

parte paralelas á los intersticios de las fibro-células, pueden tocar un gran número de éstas.

c) *Terminaciones nerviosas en el corazón.* — Se han vertido muchas opiniones, todas hipotéticas, sobre la manera de terminar las fibras de Remak en las células cardíacas de los mamíferos:

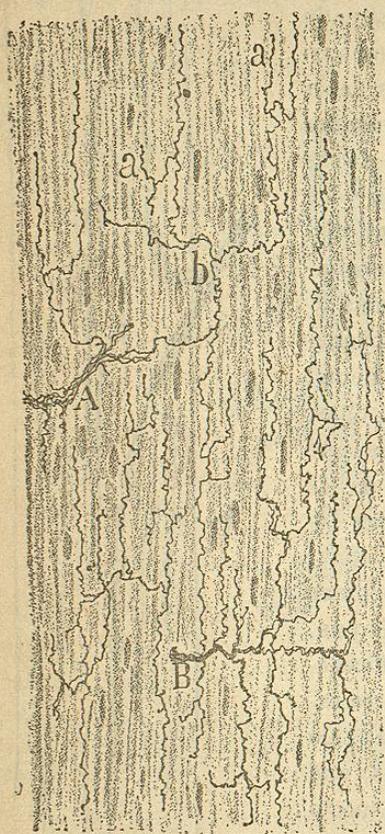


Fig. 144. — Corte paralelo á las fibras musculares circulares del intestino del conejillo de Indias. — A, B, fascículos que venían del plexo muscular profundo; b, fibra nerviosa terminal; a, últimos ramitos acabados por una varicosidad.

haces vecinos, una red de anchas mallas, ocupadas por grupos de fibras contráctiles. Por último, los hilos elementales se hacen

quiénes, como Ranvier, admiten que los ramúsculos nerviosos ensartan el eje de la materia contráctil; quiénes, como Krause, señalan la existencia de verdaderas placas motrices. Nuestras observaciones, ejecutadas primeramente con el método de Ehrlich y después con el de Golgi (1891), resuelven, á nuestro modo de ver, definitivamente este punto, demostrando que las fibrillas de Remak se comportan en el corazón lo mismo que en los músculos lisos. Los hacecillos de fibras nerviosas, marchan por entre los paquetes de células, disociándose en unos puntos y volviéndose á juntar en otros, constituyendo así, y á consecuencia de cambios de elementos con

independientes, se ramifican muchas veces sin anastomosarse nunca y acaban por tallitos finísimos y fuertemente varicosos. Cada célula muscular puede ponerse en contacto con una ó varias ramillas terminales, casi siempre flexuosas y dirigidas en el sentido de los corpúsculos contráctiles. Los cabos terminales aparecen, á menudo, guarnecidos de una varicosidad (1).

Terminaciones sensitivas. — Estas terminaciones son tantas y más que los órganos sensibles. Las principales son: las sensitivas musculares, las musculo-tendíneas de Golgi, las terminaciones intra-epidérmicas y las por corpúsculos especiales.

Terminaciones sensitivas musculares ó husos de Kühne. — Cuando se examinan las diversas fibras de un músculo estriado, llaman la atención ciertos fascículos primitivos poco numerosos (dos ó tres en el músculo pectoral de la rana), sumamente delgados, y cuya parte central presenta un engrosamiento fusiforme correspondiente á una terminación nerviosa. Estudiando atentamente este engrosamiento, se advierten en él tres partes: las cápsulas, las fibras nerviosas y el material granuloso (figura 145).

Las cápsulas (fig. 145, a), que habitualmente son dos, consisten en membranas delgadas, tubulares, separadas entre sí por espacios plasmáticos, anchos en el centro del huso, pero que van estrechándose en los extremos de éste, donde aquéllas se juntan y confunden con el sarcolema. La fibra nerviosa es muy robusta, atraviesa las cápsulas, con las que se continúa la vaina de Henle, y una vez sobre el material granuloso, se divide en dos ó más ramas meduladas que marchan más ó menos paralelamente al haz muscular. Perdida ya la mielina y membrana de Schwann, cada rama nerviosa se resuelve en una riquísima arborización fuertemente varicosa y extendida sobre toda la región granulosa del huso: las más finas ramillas acaban mediante una varicosidad. Finalmente, el material granuloso ocupa todo el espesor del engrosamiento, está sembrado de núcleos y representa un pedazo

(1) Véase mis folletos: *Terminaciones nerviosas en el corazón de los reptiles y batracios* (Gaz. sanit. de Barcelona. núm. 12, 1890), y *Terminaciones nerviosas en el corazón de los mamíferos* (Gaz. sanit. de Barcelona. núm. 1, Abril, 1891).

