICOLÁS MOYA

Carretas, 8, Garcilaso, 6

1893



47-1-13

LOS GANGLIOS Y PLEXOS NERVIOSOS  
DEL  
INTESTINO DE LOS MAMÍFEROS



LOS GANGLIOS

Y

BIBLIOTECA UCM



5301484534

# PLEXOS NERVIOSOS

DEL INTESTINO DE LOS MAMÍFEROS

Y PEQUEÑAS ADICIONES Á NUESTROS TRABAJOS SOBRE LA MÉDULA Y GRAN SIMPÁTICO GENERAL

POR

S. R. CAJAL

Profesor de Histología de la Facultad de Medicina de Madrid.



CON 13 GRABADOS INTERCALADOS EN EL TEXTO

23 de Noviembre de 1893

MADRID

IMPRENTA Y LIBRERÍA DE NICOLÁS MOYA

Carretas, 8, Garcilaso, 6

1893



## LOS GANGLIOS Y PLEXOS NERVIOSOS

DEL

### INTESTINO DE LOS MAMÍFEROS

POR S. R. CAJAL

---

Como es bien sabido, desde las investigaciones de Meissner (1) y Auerbach (2), el tubo intestinal posee, además de los nervios llegados del gran simpático general y acaso de otros de origen medular, un sistema nervioso propio, constituido por dos plexos ganglionares: uno situado entre las dos capas de fibras de la membrana muscular (*plexo de Auerbach ó mientérico externo*); otro colocado por fuera de la zona glandular, en el seno del tejido conectivo submucoso (*plexo de Meissner ó mientérico interno*). La presencia de estos centros explica el automatismo de los movimientos intestinales.

Desgraciadamente, se conocen muy poco tanto la estructura como el mecanismo funcional de los ganglios de Meissner y Auerbach. Los métodos aplicados á la resolución del problema de la morfología y conexiones de las células de estos ganglios, son notoriamente insuficientes y no pueden engendrar sino meras conjeturas. Por ejemplo, el cloruro de oro preferentemente usado por los histólogos modernos, no impregna suficientemente las expansiones de las células ganglionares, y la disociación, así como el examen de finos cortes de las paredes intestinales, sólo consienten reconocer el cuerpo y cuando más el arranque de alguna espesa prolongación celular. Esta insuficiencia de los métodos explica la vaguedad y contradicción de las opiniones de los anatómicos.

(1) *Meissner*: Ueber die Nerven der Darmwand. *Zeitschr. f. ration. Medic.* N. F. Bd. viii, 1857.

(2) *Auerbach*: Ueber einen. Plexus myentericus, einen bisher unbekannten ganglio-nervösen Apparat im Darmcanal der Wirbelthiere. Breslau, 1862. *Arch. f. pathol. Anat. und Physiol.* xxx.

x-53-122063-9



Así, para no citar más que la opinión de los neurólogos de más boga, Henle (1) afirma que las células del plexo de Auerbach son, unas multipolares y otras unipolares. Parecida opinión emiten Klein y Verson (2). Schwalbe (3), Ranvier (4) y Toldt (5), juzgando estas células iguales que las del gran simpático vertebral, las describen como multipolares. W. Krause (6) se inclina á pensar que las células del plexo de Auerbach son multipolares y bipolares las del de Meissner, habiendo creído sorprender dicotomías en alguna de las expansiones.

En sentir de los citados autores, las expansiones de las células de Auerbach y Meissner se continuarían con otras tantas fibras nerviosas ó de Remack, por donde vendrían á resultar idénticos los corpúsculos simpáticos intestinales y los del simpático central ó vertebral.

Pero después que nuestras investigaciones (7), así como las de Retzius (8), van Gehuchten (9) y L. Sala (10), han demostrado que las células del simpático vertebral se comportan como las de los centros cerebro-raquídeos, exhibiendo un solo cilindro-eje continuado con una fibra de Remack, y numerosas expansiones cortas ó protoplasmáticas, era urgente la revisión del estudio de los ganglios simpáticos periféricos ó viscerales, tanto más, cuanto que cabía sospechar, dada la insuficiencia de los métodos, que la supuesta multipolaridad de las células de Meissner y Auerbach descansaba, más que en observaciones precisas, en la generalización de las opiniones corrientes tocante á la morfología de los elementos del gran simpático vertebral.

Relativamente á la disposición general de los plexos de Auerbach y Meissner, así como tocante á la estructura, curso y terminaciones de los hacecillos de fibras nerviosas, nuestros conocimientos son mucho más positivos y completos. En realidad, poco ó nada puede añadirse á las des-

(1) *Henle*: Handbuch der Nervenlehre des Menschen. 2.<sup>a</sup> Auflage, 1879. Braunschweig (p. 638).

(2) *Stricker*: Handbuch der Lehre von der Geweben des Menschen und der Thiere. (Darmkanal. von E. Klein u. Verson). Leipzig, 1871, p. 411.

(3) *Schwalbe*: *Lehrbuch der Neurologie*, Erlangen, 1881, p. 1015.

(4) *Ranvier*: *Leçons d'Anatomie générale faites au Collège de France. Appareils nerveux terminaux des muscles de la vie organique*, Paris, 1880.

(5) *C. Toldt*: *Lehrbuch der Gewebelehre*, etc. Stuttgart, 1888, p. 471.

(6) *W. Krause*: *Allgemeine und microscopische Anatomie Hannover*, 1876, página 483, 484 y siguientes.

(7) *Cajal*: *Notas preventivas sobre la retina y gran simpático de los mamíferos. Gaz. San. de Barcelona*, Diciembre, 1891.

(8) *G. Retzius*: *Ueber den Typus der sympathischen Ganglienzellen der höheren Thiere. Biologischen Untersuchungen. Neue Folge III*, 1892.

(9) *van Gehuchten*: *Les cellules nerveuses du sympathique chez quelques mammifères, etc. La Cellule*, t. VIII, 1892.

(10) *L. Sala*: *Sulla fina anatomia dei ganglii del simpatico. Monitore zoologico italiano. Anno III*, 1892, números 7 y 8.

cripciones de Meissner (1), Auerbach (2), Arnold (3), Loewit (4), Arnstein y Goniaew (5), Gerlach (6), Henle (7), Ranvier (8) y Drasch (9).

Este último autor merece ser citado especialmente, pues sus indagaciones se encadenan naturalmente con las nuestras. Drasch describió perfectamente los plexos de Auerbach y Meissner, así como los situados en la capa glandular y espesor de las vellosidades. Entre las glándulas de Lieberkühn halló una primera red de gruesos fascículos nerviosos, de la que parte otra segunda más delicada y superpuesta á la membrana glandular. En el espesor de las vellosidades describe dos redes también: una superficial, á cuyo cargo correría el suministro de nerviecitos para los capilares y membrana basal del epitelio; y otra profunda, que provee de filamentos terminales á las fibras lisas de la vellosidad. Tanto en los hacecillos ó trabéculas de la red intravillosa, como en los del plexo periglandular, habitarían numerosas células ganglionares.

Las revelaciones del cloruro de oro estaban agotadas. Nuevos métodos eran precisos si se quería continuar el estudio de la inervación del intestino. Por lo cual nada parecía más natural que aplicar á este órgano los dos métodos de Golgi y Ehrlich, que tan brillantes resultados han dado en el examen de los centros cefalo-raquídeos y terminaciones nerviosas.

Dió la señal Arnstein, y seguimos inmediatamente nosotros, Caparelli, Müller y Berkley.

Arnstein (10), ciñéndose solamente al estudio de las terminaciones nerviosas, demostró de manera positiva, que las fibrillas simpáticas acaban por extremos libres en el cemento que rodea las fibro-células de la túnica muscular del estómago (rana).

Nosotros tentamos dos ensayos, uno con el método de Golgi en los mamíferos, otro con el de Ehrlich en la rana. En nuestro primer trabajo (11),

(1) *Loc. cit.*

(2) *Loc. cit.*

(3) *Arnold*: Artículo Gewebe der Organischen Muskeln del Stricker's Handbuch, 1871.

(4) *Loewit*: *Die Nerven der glatten Muskulatur. Accad. von Wissensch. z. Wien. 3 Class. Bd. LXXI*, 1875.

(5) *Arnstein y Goniaew*: *Archiv. für mikroskopische Anatomie. Bd. XI*, 1875.

(6) *Gerlach*: *Berichte d. Königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Vol. 21*, Febrero, 1873.

(7) *Henle*: *Handbuch der Nervenlehre des Menschen. 2 Aufl.*, 1879.

(8) *Ranvier*: *Leçons d'Anatomie générale, etc. Appareils nerveux terminaux, etcétera. Paris*, 1880.

(9) *Drasch*: *Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues des Dünndarms, etc. Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wissenschaften. Bd. 82. III. Abtheil, Wien.*, 1880.

(10) *Arnstein*: *Die Methylenblaufärbung als histologische Methode. Anatomischer Anzeiger*, 1887. Bd. II, p. 129.

(11) *Cajal*: *Nuevas aplicaciones del método de Golgi. Septiembre de 1889. Barcelona*.



logramos demostrar, dentro de las vellosidades del conejillo de Indias recién nacido, un plexo nervioso tupidísimo, cuyas nudosidades están ocupadas por células nerviosas multipolares, de expansiones ramificadas y anastomosadas. Quedaba, por tanto, confirmado y ampliado el descubrimiento de Drasch. En nuestro segundo trabajo (1), que recayó en el plexo de Auerbach de la rana, el azul de metileno nos mostró la existencia de numerosas células nerviosas fusiformes ó estrelladas, multipolares, cuyas prolongaciones, á menudo anastomosadas, se ramificaban repetidamente y se continuaban con las fibras de los hacecillos del plexo principal. No fue posible observar diferenciación alguna de las expansiones ganglionares; todas parecían tener caracteres de nerviosas.

Capparelli (2), que concretó su investigación á las terminaciones nerviosas de la mucosa del estómago, describió un plexo nervioso sub-epitelial, algunos de cuyos ramitos le parecieron terminar en el extremo profundo de las células caliciformes.

Müller (3) ha descrito circunstanciadamente los plexos periglandular y el de las vellosidades del intestino; ha confirmado en éstas la existencia de células multipolares continuadas con brazos aparentemente anastomosados, y ha demostrado que las fibrillas nerviosas forman plexos, entrecruzándose sin anastomosarse, y acabando libremente, ya sobre fibras musculares, ya sobre fondos de saco glandulares, ya debajo del epitelio intestinal. En el extremo de las fibras dibuja este autor una varicosidad piriforme. Como se ve, Müller adopta, aun para los plexos viscerales del simpático, la doctrina (defendida por His, Forel, Cajal, van Gehuchten, von Lenhossék, Retzius, Etinger, en lo referente á los centros) de la perfecta independencia del trayecto y terminación de las fibras nerviosas.

Berkley (4), cuyo trabajo ha debido ver la luz casi simultáneamente al de Müller, pues que no cita á este autor, describe los plexos de Meissner, el de las vellosidades y el que rodea las glándulas de Lieberkühn. Coincidiendo con Müller, señala en las fibras musculares de la *muscularis mucosæ* la existencia de terminaciones á favor de abultamientos libres, y admite además en esta membrana la presencia de ciertos órganos terminales capsulados, y llenos de una materia refringente salpicada de granitos coloreables por el cromato argéntico (estos órganos no se muestran nunca en nuestras preparaciones). En discordancia con Drasch, con

Müller y con nosotros, no ha podido Berkley hallar células nerviosas, ni en el plexo que rodea las glándulas de Lieberkühn, ni en el yacente en el espesor de las vellosidades. Las fibras nerviosas de éstas acabarían bajo el epitelio, á beneficio de bulbos ó nudosidades libres, conjeturando que los corpúsculos ganglionares vistos por Drasch, Müller y nosotros, no son otra cosa que dichos bulbos.

Tan gratuita suposición nace de la poca fortuna con que Berkley ha aplicado el método de Golgi, puesto que no ha logrado teñir ninguna célula nerviosa ni aun en los ganglios de Meissner y Auerbach. Verdad es que la coloración de los elementos ganglionares de éstos es empresa difícil, habiendo resistido también á las reiteradas tentativas de E. Müller.

En toda indagación científica hay una hipótesis previa, cuya verificación es precisamente lo que motiva la experimentación. En el actual trabajo, la hipótesis directora fue la siguiente: nuestras investigaciones sobre el simpático vertebral, y las que en unión de Cl. Sala (1) emprendimos sobre la inervación del páncreas, hacen sumamente verosímil la existencia de dos sistemas simpáticos: uno central, cuyas células estarían provistas de dos clases de apéndices, el cilindro-eje y expansiones protoplásmicas; otro periférico (yacente en las glándulas y músculos involuntarios), cuyos elementos presentarían una sola especie de expansiones, terminadas ya en células glandulares, ya en corpúsculos musculares (2).

Nuestros ensayos en el plexo de Auerbach de la rana, parecieron confirmar este dictamen, pero restaba averiguar si sucede lo mismo en los ganglios intestinales de los mamíferos. Contribuir en lo posible á dilucidar este punto, así como al esclarecimiento de los problemas referentes á la inervación intestinal, han sido los móviles de la presente indagación.