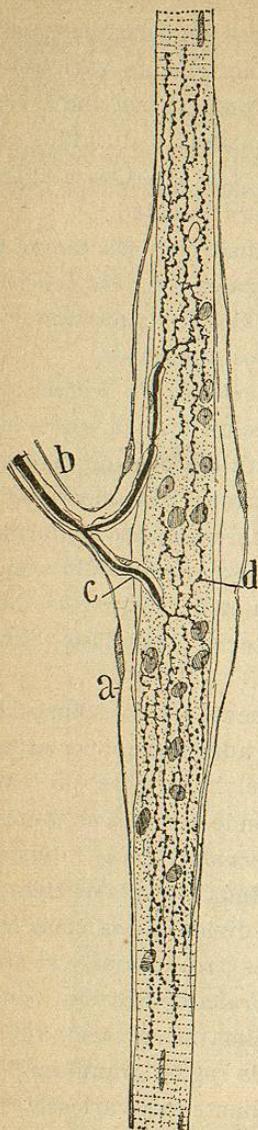


Fig. 145. — Terminación sensitiva muscular del pectoral cutáneo de la rana. Método de Ehrlich. — *b*, fibra nerviosa medulada; *a*, cápsula; *c*, tubo nervioso hijo; *d*, arborización terminal.

de fibra muscular, cuyo protoplasma ha conservado sus cualidades embrionarias (fig. 145, *d*).

Los ensayos de coloración que mediante el azul de metileno hemos practicado en el músculo pectoral cutáneo de la rana, nos han permitido descubrir en dichas fibras musculares otra terminación nerviosa. Esta terminación se parece en un todo a la motriz, y yace en aquel paraje de los husos musculares, donde la materia estriada no está recubierta por las cápsulas ni por la ramificación sensitiva. Por donde resulta que cada huso muscular mantiene conexión con dos fibras: la *sensitiva*, arborizada en el engrosamiento capsulado supradicho y destinada á conducir al sensorio noticias tocantes al tanto de contracción del músculo; y con la *motriz* ó *centrífuga*, en virtud de la cual el huso muscular será también susceptible de contraerse como los demás haces estriados. Parecidos hechos han descrito en los mamíferos Kerschner y Rufini.

Órganos musculo-tendinosos de Golgi. — En ciertos tendones, y en la vecindad de las fibras musculares, se ven unos cuerpos fusiformes recubiertos de endotelio y enlazados con una arborización nerviosa sensitiva. Estos cuerpos representan en realidad un haz tendinoso especial, el cual, por una de sus extremidades, se continúa con los fascículos comunes del tendón, y por la otra recibe la in-

serción de un grupo de fibras musculares estriadas (fig. 146).

El tubo nervioso aborda oblicua ó perpendicularmente el cuerpo fibroso susodicho; la vaina de Henle se continúa con la membrana endotelial de éste; y la fibra nerviosa dicotomizada una ó dos veces, acaba por perder la mielina y por engendrar una extensa y varicosa ramificación completamente libre, y situada en la superficie del huso, por debajo de su cápsula. Según Ciaccio, las ramillas varicosas y libres de la arborización penetrarían entre los haces fibrosos del huso tendinoso, y constituirían en torno de ellos verdaderas espirales.

El oficio de tan singulares terminaciones ha sido muy discutido. Nosotros nos inclinamos al parecer de Ciaccio, quien las considera de naturaleza sensitiva, atribuyéndolas la misión de noticiar al sensorio del cuánto de estiramiento del tendón durante la contracción del músculo, haciendo así posible, por acción refleja, la adecuación de la energía de éste á la resistencia de aquél.

Terminaciones sensitivas intra-epidérmicas. — Este modo de terminación es peculiar de los epitelios pavimentosos estratificados como el de la córnea, piel, esófago, etcétera.

En la córnea es donde mejor pueden estudiarse tales arborizaciones sensitivas, las cuales se coloran muy bien, tanto con el azul de metileno, como con el cloruro de oro. Por la periferia de esta membrana

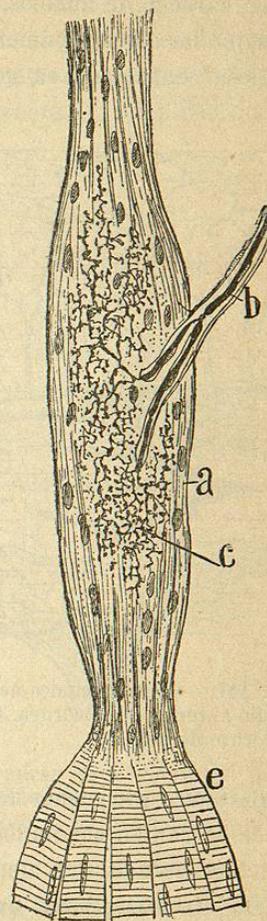


Fig. 146. — Órgano musculo-tendinoso de Golgi. Coloración por el cloruro de oro.