#### APUNTES TÉCNICOS

No todos los mamíferos son igualmente ventajosos para la observación de la estructura de los ganglios intestinales. Después de muchos ensayos en el perro, conejo, rata, ratón y vaca, hémonos fijado en el conejillo de Indias, donde hemos logrado las preparaciones más demostrativas.

En general, puede afirmarse que la coloración de las fibras nerviosas por el método de Golgi es empresa facilísima (sobre todo por el procedi-

(1) *Cajal*: El plexo de Auerbach de los batracios. Febrero 1892.

(2) *Capparelli*: *Biologische Centralblatt*. Bd. XI, 1891.

(3) *E. Müller*: Zur Kenntniss der Ausbreitung und Endigungsweis der Magen-Darm-und Pankreas Nerven. *Arch. f. mikros. Anat.* Bd. XI.

(4) *J. Berkley*: The Nerves and Nerve Endings of the Mucous Layer of the Ileum as shown by the rapid Golgi Method. *Anatomischer Anzeiger*. Bd. VIII, número 1, 1893.

(1) *Cajal y Cl. Sala*: Terminación de los nervios y tubos glandulares del páncreas de los vertebrados, etc. 28 Diciembre, 1891.

(2) Recientemente parece haber hallado Berkley células semejantes á nuestras simpáticas viscerales ó periféricas, en la trama misma del corazón: On complex Nerve Terminations and ganglion Cells in the muscular Tissue of the Heart Ventricle. *Anat. Anzeiger*. October, 1893.



miento de impregnación doble), en todos los mamíferos. Se preferirán, no obstante, los pequeños animales, tales como la rata y ratón, cuando nos propongamos conseguir coloraciones extensas de los plexos (por ejemplo, los plexos completos de Meissner, periglandular é intravilloso), ó deseemos perseguir durante largos trayectos una fibra nerviosa. Mas si nuestra intención es impregnar las células nerviosas, nos dirigiremos sin vacilar al conejo de Indias recién nacido ó de pocos días. Sólo en este animal hemos alcanzado á teñir las células de los plexos de Meissner y Auerbach.

El método utilizado es el llamado de *impregnación doble*, bien conocido. Por lo que pudieran significar en el éxito de la coloración, mencionaremos aquí dos detalles técnicos, con cuya aplicación han coincidido nuestras mejores impregnaciones.

El segundo baño indurante contiene más fuerte proporción de bicromato potásico que el primero. Además de la cantidad ordinaria de ácido ósmico (5 ó 6 de solución de ácido ósmico al 1 por 100, por 20 de solución de bicromato al 3 por 100), añadimos á dicho baño, en cuanto se han sumergido las piezas, un grueso terrón de bicromato potásico, que se disuelve paulatina y parcialmente durante las veinticuatro horas siguientes.

El segundo detalle consiste en que los trozos de intestino, cuidadosamente enjugados en papel chupón después de su salida del segundo baño indurante, permanecen en nitrato de plata de tres á seis días.

La casi saturación del baño indurante y la influencia de más larga permanencia en el nitrato, acaso influyan en el éxito. No lo aseguramos, pues no hemos estudiado suficientemente este asunto; pero nos ha parecido que, tratándose de un caso de difícil impregnación, deben hacerse constar hasta las menores circunstancias acompañantes del buen resultado.

Otra advertencia más. Preferimos á todas las porciones del intestino, el duodeno, y, sobre todo, las partes del tubo digestivo retraídas por ausencia de materias alimenticias. Los segmentos de intestino vacío, se induran formando bloques macizos, por adherencia de las paredes, y en ellos se logran las mejores coloraciones de los plexos glandulares y de las vellosidades. A veces es conveniente, después de extraer el intestino del primer baño indurante, hacer un corte á lo largo para que el nitrato penetre fácilmente. Si preferimos cortes transversales, las piezas no deben pasar de cuatro ó cinco milímetros de longitud.

Las secciones microtómicas más ventajosas son las tangenciales, porque permiten ver los plexos de plano ó en corte oblicuo; circunstancia favorable para la pesquisa de células enteras. Las piezas se fijarán sobre un bloque de parafina, á beneficio de un escalpelo caliente. No se trata de un encastramiento completo, sino de rellenar de parafina la porción

inferior del objeto seccionable, al objeto de evitar que éste se doble ó deprima durante la maniobra de cortar. Como es natural, debe impedirse que la pieza, que ha debido permanecer algunos momentos en alcohol, se desequie en la operación de encastramiento.

#### PLEXO DE MEISSNER

Como es sabido, este plexo se compone de haccillos nerviosos entrecruzados y de pequeños ganglios situados en los puntos nodales. Prescindiremos de los caracteres macroscópicos y disposición general, bien conocidos desde el trabajo de Meissner, y expondremos solamente los resultados obtenidos con el método de Golgi en lo referente á la estructura de haces y ganglios (fig. 1, c).

**Haccillos.** — Cada fascículo de este plexo encierra fibras gruesas y fibras finas, íntimamente ligadas entre sí á favor de un cemento que, en las impregnaciones irregulares, se tiñe en castaña por el cromato argéntico. Las preparaciones, en las que el depósito argéntico ha recaído exclusivamente en las fibras, muestran los fascículos como una reunión de hilos varicosos, flexuosos, perfectamente independientes, cuyo curso puede seguirse en considerable extensión.

Persiguiendo suficientemente cada fascículo, se llega siempre á uno ó varios entrecruzamientos, á cuyo nivel los cilindros-ejes cambian de lugar, constituyendo kiasmas complicados. En éstos, como ya ha demostrado Müller, y como ya dejan advertir las preparaciones al cloruro de oro, no se ven jamás anastomosis. Al nivel de los kiasmas, se advierte que algunas fibras se bifurcan (fig. 2, e); las ramas resultantes, cuyo diámetro suele ser igual (hay excepciones), pasan á formar parte de haces distintos. No faltan tampoco filamentos no ramificados, que saltan de un manojo á otro, contorneando en asa la periferia del kiasma, y sin sufrir entrecruzamiento.

**Ramas comunicantes ó perforantes.** — Los autores mencionan haces que ponen en comunicación los distintos plexos intestinales. Estos fascículos comunicantes, que pueden estudiarse bien, tanto en los cortes longitudinales como en los tangenciales y oblicuos, distingüense en delgados y gruesos.

Los *gruesos* constan de seis, ocho ó más fibras, cruzan ya vertical, ya oblicuamente la capa de fibro-células circulares, y acaban mezclando sus filetes, ya con los ganglios de Auerbach, ya con los robustos fascículos del plexo de este nombre.

Los *delgados* constan de dos á cuatro fibras, rara vez de más. A menudo están representados por un solo filamento desprendido de un ganglio de Meissner. La fibra ó haccillo perforante se desliza oblicuamente por el tejido conjuntivo subglandular, y se incorpora á los fascículos



transversales del plexo *muscular profundo*. Al enlazar con éstos puede verse cómo el fascículo perforante se quiebra en dos manojitos que siguen la dirección general de dicho plexo. A veces, cabe seguir las fibras ó haces perforantes hasta el espesor mismo de la zona de fibro-células circulares, donde se bifurcan uniéndose á los hacecillos intersticiales.

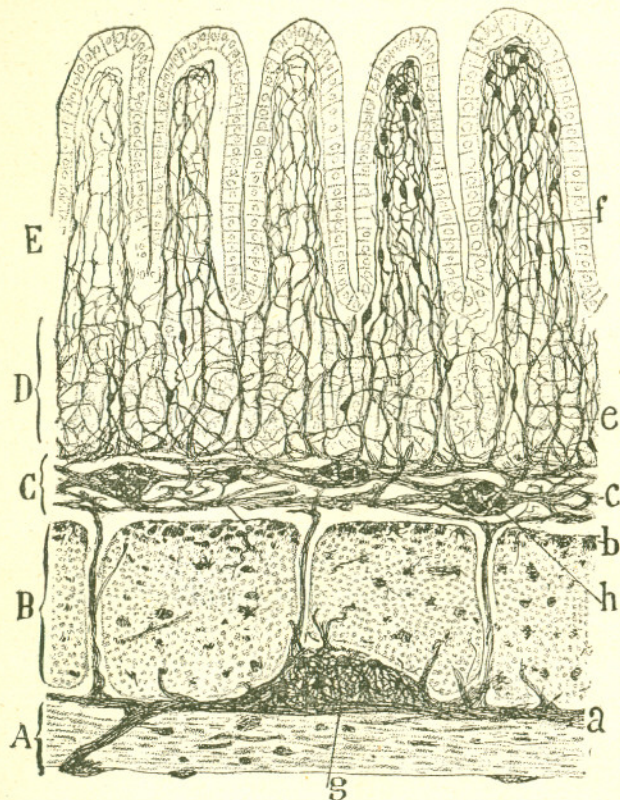


Fig. 1.—Corte longitudinal del intestino delgado del conejillo de Indias, (figura semi-esquemática destinada á presentar la totalidad de los plexos y ganglios del intestino).—A, capa de las fibras musculares longitudinales; B, capa de fibras musculares circulares; C, tejido conjuntivo submucoso, con el plexo y ganglios de Meissner; D, capa de las glándulas de Lieberkühn; E, vellosidades.—a, plexo de Auerbach; g, ganglio de Auerbach; b, plexo muscular profundo cortado de través; c, fascículos del plexo de Meissner; e, haces del plexo peri-glandular; f, plexo intravilloso.

**Ganglios.**—Los ganglios de Meissner presentan un tamaño muy variable; en el conejo de Indias los hay tan diminutos que constan solamente de una ó dos células; los mayores encierran seis ú ocho corpúsculos nerviosos.

Tres cosas hay que considerar en todo ganglio: las fibras nerviosas de paso, las colaterales de éstas y los corpúsculos ganglionares.

**Fibras de paso.**—Por los varios ángulos de cada ganglio penetran multitud de fibras nerviosas, ya espesas, ya finas, siempre varicosas, las cuales, después de contornear los cuerpos celulares, se juntan á los fascículos del plexo de Meissner. Hay fibras que marchan por la periferia, pasando de un haz á otro, sin perder apenas su rectitud y sin cruzar por entre las células; otras trazan complicados giros y revueltas en el espesor del ganglio, siendo difícil perseguirlas.

La mayoría de las fibras de paso cruzan el ganglio sin bifurcarse ni emitir colaterales; pero se ven también algunas, acaso las más gruesas,

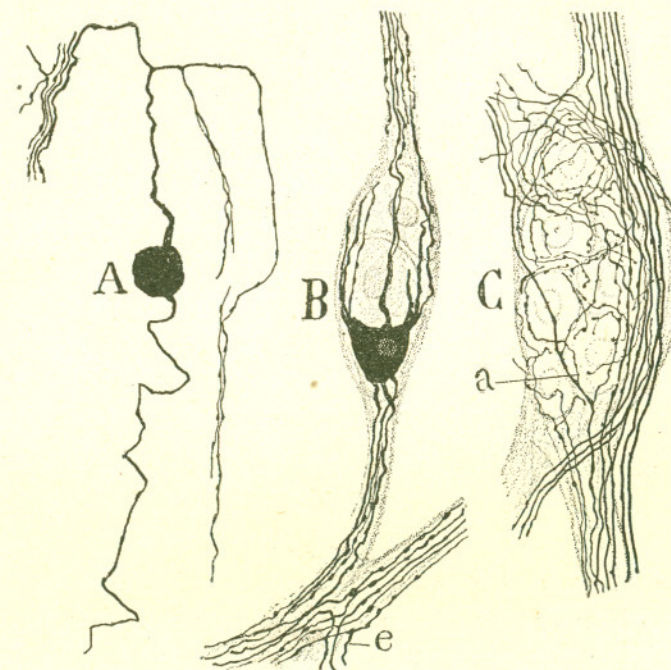


Fig. 2. — Células de los ganglios de Meissner del conejillo de Indias. — A, una célula bipolar; B, célula multipolar de un pequeño ganglio; C, ganglio de Meissner con fibras de paso y colaterales.—a, fibra que daba tres colaterales; e, bifurcación de una fibra en un kiasma.

que, ya al abordar el ganglio, ya en el espesor mismo de éste, se dividen en T ó en Y, y las ramas resultantes se incorporan á los hacecillos emergentes (fig. 3, A, B).

**Colaterales.**— Cuando se logra una impregnación muy completa de los ganglios de Meissner, aparecen coloreadas, no solamente las fibras de paso, sino también una cantidad notable de hebras finísimas, fuertemente varicosas, de curso flexuoso, y á menudo recurrente, que constituyen, alrededor de las células nerviosas, un plexo de gran complicación. En tales preparaciones, la persecución de las fibras es difícil, á causa de su



excesivo número y curso intrincadísimo. Pero cuando los ganglios se impregnan á medias, y se practica el examen con un buen objetivo (apocromático 1,30, 2 mil. Zeiss), se logra esclarecer, por lo menos en parte, el origen de estas delicadas hebras. Como puede notarse en la fig. 3, *c, f*, del curso intra-ganglionar de ciertas fibras de paso, proceden, bien en ángulo recto, bien en ángulo agudo, unas hebras finas tan varicosas que parecen sargas de perlas. En el punto de origen, se ve un ensanchamiento triangular ó esferoidal. El curso de estas colaterales es sumamente complicado; en general, marchan flexuosamente por entre las células, trazando á menudo giros y revueltas inesperadas, que dificultan mucho su

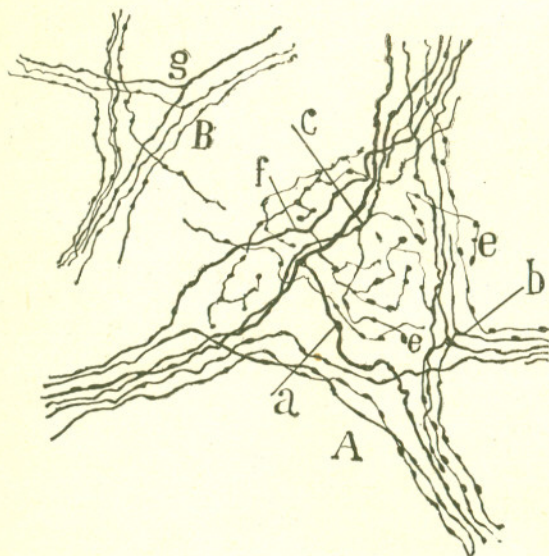


Fig. 3.—A. Ganglios de Meissner del conejillo de Indias (las células no estaban impregnadas) *a*, fibra gruesa que se bifurcaba; *b*, fibra menos gruesa también bifurcada; *c*, fibra de paso que emitía dos colaterales; *e*, extremo libre de las colaterales; *f*, otra fibra de paso que suministraba una colateral. B, Kiasma del plexo de Meissner; *g*, bifurcación de una fibra nerviosa. (Examen con el objetivo 1,30, 2 milímetros de Zeiss).

persecución. Algunas acaban á no mucha distancia de su origen, mediante una nudosidad terminal, superpuesta á un cuerpo celular; otras, se ramifican en su camino, originando, comunmente en ángulo recto, dos ó más ramillas del mismo modo terminadas. De algunas fibras colaterales no podríamos afirmar si acaban positivamente en el interior del ganglio, ó si pasan más allá; pero de las más finas y cortas, la terminación libre intraganglionar, parece un hecho positivo, dado que, de manera constante, se ve cesar la impregnación al nivel de un engrosamiento redondeado (caso común en muchas fibras nerviosas terminales).

Cada fibra de paso puede suministrar una, dos, lo más cuatro colate-

rales. Digamos desde luego que se ven muchas fibras de paso (la mayoría) desprovistas de colaterales. En alguna ocasión, la colateral existe, pero procede en ángulo tan agudo, que semeja una fibra fina de tránsito, ramificada en el espesor ganglionar.

Aun cuando las fibrillas finas ramificadas dentro de los ganglios, nos han parecido colaterales de cilindros-ejes de paso, no estamos en el caso de excluir por completo la existencia de fibras terminales. En una ocasión, el tallito, del cual dimanaban dos ó tres ramitas, parecía agotarse en el ganglio mismo. No podemos, no obstante, pronunciarnos abiertamente sobre este punto, pues pudiera suceder que se tratara de impregnaciones incompletas.

Acaso ciertas fibras nerviosas de paso, suministran colaterales en varios ganglios, como sucede con las fibras comisurales longitudinales del gran simpático vertebral. De todos modos, no cabe (al menos en nuestros preparados) establecer directamente el hecho, á causa de la dificultad de perseguir una misma fibra á través de dos ó más ganglios.

*Células.*— Se trata de corpúsculos de gran tamaño, esferoidales ó poliédricos, provistos de dos, tres ó más expansiones, que, emergiendo del ganglio, se incorporan á los hacecillos nerviosos del plexo de Meissner. En general, la forma varía según la posición de la célula en el ganglio; las células aisladas afectan figura más ó menos esferoidal, mientras que las asociadas en grupos se deforman por presión recíproca, presentándose poligonales; los elementos que limitan los extremos de un ganglio (fig. 2, B), suelen ser hemisféricos ó semilunares.

Como ya revelan las preparaciones al carmín, la talla es muy variable, aun en los corpúsculos de un mismo ganglio. Una particularidad interesante nos ha llamado la atención recientemente, á saber: que la dimensión de las células, así como el número de las mismas, guarda proporción con el espesor de las túnicas musculares; por donde puede inferirse que las células de Meissner proveen también de fibrillas terminales las zonas musculares del intestino (mediante los ramos perforantes).

Relativamente á las expansiones, todas ó casi todas las células de los ganglios de Meissner pueden calificarse de multipolares, confirmandose así la presunción de muchos anatómicos, y la disposición que, con ayuda del azul de metileno, demostramos nosotros en el plexo de Auerbach de la rana (fig. 4).

Los apéndices, en número de tres, cuatro ó más, proceden indistintamente de cualquier lado de la célula, exhibiendo en su arranque un aspecto grosero y desigual y un espesor dos ó tres veces mayor que el de la mayor parte de las fibras de los hacecillos del plexo. Si la expansión es delgada, puede no ramificarse en largo trayecto; pero si es espesa (caso más general), no tarda en descomponerse en varias fibras varicosas enteramente idénticas como espesor, disposición de contorno y curso



ulterior á las constituyentes de los fascículos inmediatos. En casos favorables, puede seguirse una prolongación á gran distancia, sorprendiéndose su incorporación á los haces del plexo de Meissner y cabiendo observar dos y hasta tres bifurcaciones (fig. 4, *g*). A menudo, las ramas procedentes de una expansión celular son notablemente finas, y naciendo en ángulo agudo, se las ve seguir largo trecho paralelamente al tallo progenitor, hasta que todas ingresan en un manojito.

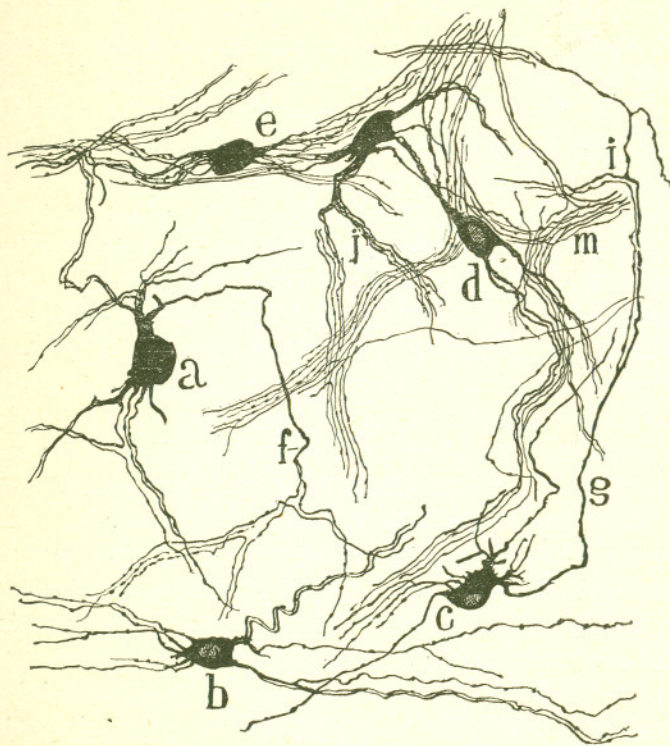


Fig. 4.—Células de los ganglios de Meissner del conejillo de Indias, (los ganglios mismos no han sido representados).—*a*, *b*, *c*, células que se impregnaron aisladamente, multipolares, algunas de cuyas expansiones se siguieron largo trecho; *d*, *e*, células que se coloraron al mismo tiempo que algunos fascículos del plexo de Meissner; *f* y *g*, fibras donde se ven ramificaciones; *j*, expansión celular que engendra un hazcillo de fibras.

Otra disposición muy común es la siguiente: algunos apéndices celulares, generalmente espesos y ásperos, resuélvense bruscamente en haces de fibras nerviosas que no tardan en incorporarse al plexo de Meissner. Semejante disposición sólo puede establecerse con entera certidumbre cuando la impregnación ha recaído en uno ó pocos elementos completamente aislados; pues si se revelan simultáneamente las células y los haces nerviosos muy inmediatos á éstas, se corre el riesgo de tomar un

manojito superpuesto como emanación directa del cuerpo del corpúsculo ganglionar.

En dos ocasiones, las células de Meissner se nos han mostrado francamente bipolares (fig. 2, *A*), naciendo las expansiones de puntos opuestos del protoplasma. Empero, no cabe excluir por completo, en tales ejemplos, la existencia, irreconocible en la preparación, de alguna prolongación ascendente ó descendente seccionada cerca de su origen. En todo caso, las expansiones exhibían el mismo carácter que las de los corpúsculos multipolares, ramificándose en su curso y continuándose con fibras nerviosas de los haces.

Cuando la célula impregnada yace en los extremos de un ganglio, las expansiones parecen marchar indistintamente, ya por fuera, ya por entre los elementos, sin trazar grandes revueltas, hasta ingresar en los haces del plexo. Un ejemplo de conexiones de las expansiones de una célula con los cuerpos de los elementos del mismo ganglio, aparece representado en la fig. 2, *B*.

¿Todas las expansiones sin excepción poseen aspecto nervioso? ¿No existen también como en el gran simpático vertebral, prolongaciones cortas ó protoplásmicas?

En general, toda célula aislada, es decir, impregnada con exclusión de otras partes, exhibe al lado de una ó varias expansiones largas (con la misma apariencia que las fibras nerviosas de los haces del plexo) algunas otras interrumpidas bruscamente ya cerca de su origen, ya á una distancia no muy considerable del cuerpo celular. En cambio, los elementos cuya impregnación se ha acompañado de la de los haces del plexo, no exhiben ninguna expansión corta; todas las que emergen del protoplasma ingresan en los haces y parecen continuarse con fibras nerviosas; por cuya razón nosotros nos inclinamos á estimar dichas expansiones interrumpidas como fibras nerviosas incompletamente teñidas.

En suma, las expansiones de las células de los ganglios de Meissner, pasan á ser, ó por simple continuación cuando son delgadas, ó previa ramificación cuando son espesas, otros tantos filamentos nerviosos de los fascículos del plexo, sin que hasta hoy hayamos logrado establecer una distinción en expansiones cortas ó protoplásmicas y larga ó cilindro-eje.

Es claro que no podemos dar á nuestro aserto sobre la naturaleza de dichas expansiones un carácter absoluto. La imposibilidad de perseguir todas las prolongaciones celulares hasta sus últimas ramificaciones, podría dar cuerpo á la conjetura (muy poco verosímil en sentir nuestro) de que si se las siguiera suficientemente, alguna de ellas se comportaría de manera diferente que las otras.

Esta última hipótesis nos parece tanto menos probable, cuanto que jamás hemos visto terminar una fibra libremente en el espesor de un fascículo; al contrario, tras curso más ó menos largo, las fibras de los haces



se terminan constantemente, bien en fibras musculares, bien en células glandulares. En dos ocasiones, hemos logrado seguir una de las expansiones de dichas células hasta el plexo de las glándulas de Lieberkühn, donde no podía distinguirse de las demás fibras nerviosas; pero en casi todos los casos, este perseguimiento es imposible por causa del larguísimo trayecto que las expansiones siguen á lo largo de los hacecillos del plexo de Meissner, antes de arribar á su terminación.

#### PLEXO DE AUERBACH

La forma general del plexo de Auerbach, así como la disposición de sus ganglios, son sobrado conocidas para que nosotros nos detengamos en exponerlas. En el presente escrito, reseñaremos sumariamente los efectos que en tal plexo produce el método de Golgi, cuando se aplica con fortuna.

Del mismo modo que en el plexo de Meissner cabe también distinguir aquí dos cosas: haces nerviosos y ganglios.

**Haces nerviosos.**—En armonía con lo que demuestra el cloruro de oro, estos fascículos se componen de fibras nerviosas, sumamente varicosas y generalmente dispuestas en zig-zag. Entre ellas existe un cemento de unión que, cuando se impregna, impide la percepción individual de cada filamento nervioso.

El método del cromato de plata tiñe con gran vigor los hacecillos, mostrando clarísimamente la perfecta independencia de las fibras, entre las cuales las hay espesas y delgadas. Las fibras *espesas* son poco numerosas; en cada haz pueden contarse de dos á tres, y los hay donde no se ve ninguna. Las fibras de diámetro mediano, forman la mayoría, no faltando tampoco algunas fibrillas de gran delgadez. En los cortes tangenciales de las tunicas musculares, pueden seguirse las fibras durante largos trayectos, viéndoselas entrecruzarse y cambiar de fascículo, pero conservando siempre su independencia (fig. 5).

Tanto las fibras gruesas como las medianas (no sabemos si las más delgadas también) provienen, por lo menos en no pequeña parte, de los fascículos simpáticos que ganan el intestino con las arterias mesentéricas. Este origen se advierte muy claramente en los cortes del intestino de la rata y ratón (proceder de enrollamiento y cortes comprensivos del mesenterio) como puede verse en la fig. 5, A. El fascículo simpático A, apártase de un vaso al que acompañaba, gana el plexo de Auerbach, y se divide en dos hacecillos que marchan en dirección opuesta: éstos, á su vez se segmentan también, y todos los manojitos resultantes se pierden en los ganglios y trabéculas de unión. En el tronquito simpático de origen, se perciben dos espesas fibras nerviosas, cuyo itinerario pudo seguirse á través de los ganglios.

Al nivel de la bifurcación del haz simpático mesentérico, no existe división sino mero apartamiento de las fibras.