penetran varios tubos medulares, los que, perdiendo á poco trecho la mielina y vaina de Schwan, recorren, bajo la forma de fibras pálidas, el espesor de la córnea, constituyendo, al anastomosarse entre sí, una red de anchas mallas cuyas nudosidades presentan la disposición de pequeños kiasmas (fig. 147). Las fibras constitutivas de este plexo son gruesas, marchan en zigzag, carecen de núcleos, y muestran claramente las hebras axiales que las constituyen envueltas y ligadas por una materia granulosa concretada en gotas, y especialmente ávida del oro y

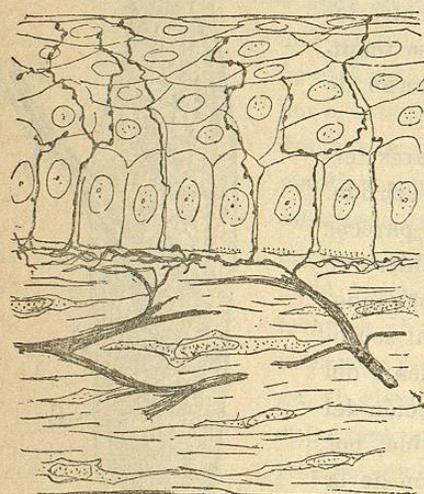


Fig. 147.— Terminaciones nerviosas en el epitelio anterior de la córnea. Coloración por el cloruro de oro.

azul metileno. Designase esta red, que yace entre las láminas conectivas de la córnea, con el nombre de *plexo fundamental*.

Los tallos de este plexo suministran ramitas mucho más delgadas, que atraviesan en escalera las capas corneales y, anastomosándose entre sí por debajo de la basal, forman una red aplanada mucho más rica y tupida que la anterior, que se ha llamado *plexo sub-basal*. Las trabéculas de esta red son menos flexuosas que las del plexo fundamental, y encierran en sus nudosidades ó pequeños kiasmas, uno ó dos núcleos envueltos en cierta cantidad de materia granulosa.

De la red sub-basal arrancan fibras sumamente finas y varicosas, formadas, al parecer, de uno ó dos filamentos axiales primitivos. Estas hebras llevan un curso tortuoso, atraviesan la basal, y, entrecruzándose por debajo de los piés de la primera fila de células epiteliales, constituyen un tercer plexo mucho más delicado que los anteriores y exento de núcleos: lláma-

sele *plexo sub-epitelial*. Las fibrillas constructoras de este plexo, después de raras ramificaciones, recodan bruscamente, marchan verticalmente por entre las células epiteliales, moldeándose á sus contornos, y rematan, ya entre los elementos de las capas profundas, ya en la misma superficie del epitelio, mediante ligeros engrosamientos, ó á favor de una esférula de materia aurófila.

En el epidermis de Malpigio de la piel, hállanse también parecidas terminaciones. Gruesas fibras meduladas, llegan de lo fondo del dermis, bifúrcanse una ó dos veces, y, en pleno cuerpo

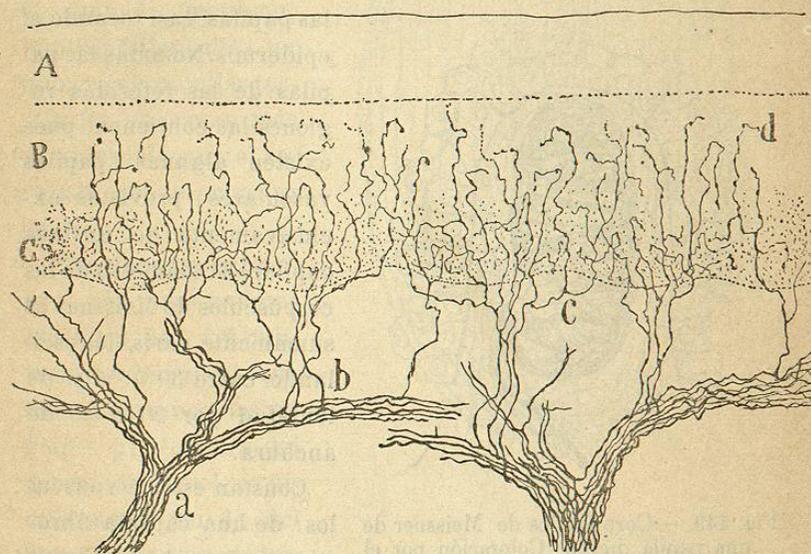


Fig. 148.— Fibras terminales intraepidérmicas de la planta del pie del perro recién nacido: A, epidermis córnea; B, cuerpo de Malpigio; C, granos pigmentarios; a, manojo nervioso; b, bifurcaciones; d, últimas ramillas.