Confírmase facilísimamente el hecho ya señalado por muchos autores, de la existencia de hacecillos perforantes, los cuales, después de cruzar la capa de fibras musculares circulares, se incorporan al plexo de Meissner. Otros haces, generalmente más delgados, se entremezclan al plexo muscular profundo. Por lo demás, semejantes hacecillos nerviosos pueden dimanar también de los mismos ganglios de Auerbach (fig. 10, d).

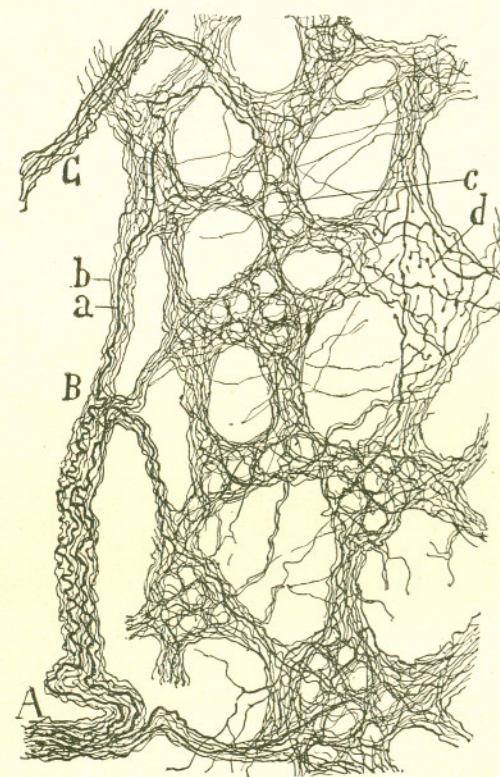


Fig. 5.—Corte paralelo á las tunicas musculares del intestino de la rata de pocos días. Plexo de Auerbach visto de plano con los engrosamientos ganglionares cuyas células no se han teñido. — A, nervio simpático que llegaba con una arteria del mesenterio; B, bifurcación del nervio simpático; C, otro nervio simpático aferente; a, fibras simpáticas gruesas; b, fibras finas; c, hueco para las células nerviosas; d, colaterales terminadas dentro de los ganglios.

**Ganglios.** — A la manera de los ganglios de Meissner, los de Auerbach contienen fibras de paso, colaterales y corpúsculos nerviosos.

**Fibras de paso.** — Estos son los únicos componentes del ganglio que resultan teñidos en la inmensa mayoría de las impregnaciones; su estudio puede por tanto, hacerse con relativa facilidad.

Dichas fibras representan sencillamente la continuación de los haceci-



llos inter-ganglionares, los cuales, al abordar el ganglio, diseminan sus elementos, engendrando un plexo inter-celular sumamente rico. A menudo, cada hacecillo, conserva su individualidad dentro del ganglio, saliendo ora por el opuesto lado, ora por un trabéculo próximo. Pero también es cosa común ver un haz descomponerse, á su paso por el ganglio, en dos ó tres hacecillos que emergen por otros tantos trabéculos inter-ganglionares.

En las buenas impregnaciones, las fibras intra-ganglionares, se presentan varicosas, flexuosas y correctamente separadas por un cemento de unión incolorado. Allí donde parecen existir anastomosis, un buen objetivo de inmersión homogénea revela claramente que, ó se trata de cruce de filamentos, ó de simple adosamiento longitudinal de fibras destinadas á separarse más adelante. Como es natural, este tupido plexo intra-ganglionar, reserva espacios redondeados ó irregulares para los cuerpos de los corpúsculos ganglionares (fig. 5, c).

En las preparaciones donde este plexo intra-ganglionar se impregna bien, no se suelen teñir nunca ni las células nerviosas, ni sus expansiones. Así jamás se ven fibras bruscamente terminadas en el espesor del ganglio como ocurriría si la impregnación hubiera recaído en las prolongaciones celulares, y no en el cuerpo protoplásmico.

En nuestro sentir, casi todas, sino todas las fibras de paso, tan fácilmente impregnables, representan simple continuación de las ramas del gran simpático general y visceral (ganglios solares, semilunares, acaso el cordón simpático vertebral). No queremos con esto negar la intervención, en la formación del plexo ganglionar, de expansiones nerviosas nacidas de células de Auerbach residentes en el mismo ó en otros ganglios; sino expresar el hecho de que, en la inmensa mayoría de los casos, sólo se impregna el plexo dimanado del gran simpático general; y de que, al al revés, cuando se impregnan las células y sus expansiones, no suele teñirse dicho plexo, circunstancia que parece demostrar cierta separación de propiedades entre los dos órdenes de fibras.

**Fibras colaterales.**—En ciertas preparaciones de los ganglios de Auerbach del conejillo de Indias recién nacido, en las que no se habían teñido todas las fibras de paso, llamaban la atención ciertos delicados filamentos de curso tortuoso, fuertemente varicosos, que se ramifican repetidamente, constituyendo en torno de las células un plexo tupido, de aspecto granuloso. Los cortes perpendiculares al plano de los ganglios, permiten observar que, si no todas, una gran parte de estas fibrillas inter-celulares provienen, ya en ángulo recto, ya en ángulo agudo, del trayecto intra-ganglionar de las fibras de paso (fig. 6, b). La complicación de los giros y revueltas trazadas por semejantes colaterales, hace dificultosa la total persecución de éstas; no obstante, de algunas (particularmente de las más cortas) podemos afirmar que acaban entre las células á favor de ramitas

delicadas de aspecto arrosariado y guarnecidas por una varicosidad final perfectamente libre.

Es preciso no confundir estas fibrillas, nacidas por lo general de cilindros-ejes relativamente espesos, con las fibras delgadas que, después de cruzar el ganglio en todas direcciones, se continúan con las llamadas de paso. También es preciso evitar el tomar por colaterales las ramillas de bifurcación más ó menos desiguales que, en los ganglios de Auerbach como en los de Meissner, ofrecen algunas fibrillas de tránsito.

**Células nerviosas.**—Son las más difíciles de teñir de todas las del intestino de los mamíferos de pequeña talla. Esto dimana probablemente de que, habitando los ganglios de Auerbach muy próximos á la superficie peritoneal, ó resultan incoloros por exceso de induración, ó atraen depósitos irregulares de cromato argéntico.

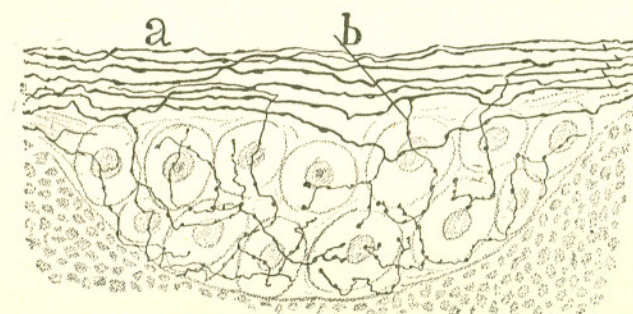


Fig. 6 —Corte longitudinal de un ganglio de Auerbach, en que se veían solamente algunas colaterales y un fascículo de fibras de paso; a, fibras de paso; b, una colateral.

Según muestra la fig. 7, las células de Auerbach son multipolares, de tamaño variable, tan grande como el de los elementos de Meissner, y de forma, ora semilunar, ora poliédrica, ora francamente estrellada. Generalmente, las células situadas más profundamente, es decir, cerca de las fibras musculares circulares, poseen más ó menos convexa y lisa la parte inferior de su cuerpo protoplásmico; mientras que las situadas en lo alto, son francamente estrelladas.

Se inician comunmente las expansiones celulares (en número de 4, 6 ó más) por un tallo corto y groseramente contorneado, que se descompone, á poca distancia de su origen, en un manojo formado por dos, tres ó más filamentos, fuertemente varicosos, y tan flexuosos y laberínticos en su curso, que rara vez pueden seguirse á través de todo el ganglio (figura 7). En los casos favorables, sobre todo, cuando la célula está completamente aislada y exhibe pocas expansiones, pueden perseguirse estas hasta los manojos de paso, donde se continúan probablemente con fibras nerviosas. En varios casos, hemos advertido (fig. 7, b), que ciertas



expansiones, en vez de entremezclarse con fibras de paso, emergían directamente del ganglio, para perderse en la capa muscular de fibras circulares.

En cuanto á las relaciones de las células con los haces de paso, una de las disposiciones más frecuentes (aunque tiene muchas excepciones), es la representada en la fig. 7. Las células constituyen el plano profundo del ganglio, mientras que los haces de las fibras de paso ocupan el plano superficial. Las expansiones de las células brotan generalmente de lo alto del cuerpo protoplásmico, y, después de un curso ascendente ú oblicuo, ingresan en los hacecillos de tránsito.

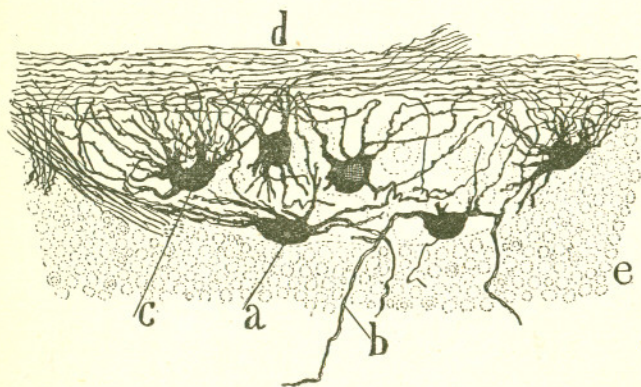


Fig. 7. — Corte longitudinal de un ganglio de Auerbach del conejo de Indias de cuatro días.—a, Célula inferior con no muchas expansiones; c, célula de la que emanan infinidad de expansiones; b, expansión extra-ganglionar de una célula; d, fibras de paso; e, fibras musculares circulares seccionadas de través.

Nuestros minuciosos estudios de las expansiones de las células de Auerbach, no nos han permitido establecer una distinción en prolongaciones protoplásmicas y nerviosas; todos los apéndices celulares parecen adquirir, en cuanto alcanzan los hacecillos, el carácter de fibras de éstos; todas pueden, en consecuencia, estimarse como análogas á las fibras de paso.

Sin embargo, no cabe prejuzgar todavía si la distribución de las expansiones celulares es la misma que la de los manojos simpáticos de tránsito (simpático general). Pudiera acontecer que las fibras emanadas de las células ganglionares, constituyan simple refuerzo de los nervios simpáticos, acabando en los mismos elementos y gozando de iguales propiedades fisiológicas que éstos; pero acaso sea más verosímil la hipótesis de que los ganglios intestinales inervan exclusivamente la musculatura y glándulas del intestino, representando simplemente los ramos del simpático general un medio de comunicación establecido entre éste y los centros intestinales.

# PLEXO MUSCULAR PROFUNDO

En las preparaciones completamente impregnadas, se advierte por dentro de la túnica muscular de fibras transversales, un plexo muy rico, cuyos hacecillos son, en su inmensa mayoría, paralelos á las células contráctiles (fig. 8).

Los haces se caracterizan por su dirección flexuosa, á menudo en zigzag, y por el aspecto variado de sus fibras nerviosas. Distinguen en

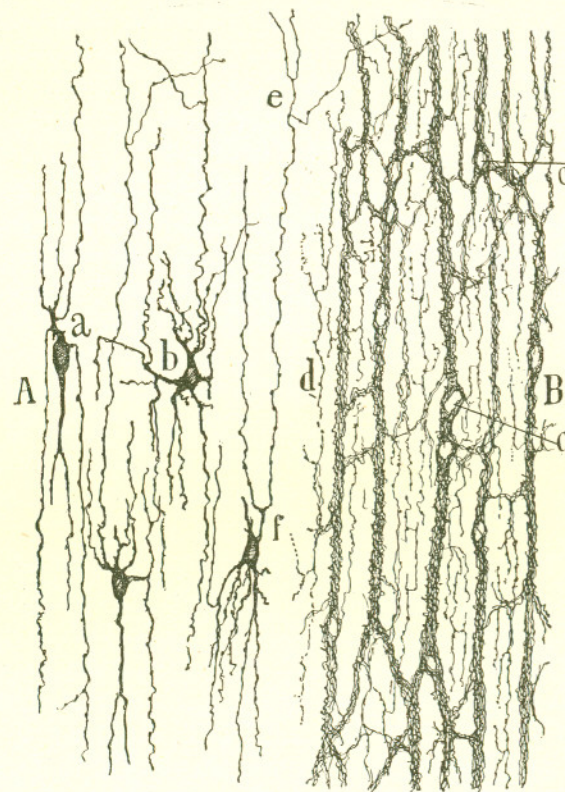


Fig. 8.—Plexo muscular profundo del intestino del conejillo de Indias. Examen en cortes paralelos á la túnica muscular. — A, células nerviosas; B, hacecillos del plexo.

gruesos y delgados: los primeros forman un plexo de extensas mallas longitudinales, en el área de las cuales constituyen los segundos un plexo secundario más fino. Los gruesos haces únense entre sí, á favor de trabéculas ya oblicuas, ya transversales, y no es raro ver un espeso manajo dividirse en dos ramas oblicuas que se incorporan á trabéculas vecinas. (Figura 8, B).



Conforme á lo expuesto en los plexos estudiados, las anastomosis son aparentes, consistiendo en simple cambio de fibrillas ó en entrecruzamiento de las mismas. Tanto de los haces espesos como de los delgados, se desprenden fibras y manojitos que penetran en el espesor de la túnica muscular inmediata, contribuyendo á formar el plexo intersticial situado entre los manojos de fibro-células.

*Células nerviosas.* — Se trata de corpúsculos pequeños, generalmente fusiformes, á veces triangulares ó estrellados; residen en el espesor y á lo largo de los fascículos gruesos, pero se les ve también en los kiasmas y anastomosis de aquéllos. En general, nos ha parecido notar que las células alargadas yacen á lo largo de los fascículos, mientras que las estrelladas prefieren los kiasmas y hasta los espacios libres de fibras nerviosas. Por lo demás, los corpúsculos nerviosos no forman aquí ganglios como en los plexos de Meissner y Auerbach, sino que se hallan diseminadas acá y allá en el espesor de los haces: por excepción pueden encontrarse acúmulos de dos ó tres en algún voluminoso punto nodal.

El paraje donde habitan las células, puede estudiarse muy bien en las preparaciones donde sólo se han teñido las fibras nerviosas del plexo. (Figura 8, c). En el espesor de los gruesos manojos, se muestran, de trecho en trecho, unos huecos á cuyo nivel las fibras se apartan, sin ramificarse ni suministrar colaterales. Tales espacios, donde evidentemente se alojan las células ganglionares, afectan una figura ovóidea; y en ellos, á la manera de lo que ocurre en los ganglios intestinales, no puede sorprenderse el comienzo ni la terminación de fibras. Nos referimos, naturalmente, á las preparaciones donde solamente han sido teñidas las fibras de paso, caso extraordinariamente frecuente.

Las células nerviosas son multipolares, como puede notarse en la figura 8, b c, y sus expansiones, pocas ó muchas, se incorporan, después de varias dicotomías y á veces sin previa ramificación, á los haces del plexo, del cual emergen á menudo, para insinuarse entre los grupos de fibro-células. Los elementos fusiformes se prolongan comunmente en dos tallos polares que se descomponen, á corta distancia, en dos grupos de fibras de apariencia nerviosa, dirigidas en sentido del plexo. Alguna ramita procedente de un tallo polar, puede también doblarse para marchar en dirección opuesta, ingresando en el hacecillo del polo contrario ó en fascículos vecinos. En las células triangulares ó estrelladas, la disposición es mucho más irregular; por lo común, además de los apéndices paralelos al plexo, y correspondientes á los tallos polares de las fusiformes, suministran algunas expansiones laterales que no tardan en bifurcarse en ángulo recto para engendrar fibras longitudinales. (Fig. 8, b). Por manera que, cualquiera que sea el modo de origen de los gruesos tallos, casi todas las fibras resultantes se orientan en la dirección de los hacecillos del plexo.

Se infiere de lo expuesto, que dichos corpúsculos nerviosos reproducen en el fondo las propiedades de las células de Meissner y Auerbach; pero difieren de éstas, por su perfecta orientación, por su existencia solitaria, por su escasez de protoplasma (pues en la mayor parte de ellos, el núcleo se trasluce teñido en pardo ó amarillo), y por el aspecto fuertemente flexuoso de sus apéndices, que marchan por lo común paralelamente á las células musculares.

Células análogas á las del plexo muscular profundo, nos ha parecido ver en el espesor mismo de la capa de fibras musculares circulares, en medio de robustos fascículos nerviosos intersticiales. De todos modos, tales elementos deben ser poco numerosos, pues se hallan con gran rareza en nuestras preparaciones.

*Ramos perforantes ó de unión.* — El plexo muscular profundo mantiene vínculos numerosos, tanto con el plexo de Auerbach como con el de Meissner (fig. 10, e).

De este último parten hacecillos oblicuos, á veces fibras sueltas, que se ramifican y entremezclan con los hacecillos principales del plexo muscular profundo; pero los que proceden del plexo de Auerbach son los más espesos y abundantes. Proviene éstos, como ya expusimos más atrás, unas veces de los ganglios mismos, otras de los espesos manojos inter-ganglionares; atraviesan, ora vertical, ora oblicuamente, la zona de fibras contráctiles circulares, y al llegar al plexo muscular profundo, se dividen y subdividen en manojitos secundarios, continuados con los fascículos de éste.

En resumen; las fibras del plexo muscular profundo reconocen dos orígenes principales: el plexo de Auerbach y las células autóctonas. Añadamos aún algunos hacecillos del plexo de Meissner.

¿Pertenecen dichos manojos descendentes del plexo de Auerbach á las células de éste ó al gran simpático general, es decir, á las fibras nerviosas de Remack arribadas con los vasos mesentéricos? No podemos todavía dar á esta importante cuestión una solución precisa.

#### TERMINACIONES NERVIOSAS EN LAS TÚNICAS MUSCULARES

El principal origen de las fibras nerviosas que se distribuyen en las dos capas de fibro-células (circulares y longitudinales), es indisputablemente el plexo de Auerbach; viene después en orden de importancia el plexo muscular profundo, que puede considerarse como dependencia de aquél. En cuanto á los ganglios de Meissner, como ya han reconocido los autores, inervan casi exclusivamente las capas glandular y mucosa del intestino.

El tejido muscular del intestino ha sido el punto donde preferentemente



se ha querido dilucidar el modo de terminar las fibras nerviosas del gran simpático. Entre los autores cuyas investigaciones han ilustrado más ó menos este interesante tema, deben citarse Kölliker, Arnold, Frankenhauser, Loewit, Klebs, Arnstein y Goniaew, Ranvier, á los que pueden añadirse los investigadores más recientes, Müller, Retzius y Berkley.

Las opiniones expuestas por estos sabios distan mucho de concordar completamente. Pueden, no obstante, á pesar del gran número de las mismas, clasificarse en cuatro grupos:

a. *Las fibras nerviosas terminan por redes intercelulares, cuyas finas trabéculas ensartan el nucleolo de las fibro-células.*—Tal es la opinión de Arnold (1), que admite además en los músculos de fibra lisa la existencia de tres plexos nerviosos: uno fundamental (ó supra-muscular), otro intermedio, colocado entre los paquetes de fibro-células, y otro intersticial ó intra-muscular, que se pondría en contacto con las células musculares. Estos plexos fueron ya indicados por Klebs (2). A dicho dictámen se adhiere Loewit (3), salvo que no admite la unión de las redes terminales con el núcleo, suponiendo que la fibro-célula está comprendida en una malla del retículo.

b. *Las fibras nerviosas, sucesivamente ramificadas, se terminan libremente en el nucleolo de las células musculares.*—Tal es la opinión de Frankenhauser (4). En vez de terminación nuclear, Hénouque (5) defiende una terminación libre intra-protoplasmática.

c. *Las fibras nerviosas terminan, ó por verdaderas placas motrices, ó á favor de diminutas arborizaciones llamadas manchas motrices.*—La primera opinión es defendida por Krause (6), la segunda por Ranvier (7).

d. *Las fibras nerviosas acaban por filamentos libres, engruesados en su extremidad, y situados encima de las fibro-células.*—A este parecer se inclinan, con ligeras variantes, todos los que en estos últimos años han tra-

(1) Arnold: Artículo: Gewebe der organischen Muskeln del Stricker's. Handbuch der Lehre von der Geweben. Leipzig, 1871.

(2) Klebs: Die Nerven der organischen Muskelfasern. *Wirchow's Arch.* Bd. xxxii.

(3) Loewit: Die Nerven der glatten Muskulatur. *Accad. von Wissenschaft zu Wien.* 3.º Class. Bd. lxxi, 1875.

(4) Frankenhauser: Die Nerven der Gebärmutter und ihre Endigung in den glatten Muskelfasern. Jena, 1867.

(5) Hénouque: Du mode de distribution et de terminaison des nerfs dans les muscles lisses. Paris, 1870.

(6) Krause: Die Nervenendigungen in den glatten Muskeln. *Arch. de Reichert y Du Bois-Reimond*, 1870.

(7) Ranvier: Leçons d'Anatomie générale etc. Appareils nerveux terminaux des muscles de la vie organique, etc.; Paris 1880, pág. 501.

bajado con los métodos de Ehrlich y Golgi, tales como Arnstein (1), Cajal (2), Retzius (3), Berkley (4), y Müller (5).

Por nuestra parte, las nuevas investigaciones que, con ayuda del método de Golgi, hemos emprendido en el intestino, confirman plenamente

las que hace cinco años ejecutamos con el de Ehrlich. Después de confirmar la existencia de los tres plexos, fundamental, secundario é intersticial, decíamos en nuestro *Manual de Histología*: «Las fibrillas más finas del plexo intersticial, ocupan el cemento de unión de las fibro-células, y se terminan por extremidades libres, siendo imposible advertir, en las mejores preparaciones, otro modo de unión más íntima con el protoplasma contráctil. Así que, á nuestro juicio, ni existen las redes terminales, descritas por ciertos autores, ni las *manchas motrices* señaladas por Ranvier». Y más abajo, refiriéndonos á las fibras nerviosas de la vejiga de la rana, añadíamos: «Por fin, uno ó varios cilindros-ejes, independientes, abordan un haccillo muscular, recorriéndolo comunemente en zig-zag, y después de un curso más ó menos largo, se descomponen en hebras finísimas, varicosas, paralelamente dirigidas á las fibro-células. Estas hebras, examinadas á grandes aumentos, aparecen constituidas por gránulos redondos, fuertemente teñidos de azul, y unidos entre sí por un hilo de materia granulosa me-

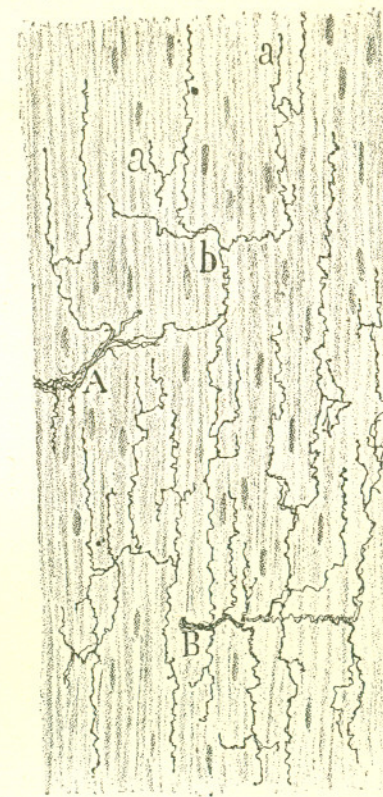


Fig. 9.—Corte paralelo á las fibras musculares circulares del intestino del conejillo de Indias. A, B, fascículos que venían del plexo muscular profundo; b, fibra nerviosa terminal; a, últimos ramitos acabados por una varicosidad.

(1) *Loc. cit.*

(2) Cajal: Manual de Histología normal, etc., primera edición; Valencia 1889.

(3) Retzius: Biologische Untersuchungen. Zur Kenntniss der motorischen Nervenendigungen. Neue Folge. III; Stockholm, 1892.

(4) *Loc. cit.*

(5) *Loc. cit.*



nos colorada. La terminación de las fibras tiene lugar por extremidades libres, en las que se muestra con frecuencia una esférula algo mayor, que parece aplicada á la superficie de las fibro-células». Iguales ó casi iguales descripciones, han hecho Arnstein, Retzius, Müller y Berkley.

Tratándose de un punto que puede considerarse dilucidado, no insistiremos con críticas y descripciones, que habrían de ser repetición de lo dicho por diversos autores. Baste decir que, nuestras preparaciones de los nervios de las tónicas intestinales, muestran también los plexos secundario é intra-muscular de Klebs y Arnold, y revelan los mismos hechos demostrados, con el azul de metileno, en el intestino y vejiga de la rana.

Como puede verse en la fig. 9, que representa un trozo de la capa de fibras musculares circulares del duodeno, los más finos filamentos nerviosos del plexo intra-muscular, corren paralelamente á los corpúsculos contráctiles, se ramifican repetidas veces de preferencia en ángulo recto, y sus últimos ramúsculos acaban sobre el protoplasma muscular, á favor, ya de un cabo redondeado, ya de una varicosidad libre (fig. 9, a).

Por lo común, cada fibrilla nerviosa, separada de un hacecillo, origina, merced á sus ramificaciones, una extensa arborización, cuyas ramas varicosas y flexuosas, pueden tocar un gran número de elementos. Una de las disposiciones más comunes, es la representada en b, (fig. 9), donde un tallo de origen se bifurcaba en ángulo recto, engendrando dos arborizaciones terminales, cuyas ramitas marchaban en opuesto sentido.

Remontándonos al origen de los tallos de la arborización, veremos que éstos representan, por lo común, simples hilos desprendidos de ciertos hacecillos flexuosos, á su vez nacidos de manojos espesos continuados, ora con el plexo de Auerbach, ora con el muscular profundo. Los dos manojitos A y B, representados en la fig. 9, provenían del plexo muscular profundo.

#### PLEXO PERI-GLANDULAR

Descrito por diversos autores, singularmente por Drasch, Müller y Berkley, es uno de los que más fácilmente se impregnan con el cromato argéntico. En este plexo cabe distinguir, lo mismo que en los otros, dos cosas: haces anastomosados y células nerviosas.

**Hacecillos.**—Los más espesos brotan del plexo de Meissner, de cuyos manojos son simple continuación; diríjense más ó menos flexuosamente por entre las glándulas, y, durante todo el espesor del estrato glandular, suministran, generalmente en ángulo recto, numerosos hacecillos secundarios que se incorporan á los emanados de otros manojos verticales. En los numerosos kiasmas que del cambio de filetes resultan no existe, como ha demostrado Müller, ninguna anastomosis, sino mero entrecruzamiento de fibrillas nerviosas (fig. 10).

De este plexo primario ó de gruesos manojos dimana otro, más fino y tupido, compuesto, ya de fibrillas sueltas, ya de delgados hacecillos. Este plexito rodea completamente cada glándula de Lieberkühn, y de él se desprenden muchos filamentos que acaban libremente sobre las células glandulares, pero sin penetrar entre ellas. Semejante disposición se aprecia muy bien en los cortes transversales de las glándulas de Lieber-

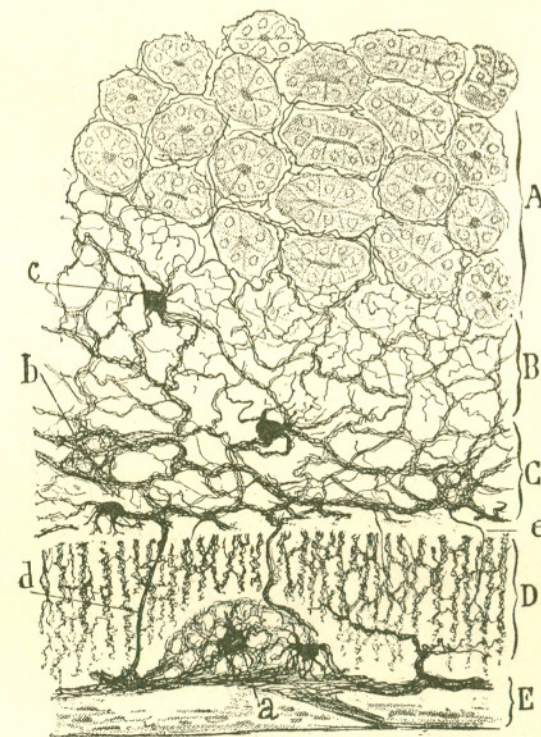


Fig. 10.—Corte longitudinal oblicuo de las paredes intestinales de un conejillo de Indias.—A, glándulas de Lieberkühn cortadas de través; B, plexo nervioso que cubre los fondos de saco de estas glándulas; C, plexo de gruesos haces en cuyos puntos de unión se ven los ganglios de Meissner; D, plexo muscular profundo visible casi de plano gracias á la oblicuidad del corte (la transparencia del preparado no permite ver las fibras musculares transversales.—a, un ganglio de Auerbach; b, ganglios de Meissner; c, célula suelta del plexo de Meissner; d, ramo perforante grueso que junta los plexos de Meissner y Auerbach; e, ramo perforante fino que une el plexo muscular profundo y el de Meissner.

kühn, según puede notarse en la figura 10, donde se ve un plexo de fibras finas en contacto con la cara exterior de los elementos glandulares.

Cuando tales cortes pasan inmediatamente por debajo de los fondos de saco glandulares (fig. 10, B), se advierte, en contacto con éstos, un plexo fino, irregular, algo más rico que el situado entre las glándulas. Una parte de las fibras de este plexo termina probablemente en la *muscularis mucosæ*, que, por causa de su extrema delgadez, no aparece muy



claramente en los pequeños mamíferos (conejo de Indias y rata).

**Células.**—Indicadas por Drasch, se muestran con toda evidencia en algunos de nuestros preparados. Residen estas células en el curso de los hacecillos, á los que parecen superponerse, y también en los puntos de entrecruzamiento de los mismos. Son poco abundantes, si hemos de juzgar por nuestras impregnaciones, y recuerdan, por su tamaño y configu-

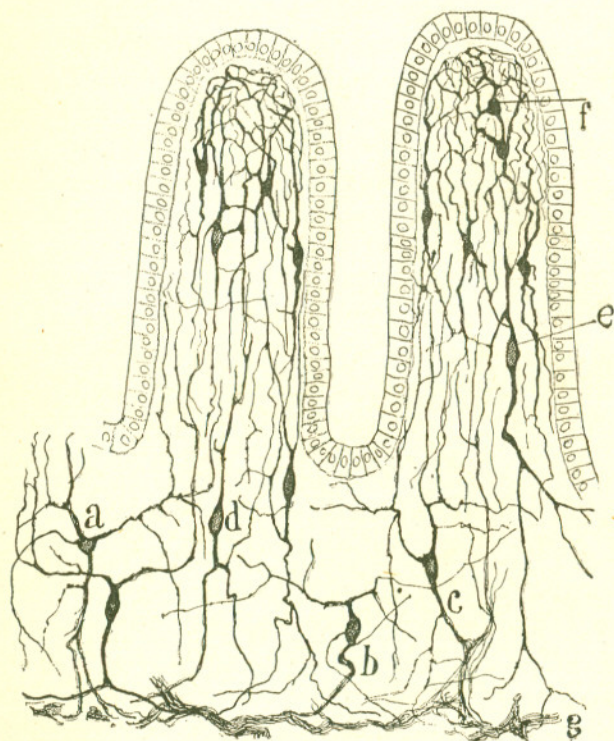


Fig. 11. — Células nerviosas del plexo periglandular y vellosidades del intestino del conejo de Indias.

ración, los corpúsculos ganglionares hallados por Cl. Sala y nosotros en el páncreas del conejo (1).

La figura 11 reproduce algunos de los corpúsculos, cuya impregnación se logró de manera más completa. Pueden distinguirse en fusiformes y triangulares ó estrellados.

Los *fusiformes* nos han parecido ser los más abundantes; poseen ex-

(1) Es probable que pertenezcan á esta clase de células nerviosas solitarias, ciertos corpúsculos nerviosos estrellados, que hace mucho tiempo describió Pflüger entre los acini de las glándulas salivales, corpúsculos que Kolliker, Boll y Heidenhain estimaron de naturaleza conjuntiva. (Die Speicheldrüsen en el Strikers Handbuch, 1871).

pansiones ascendente y descendente. La descendente se resuelve en dos ó más ramas divergentes, que se pierden, por lo común, en el plexo de Meissner, no sin haberse enlazado con trabéculas del plexo periglandular; la ascendente suministra fibras para el plexo glandular, pero las ramas principales suelen penetrar en las vellosidades, para incorporarse al plexo intravilloso.

Las *células triangulares* y estrelladas (fig. 11, *a*), yacen cerca del plexo de Meissner, aunque sin abandonar los intersticios glandulares. De su cuerpo brotan tres ó más prolongaciones que se ramifican y pierden en el plexo periglandular, salvo alguna ó algunas descendentes que pueden ganar el plexo de Meissner.

Las prolongaciones de todas estas células se distinguen de las de los corpúsculos de Meissner por teñirse en café en vez de negro, y por ser relativamente lisas. A cierta distancia, pueden descomponerse en verdaderos hacecillos, como se veía en las células *a*, *b* y *c* de la fig. 11.

No hemos podido determinar con todo rigor el modo de terminación de dichas expansiones. La impresión general que produce el estudio de su curso es que refuerzan las trabéculas de los plexos de Meissner, periglandular é intravilloso, terminándose principalmente en las glándulas de Lieberkühn y en las fibras musculares de la vellosidad.

#### PLEXO DE LAS VELLOSIDADES

En el espesor de las vellosidades reside un plexo nervioso provisto de corpúsculos ganglionares, que fue bien descrito, por lo menos en cuanto á sus rasgos esenciales, por Drasch. Nuestros trabajos, así como los de Müller y Berkley, han hecho progresar el conocimiento de la innervación de las vellosidades, aunque no resuelto todos los problemas relativos al modo de terminación de las fibras nerviosas.

Como en los demás plexos, deben distinguirse aquí dos factores constitutivos: las fibras nerviosas y las células.

**Fibras y hacecillos nerviosos.**—Se tiñen con relativa facilidad, pudiendo estudiarse muy completamente en las pequeñas vellosidades de la rata y ratón. Las gruesas vellosidades del conejo y perro, encierran un plexo fibrilar más complejo, cuyas prolongaciones hasta el plexo de Meissner, son difíciles de seguir, á causa de la exageración de las distancias.

Desde luego, puede afirmarse que en la vellosidad existen dos sistemas de fibras nerviosas: las emanadas del plexo de Meissner, y las derivadas de células ganglionares autóctonas.

*Manojos llegados del plexo de Meissner.*—Son estos muy numerosos, y en la inmensa mayoría de los casos, los únicos que resultan impregna-



dos. Por tal razón, aparecen casi exclusivamente descritos en los trabajos recientes de Müller y Berkley.

Comienzan por ser manojos (á veces simples fibras), relativamente espesos, desprendidos de la porción más próxima del plexo de Meissner (figura 12, *a*); ascienden en seguida de un modo flexuoso por entre las glándulas, á las que abandonan alguna colateral y penetran en el espesor de la vellosidad, donde se van separando los filamentos que contienen. Estos ramitos, después de alguna ramificación y de cambiar á menudo de posición dentro de la vellosidad, acaban, como han mencionado Müller

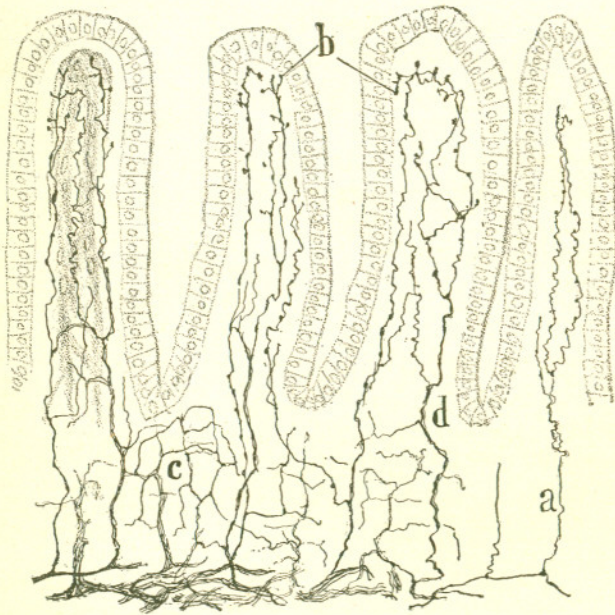


Fig 12.—Plexos periglandular e intravilloso del intestino del ratón de pocos días — *a*, filamento ascendente nacido de un haz del plexo de Meissner; *b*, terminaciones libres á favor de una varicosidad.

y Berkley, á favor de una varicosidad libre, situada en lo alto, no lejos del epitelio. Pero algunas ramas, aunque escasas, se terminan también libremente dentro de la vellosidad y á diferentes alturas.

Examinando atentamente dichas ramitas terminales, nos hemos plenamente convencido de que no se trata de fibras sensitivas, sino de nervios motrices, por cuanto yacen aplicados en todo su itinerario á los corpúsculos musculares y paquete vascular intravilloso, y se apartan constantemente del epitelio, con el que no parecen mantener relación de contacto. En los casos en que, por retracción del paquete vasculo-muscular intravilloso, el epitelio queda á gran distancia de éste, las fibras nerviosas siguen el movimiento de retracción, adosándose á los vasos y fibras lisas.

En la rata y ratón, cada vellosidad recibe dos, tres, rara vez cuatro, fasciculitos ascendentes. Las ramitas que de ellos se desprenden, cambian de haz, simulando una red que, en realidad, como ha hecho notar Müller, es un verdadero plexo. En el conejo y conejillo de Indias, los haces de las vellosidades son espesos (fig. 1), y el plexo que engendran á consecuencia de sus comunicaciones, mediante manojitos colaterales, es de una gran riqueza. Por lo demás, compruébase también que los últimos filamentos están destinados (al menos en su inmensa mayoría) al paquete vasculo-muscular, donde, á decir verdad, no cabe distinguir con certeza los dos plexos que Drasch ha señalado. En lo alto de la vellosidad, las ramitas de los manojitos longitudinales de un lado se entrecruzan con las procedentes del otro, constituyendo un plexo tupido donde sólo con dificultad se perciben fibrillas libres terminales.

**Células.** — Son las más difíciles de impregnar de todos los corpúsculos ganglionares del intestino, sobre todo las situadas en lo alto de la vellosidad. Estas células, mencionadas por Drasch, pueden verse claramente en las preparaciones teñidas por el carmín ó la hematoxilina, bajo la forma de corpúsculos gruesos, redondeados ó fusiformes, provistos de tal cual expansión pálida. Muchos autores los han tomado por elementos conjuntivos.

Las células yacentes en lo alto de la vellosidad afectan alguna vez forma esférica, pero más á menudo triangular ó estrellada (fig. 11, *f*); sus brazos, en número de tres ó más, marchan ya ascendiendo, ya descendiendo, se ramifican repetidas veces, y enlazándose con las emanadas de vecinos corpúsculos, constituyen una red (probablemente aparente) muy espesa superpuesta al paquete vasculo-muscular.

Las células situadas en las regiones medias ó inferiores de la vellosidad poseen figura en huso (fig. 11, *e*), y se prolongan en dos expansiones polares, ascendente y descendente. La ascendente se ramifica prontamente, incorporándose al tupido plexo de lo alto de la vellosidad; en algún caso, suministra ramos que recorren bruscamente hacia abajo, como se veía en la fig. 11, *e*. La expansión descendente no tarda en bifurcarse, y sus ramos, más ó menos ramificados, pueden llegar hasta los plexos de Meissner y periglandular.

Todas estas fibras, aparentemente anastomosadas, constituyen un plexo muy rico, que se superpone y refuerza probablemente al que, procedente del de Meissner, ingresa en la vellosidad; y decimos *probablemente*, porque jamás hemos visto teñidas á un tiempo ambas especies de fibras nerviosas: cuando el plexo intravilloso, continuado con el de Meissner, se impregna (caso extraordinariamente común), no se tiñen las células ni sus expansiones, y al revés, cuando se impregnan las células, aquél no se colora.

De los apéndices celulares ó del plexo complicado que sus enlaces ori-



ginan, proceden hebras independientes, que acaso se terminen libremente en el paquete vásculo-muscular. Tampoco hemos logrado sorprender en estas fibrillas ninguna terminación intra ó sub-epitelial.

### FIBRAS MUSCULARES INTRAVILLOSAS

Conocidas desde hace mucho tiempo, pues ya las describe y figura Leidig (1), pueden estudiarse muy bien en los preparados de Golgi, donde si la reacción ha salido bien, se presentan pardas, excepción hecha del núcleo, que por no atraer el depósito argéntico, destaca en claro.

Las fibras lisas yacen longitudinalmente por debajo del epitelio y en torno del paquete conjuntivo-vascular. En el centro de la vellosidad, junto al quilífero, no las hemos hallado nunca. Llegadas al arranque de la vellosidad, la zona de corpúsculos contráctiles se continua con la de las vellosidades vecinas (fig. 13, A).

Bajo el aspecto morfológico, varían bastante las fibro-células de la base de las del cuerpo de la vellosidad. Estas últimas son, en su inmensa mayoría, fusiformes, con núcleos prolongados; rara vez aparecen bifurcadas en sus extremos. Pero las primeras afectan á menudo una forma triangular, poseyendo comunmente tres expansiones, dos de las cuales descienden y se arquean para pasar á vellosidades próximas. Hay células que por su prolongación vertical ascendente forman parte de la musculatura de una vellosidad, y por sus dos expansiones curvas inferiores penetra en dos vellosidades inmediatas (fig. 13, B).

Las fibras musculares circulares señaladas en las vellosidades por Moleschott y Tanhoffer, no se han impregnado nunca en nuestros preparados.

### GLÁNDULAS INTESTINALES

Se sabe desde los trabajos de Böhm, Cajal, Fusari y Panasci, van Gehuchten, Müller, Retzius, etc., que el cromato de plata se fija también en el contenido de los tubos glandulares, marcando detalladamente el curso y relaciones de los más finos divertículos. Esta reacción se obtiene fácilmente también en las glándulas del intestino delgado.

**Glándulas de Brunero.** — Imprégnanse á menudo en el conejo de Indias, y afectan una figura enteramente semejante á la de los acini pancreáticos. El conducto excretor permanece ancho mientras cruza por la capa de las glándulas de Lieberkühn; pero en cuanto gana la muscular

(1) *Leidig*: Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt. a. M., 1857.

de la mucosa, se estrecha súbitamente, suministrando tres ó más tubitos oblicuos ú horizontales, que penetran en los acini glandulares. Estos tubitos exhiben lateralmente varios divertículos á manera de espinas, que se insinuan entre las células glandulares, aunque sin llegar nunca á la membrana propia. A menudo, el conducto excretor se ramifica en su camino descendente, con lo que la glándula consta de tres ó más acinis separados (fig. 13, D, E). En resumen: las glándulas de Brunero, como el páncreas, representan glándulas tubulosas compuestas, no anastomosadas.

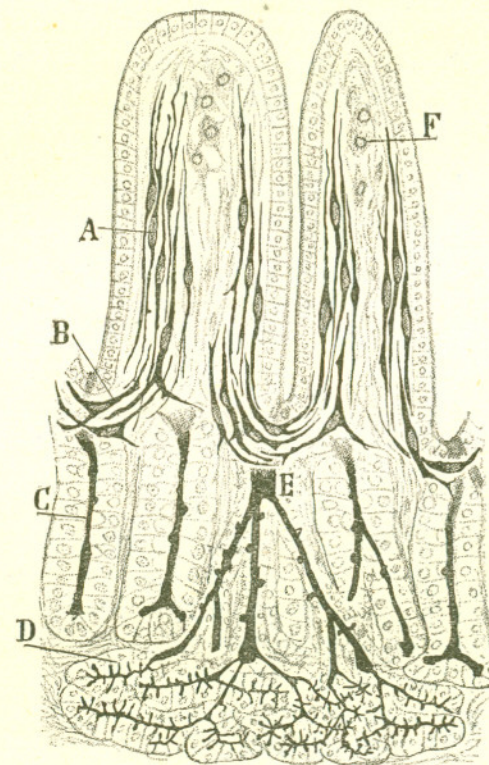


Fig. 13. — Corte de las vellosidades y glándulas del intestino del conejo de Indias de pocos días.—A, fibras lisas del cuerpo de la vellosidad; B, fibras lisas triangulares de la base de ésta; C, interior de una glándula de Lieberkühn; D, acinis terminales de una glándula de Brunero; E, conducto excretor de esta glándula; F, células nerviosas del vértice de esta vellosidad.

En torno de los *tubuli* de las glándulas de Brunero se muestra un plexo nervioso fino, derivado del de Meissner. Los cortes transversales de los acinis no nos han permitido sorprender la penetración de filamentos terminales entre las células glandulares. La mayor parte, y quizás todas las ramitas, acababan libremente sobre la cara exterior del epitelio, análogamente á lo descrito en las glándulas de Lieberkühn.



**Glándulas de Lieberkühn.**—Estas glándulas se impregnan con gran frecuencia, mostrándose, en armonía con las descripciones clásicas, como simples fondos de saco más ó menos dilatados en su extremo profundo. En el conejillo de Indias, la mayor parte de estas glándulas se bifurcan inferiormente, constituyéndose dos divertículos cortos, limitados por células, y acabados en una dilatación ó en simple fondo de saco. No existen espinas ó expansiones colaterales penetrantes entre las células epiteliales. Únicamente interrumpen la corrección del conducto glandular ciertos acúmulos laterales negros, que corresponden al hueco de células caliciformes.

En ciertas glándulas, la bifurcación ocurre en lo alto ó á la mitad de su trayecto como puede verse en la fig. 13.

#### CONCLUSIONES

1.<sup>a</sup> Los plexos de Auerbach, de Meissner, y de las vellosidades y glándulas contienen quizás dos sistemas de fibras: unas llegadas del simpático general (simpático vertebral, plexo solar, mesentérico, etc.); otras nacidas de células especiales yacentes en los espesamientos ganglionares de dichos plexos.

2.<sup>a</sup> Las células nerviosas son multipolares y sus expansiones no presentan diferenciación (al menos fácilmente denunciabile) entre expansiones nerviosas y protoplasmáticas.

3.<sup>a</sup> Muy probablemente, estas expansiones de las células multipolares de los plexos de Meissner, de Auerbach, muscular profundo, y de las glándulas y vellosidades, contribuyen á formar los haces de estos y se distribuyen en glándulas y fibras musculares lisas.

4.<sup>a</sup> Cada ganglio, además de las fibras que en él se originan, posee un plexo inter-celular formado por filamentos de paso, y por las colaterales de estos. Es muy probable que, mediante estas fibrillas de paso y, sobre todo, á favor de dichas colaterales, se comuniquen dinámicamente unos ganglios con otros y se propague á estos centros la acción nerviosa engendrada en la médula y en el gran simpático general.

5.<sup>a</sup> Los nervios que acompañan los vasos presentan cierta independencia de los constituyentes de los plexos; pues cada arteria es acompañada, desde que penetra en la túnica muscular esterna, hasta el plexo periglandular, por manojos nerviosos simpáticos que no provienen nunca de los plexos intestinales. De estos plexos nacen ramitos terminados en la túnica muscular de las arterias.

6.<sup>a</sup> En las túnicas musculares del intestino, las fibras nerviosas acaban por extremidades libres, supra-celulares.

7.<sup>a</sup> En las glándulas de Lieberkühn y de Brunero, las fibrillas nervio-

sas nacidas del plexo de Meissner, acaban por ramitos libres adaptados á la cara exterior de las células epiteliales.

8.<sup>a</sup> Las dos membranas musculares principales del intestino, la de fibras circulares y la de fibras longitudinales, reciben sus fibras nerviosas de los plexos de Auerbach y muscular profundo. El plexo de Meissner inerva muy principalmente las glándulas y las vellosidades.

9.<sup>a</sup> Entre todos estos plexos existen amplias comunicaciones á favor de hacedillos perforantes, cuyo origen preciso no siempre puede determinarse.

10. No hemos podido determinar las relaciones y terminación de fibras medulares admitidas por algunos autores. En los pequeños mamíferos, el método de Weigert-Pal no nos ha mostrado ninguna fibra de mielina.



## PEQUEÑAS ADICIONES Á NUESTROS TRABAJOS

### SOBRE LA MÉDULA Y GRAN SIMPÁTICO GENERAL

---

*Raíces posteriores de los embriones de pollo.* — Nuestras observaciones recientes han recaído en embriones del décimocuatro al décimo-séptimo día, y han tenido por objeto determinar el origen del fascículo sensitivo-motor en las regiones dorsal y cervical de la médula.

Digamos, desde luego, que los dos fascículos que los autores mencionan en las raíces posteriores, el externo ó de fibras finas, y el interno ó de fibras gruesas, se comportan de manera diferente. El *manejo externo*, dirígese á la parte más externa del cordón posterior y porción posterior del cordón lateral, donde se halla la bifurcación de sus fibras, y se distingue por la pobreza de las colaterales emitidas por las ramas ascendente y descendente, y por la circunstancia de limitarse la ramificación y distribución de dichas colaterales á la substancia de Rolando y vértice del asta posterior. El *manejo interno*, mucho más espeso, dirígese hacia adentro, llegando hasta cerca del cordón de Goll, donde tiene sus bifurcaciones; y del haz longitudinal constituido por las ramas radiculares ascendente y descendente, proceden de manera exclusiva las colaterales largas, engendrando el fascículo *sensitivo-motor* ó *reflejo-motor* de Kölliker.

La circunstancia de que estas colaterales parten exclusivamente del paraje del cordón posterior donde se verifica la bifurcación de las fibras radiculares, presta gran verosimilitud á la opinión de que las fibras sensitivo-motrices, proceden no de toda la longitud de las ramas ascendente y descendente, sino de la porción del trayecto de éstas que está más próxima á la bifurcación de la radicular.

El trayecto ulterior de las ramas de bifurcación que, como es sabido (al menos para la rama ascendente), ocupa planos de cada vez más internos en el seno del cordón posterior, no parece emitir colaterales sensitivo-motrices.

Bajo este aspecto, es útil comparar los cortes de médula cervical con los de la región dorsal,



Un corte de la *médula cervical* de pollo del décimosexto al décimoséptimo día de incubación, muestra el cordón posterior notablemente espeso y no del todo regular. El punto donde se verifica la bifurcación de las raíces posteriores, forma un espesamiento del cordón posterior que se prolonga en pico hacia adelante, segmentando en dos compartimentos la substancia de Rolando. El *manejo sensitivo-motor*, procede de esta parte espesada y dirigiéndose hacia adelante penetra en el asta anterior, después de costear la columna de Clarke. Es de notar, que las bifurcaciones y, por tanto, la primera parte del trayecto vertical de las raíces posteriores yace cerca de la substancia de Rolando; la capa posterior del cordón posterior, así como toda la porción prismática del mismo (región correspondiente al fascículo de Goll y á una gran parte del de Burdach), encierran fibras cuyas colaterales son cortas, distribuyéndose ya en la columna de Clarke ya en el asta posterior. Si aceptamos la opinión general de los neurólogos, fundada en el estudio de las degeneraciones del cordón posterior, dichas fibras corresponden probablemente á las ramas ascendentes de las radicales dorsales y lumbares, excepto algunas hebras finas, que son continuación de cilindros-ejes de células de la substancia de Rolando.

La suerte de haber logrado preparaciones en las cuales sólo se ha teñido el manejo interno de las raíces posteriores, precisamente en un trayecto inmediato al punto en que se efectuaron las secciones transversales de la médula, nos ha permitido seguir, con admirable claridad, el curso y terminación de las colaterales sensitivas. Estas se dividen en cuatro grupos principales; colaterales para el asta posterior; colaterales para la comisura posterior, cuya parte más posterior constituyen; colaterales sensitivo-motoras, y colaterales para la columna de Clarke.

Los cortes de la *médula dorsal*, exhiben un cordón posterior mucho más pobre en fibras, y desprovisto de aquel espesamiento donde se realiza la bifurcación de las fibras del manejo radicular interno.

Las fibras de este último, presentan sus bifurcaciones en casi todo el espesor del cordón posterior, exceptuando la porción prismática interna, y la zona próxima al cordón lateral, reservada para las dicotomías del fascículo radicular externo. Las colaterales sensitivo-motoras, nacen del paraje donde se ven las bifurcaciones, cruzan la substancia de Rolando y asta posterior según una línea más periférica que la correspondiente de la médula cervical, y se terminan en todo el espesor del asta anterior. Estas fibras son menos numerosas que en la médula cervical, y constituyen un haz de fibras menos apretadas. Por lo demás, tampoco parece contribuir el manejo externo á la formación de las colaterales sensitivo-motoras; las colaterales que de él parten, se consumen probablemente en la mitad externa de la substancia de Rolando y asta posterior.

*Células nerviosas del asta posterior.* — Tocante á este particular, las

preparaciones obtenidas en la médula de embrión de pollo del décimoquinto al décimo octavo día, confirman nuestras primeras observaciones. Muchas de las células de la substancia de Rolando, ofrecen un cilindro-eje dirigido ya al cordón lateral (caso más común), ya al cordón posterior. Las células de dos cilindros-ejes deben ser rarísimas y acaso no existan en el pollo; en cambio hemos visto algunas cuyo cilindro-eje, formaba dos ó más fibras destinadas á distintas partes del cordón posterior y lateral. A nuestro juicio, las células de dos cilindros-ejes que habíamos descrito en los embriones de paloma, representan fases evolutivas muy tempranas de aquellas células, cuyo cilindro-eje se bifurca en la substancia gris, para engendrar dos ó más tubos nerviosos destinados á cordón distinto. 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 con los granos del cerebelo.

Tocante á las colaterales de los cordones anterior y lateral, sólo añadiremos que hemos logrado demostrar *de visu*, la participación en la comisura posterior (porción anterior) de colaterales nacidas en la región media y anterior del cordón lateral. A semejanza de Kölliker hemos descubierto también numerosas colaterales del cordón posterior, exclusivamente ramificadas en la substancia de Rolando. Estas colaterales marchan comunmente hacia delante y llegadas al límite anterior de la substancia de Rolando, se arquean para dirigirse hacia atrás y constituir una intrincadísima arborización en torno de los corpúsculos de dicha substancia.

*Substancia gris periférica de la médula cervical.* — En nuestras conferencias de Barcelona (1), habíamos anunciado ya la existencia, en la parte más periférica del cordón lateral de la médula cervical del pollo, de ciertas células nerviosas fusiformes relacionadas con colaterales periféricas. Recientemente Kölliker (2), sin tener noticia de nuestra indicación, ha señalado también en preparaciones teñidas por el método de Weigert (médula de las aves adultas), la presencia de un centro gris periférico, que podría considerarse como resto del plexo peri-medular perceptible en los batracios y reptiles.

Los esfuerzos que hemos hecho para aclarar la estructura de este centro periférico cervical, no han tenido éxito completo, tanto por la dificultad de teñir las células, cuanto por lo trabajoso de la persecución de las fibras. He aquí, sin embargo, los datos que nuestras indagaciones arrojan hasta ahora.

(1) Cajal: Nuevo concepto de la Histología de los centros nerviosos. *Revista de Ciencias Médicas* de Barcelona, núms. 16, 20, 22 y 23 de 1892.

(2) Kölliker: *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*. 2 Band. 1<sup>a</sup>. Hälfte. *Elemente des Nervensystems etc.* Leipzig. 1893.



La figura de este centro es semilunar, á veces ovoidea, y en él se descubren células y fibras nerviosas.

Las *células* son abundantes, y en su mayor parte afectan figura en huso; dirígense de atrás á adelante, cruzando las más profundas las fibras del cordón lateral. Las expansiones protoplásmicas son ásperas, provienen comunmente de los polos del cuerpo celular, y se ramifican repetidas veces en el espesor mismo del órgano gris periférico. En ocasiones, pueden ramificarse entre los manojos del cordón lateral. Respecto de la expansión nerviosa, nace ya del cuerpo ya de una prolongación protoplásmica polar, y, dirigiéndose en sentido antero-posterior, no tarda en penetrar en la substancia blanca del cordón lateral, donde quizás se continúe con una fibra de éste. La rareza con que este cilindro-eje se impregna, nos obliga á guardar alguna reserva tocante á su paradero.

Las *fibras nerviosas* son numerosas, y se distinguen por su dirección en antero-posteriores y radiales. Las antero-posteriores forman manojos cerca del cordón lateral; su origen no aparece claro en nuestros preparados; algunas nos han parecido colaterales de tubos de la substancia blanca, destinadas á ramificarse en el espesor del centro gris; de otras, que cruzaban toda la longitud de éste, no hemos podido determinar el origen. Las fibras radiales son aquellas que, penetrando en el cordón subyacente, pueden seguirse hasta la substancia gris del asta anterior. La terminación de estas fibras, tiene lugar en el espesor del centro gris periférico, á beneficio de ricas y complejas arborizaciones que constituyen un plexo inter-celular muy tupido; pero tocante al origen abrigamos muchas dudas. Las fibras más fuertes se siguieron hasta la substancia gris del asta anterior, donde acababa la impregnación, sin que podamos afirmar si se trata de cilindros-ejes de células de dicha asta, ó de colaterales periféricas de los mismos. Aún cuando nada podamos asegurar todavía, nos inclinamos de mejor gana á esta última opinión, que armoniza con el siguiente hecho, que hace ya tiempo descubrimos en una médula cervical de pollo: el cilindro-eje de una célula comisural del asta anterior suministraba una colateral, que iba hasta la superficie del cordón lateral, en donde tomaba dirección antero-posterior sin continuarse con una fibra de la substancia blanca.

*Ganglios del gran simpático del embrión de pollo.*— Recientes estudios nos han permitido confirmar nuestras primeras observaciones, ampliando algunos puntos. Las mejores preparaciones hémoslas obtenido en la médula cervical del embrión de dieciséis á diecisiete días, en cuya fecha puede considerarse ya como casi totalmente desarrollado el sistema ganglionar simpático.

La región cervical del pollo, posee tantos ganglios simpáticos como pares raquídeos. El par raquídeo (en algún caso la rama anterior solamente) pasa, ya á través del ganglio simpático, ya por detrás; en ocasiones,

la cara posterior de éste posee un amplio canal, donde se aloja el par raquídeo. De esta disposición resulta que muchos ganglios adquieren forma de riñón, con una profunda escotadura para alojar el par raquídeo, y dos ensanchamientos superior é inferior. No existen ramas comunicantes independientes, pero en cambio se ven numerosas fibras que van desde el ganglio al par raquídeo y que representan indudablemente los ramos comunicantes de los ganglios de los mamíferos.

Esta intimidad entre el par raquídeo y los ganglios simpáticos, nos ha permitido establecer, con absoluta certidumbre, un hecho que ya habíamos anunciado, á saber: que los ramos comunicantes contienen cilindros-ejes nacidos de células simpáticas, los cuales, llegados que son al par raquídeo, se reflejan para incorporarse unos á la rama anterior, otros á la posterior. En todo este trayecto, tales fibras de Remack no se ramifican, ni poco ni mucho, al menos en las aves.

Otro hecho que hemos confirmado en preparaciones irreprochables, es la participación de los cilindros-ejes de las células simpáticas, en la formación de la comisura longitudinal de la cadena simpática.

El cilindro-eje procedente de una célula dirígese hacia la región central del ganglio, donde nace el grueso de las fibras longitudinales; dóblase para incorporarse á éstas, é ingresa finalmente en el cordón interganglionar ó longitudinal. En todo este curso intra-ganglionar no suministra rama alguna; sólo en un caso emitía una colateral ramificada entre las células simpáticas.

Examinando estos cilindros-ejes comisurales en preparaciones afortunadas (cortes longitudinales del gran simpático cervical), hemos logrado seguirlos hasta el ganglio inmediato, donde cesaba la impregnación. Por lo demás, estas fibras no tienen igual espesor; las hay espesas y delgadas correspondientes á células simpáticas voluminosas y de tamaño mediano.

Las colaterales procedentes del cordón longitudinal á su paso por los ganglios simpáticos, han sido objeto de minucioso estudio. Cortes longitudinales admirablemente teñidos, y donde solamente se mostraban cuatro ó seis fibras de dicho cordón, que fueron seguidas en la extensión de dos ganglios (inclusive éstos), nos permiten afirmar con absoluta certeza: 1.º que toda fibra comisural longitudinal no nace ó termina en el ganglio inmediato, sino que, á menudo, cruza dos ganglios seguidos sin mostrar señales de terminación; 2.º que algunas de estas fibras están exentas de colaterales; 3.º que el número de colaterales para cada fibra longitudinal que las emite varía de 1 á 3 en cada ganglio; 4.º que estas colaterales proceden á menudo en ángulo recto, se dividen en su camino y acaban por extremos varicosos apoyados á los cuerpos celulares; 5.º que los ganglios simpáticos contienen extensas y complejas arborizaciones libres de fibras que proceden de la comisura longitudinal, aunque



no es posible decidir si estas arborizaciones corresponden á células simpáticas, ó á fibras de origen medular.

Finalmente, hemos observado nuevamente la penetración en el ganglio simpático de fibras de la raíz anterior, algunas de las cuales se prolongaban á lo largo de la comisura longitudinal, mientras que otras parecían dividirse en ramitas terminales en el espesor mismo del ganglio.

En una preparación, se ramificaba y parecía terminar definitivamente un cilindro-eje nacido del espesor del ganglio espinal. No pudo determinarse si tal fibra se continuaba con la expansión periférica de una célula bipolar, ó con esas fibras centrifugas que Lenhossék y yo describimos en las raíces posteriores (radiculares motrices de la raíz posterior).

Y ya que mentamos las células de los ganglios raquídeos, debemos mencionar un detalle que se muestra en algunas de nuestras recientes preparaciones. En ciertos casos, el cuerpo de las bipolares no es liso, sino que suministra, á parte las dos fibras polares, dos ó tres ramas cortas acabadas mediante una varicosidad; más frecuentemente aún, tales expansiones semejan por su cortedad simples espinas. Pero en cuanto la célula se transforma en unipolar, el protoplasma pierde toda prolongación espinosa, adquiriendo figura esferoidal ó ligeramente poliédrica. Es probable que las expansiones que recientemente ha indicado Schaffer en las células de los ganglios raquídeos de los batracios, sean de la misma naturaleza, es decir, prolongaciones cortas, rudimentarias, destinadas á desaparecer en la época adulta.

*Gran simpático de mamíferos recién nacidos.* — La impregnación del gran simpático en los mamíferos recién nacidos, se logra mucho más difícilmente que en los embriones de pollo; por lo cual nuestros preparados no son tan demostrativos. Hemos conseguido, empero, poner fuera de duda los siguientes extremos:

1.º Los ramos comunicantes están constituidos, en su mayor parte, por cilindros-ejes nacidos en las células simpáticas del ganglio correspondiente. Estos cilindros-ejes llegan al par raquídeo, y forman dos manojos, uno de los cuales va á la rama anterior y otro á la posterior, doblándose para marchar hacia la periferia.

2.º Entre estas fibras simpáticas, no todas se limitan á acodarse para hacerse periféricas; algunas, generalmente las más espesas, divídense en dos ramas: una que se dirige, como hacia la médula, á lo largo de la raíz anterior; otra que va hacia la periferia con el par raquídeo correspondiente. A veces, la rama interna ó la externa, se bifurcaban todavía en su camino, engendrando un número variable de fibras internas y externas. En una de nuestras preparaciones de la médula del ratón de diez días, un cilindro-eje, por cierto muy espeso, se dividía al abordar el par raquídeo en siete ramos: dos para la rama anterior de éste; tres para la raíz anterior; una para la raíz posterior, y otra para la rama

posterior del par raquídeo. No podemos excluir la idea de que algunas de estas fibras simpáticas internas terminen por arborizaciones pericelulares en el espesor del ganglio espinal; pero debemos declarar que jamás hemos logrado establecer *de visu* la realidad de semejante disposición; antes bien las recientes preparaciones nos inclinan á admitir para dichas fibras una terminación, no intra-ganglionar, sino intra-medular.

3.º No hemos vuelto á ver en los ganglios raquídeos de mamíferos las arborizaciones pericelulares que Ehrlich y nosotros habíamos descrito. No cabe, sin embargo, negar su realidad, pues en las preparaciones donde se nos mostraron, aparecían con absoluta evidencia. En cambio, en la rata y ratón de quince días, hemos seguido por el espesor del ganglio raquídeo, ya en su región central, ya en sus zonas periféricas, fibras varias veces ramificadas en ángulo agudo, algunas de cuyas ramas salían del ganglio, para marchar hacia el tejido conectivo limítrofe. ¿Se trataba aquí de fibras simpáticas acompañantes de algún vaso intra-ganglionar? No podemos contestar todavía á esta cuestión.

4.º Algunas fibras, probablemente desprendidas de la raíz anterior, penetran con los nervios comunicantes en los ganglios simpáticos, de donde pueden emerger por alguna rama simpática, y aun por el cordón comisural longitudinal. Estas fibras representan verosíblemente aquellos tubos de mielina, que, separándose de cada par raquídeo, penetran en los ganglios simpáticos con los ramos comunicantes. En el ratón y rata adultos, el proceder de Weigert-Pal pone de manifiesto la existencia de fibras meduladas, ya espesas, ya finas, tanto en el espesor del cordón comisural, como en el interior del ganglio simpático y ramos comunicantes.