papilar, las ramas resultantes pierden la mielina y se acercan al epidermis. Antes de penetrar en éste, los cilindros-ejes desnudos se ramifican, y los ramúsculos, cuya dirección es vertical, se insinúan entre las células epidérmicas, subdividense una ó dos veces y acaban por series de gránulos ó por cabos varicosos situados en las inmediaciones del *stratum granulosum*.

En su trayecto intra-epidérmico, las fibrillas nerviosas están alojadas en el cemento semi-líquido de unión, y no parecen enlazarse con ninguna célula epidérmica (fig. 148).

Terminaciones parecidas han descrito Retzius en el esófago y mucosas pavimentosas, y van Gehuchten en la piel y mucosas de varios mamíferos.

Corpúsculos de Meissner.— Habitan en las papilas de la piel, particularmente en la cara palmar de los dedos, en el dermis labial, mamelón y órganos genitales externos.

Estos corpúsculos afectan figura ovóidea, á veces tuberosa y lobulada, y yacen perpendicularmente orientados en la cima de

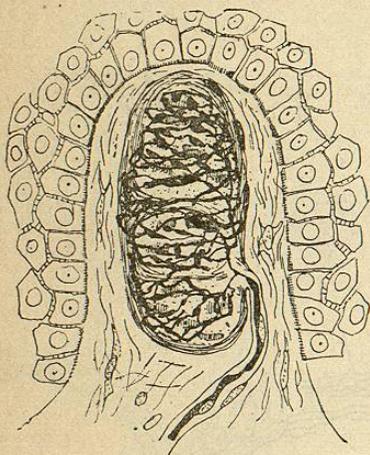


Fig. 149. — Corpúsculos de Meissner de una papila digital. Coloración por el cloruro de oro.

las papilas, casi tocando el epidermis. No todas las papilas de las referidas regiones las contienen, pues existen algunas (papilas vasculares) provistas exclusivamente de un asa capilar. El diámetro de los corpúsculos de Meissner es sumamente variable, oscilando entre 30 á 50 μ de longitud por 20 á 30 de anchura.

Constan estos corpúsculos: de una cápsula fibrosa, gruesa y abundante en núcleos, continuada con la cubierta de Henle de las fibras nerviosas aferentes; de una masa central construída de células irregulares ordenadas en pilas verticales apretadas é imbricadas, y cuyos núcleos, alargados transversalmente, prestan al todo aspecto groseramente estriado; y de una ó varias fibras medulares que abordan el corpúsculo á diversas alturas, serpenteando á menudo por encima de la cápsula, y penetrando, perdida ya la mielina, entre las pilas de células, donde forman una rica y complicada arborización. Los tallos terminales son varicosos; caminan transver-

salmente, y acaban por abultamientos lenticulares ó simples engrosamientos irregulares, situados en los espacios cóncavos que separan los corpúsculos centrales. Este modo de terminación por meniscos táctiles, recuerda los corpúsculos de Merkel de las aves, que no son en realidad sino una forma más simple y menos irregular de los órganos de Meissner. Dogiel ha teñido recientemente estas arborizaciones con el azul de metileno, mostrando en ellas un número de ramillas terminales varicosas más considerable que el revelado por el cloruro de oro.

salmente, y acaban por abultamientos lenticulares ó simples engrosamientos irregulares, situados en los espacios cóncavos que separan los corpúsculos centrales. Este modo de terminación por meniscos táctiles, recuerda los corpúsculos de Merkel de las aves, que no son en realidad sino una forma más simple y menos irregular de los órganos de Meissner. Dogiel ha teñido recientemente estas arborizaciones con el azul de metileno, mostrando en ellas un número de ramillas terminales varicosas más considerable que el revelado por el cloruro de oro.

Corpúsculos de Pacini.— Son unos cuerpos oblongos, de 1 á 2 milímetros de longitud, que se encuentran en las regiones profundas del dermis de la piel, particularmente en la del pulpejo de los dedos; hállalos también, a un-

que en escaso número, en los nervios articulares, en los distribuídos por los huesos, ligamentos interóseos de la pierna y antebrazo, órganos genitales externos, perimio interno de los músculos, etc.

Se componen los corpúsculos de Pacini: de una masa central granulosa, prolongada según el eje mayor del corpúsculo y redondeada por sus extremos, y de una serie de cápsulas concén-

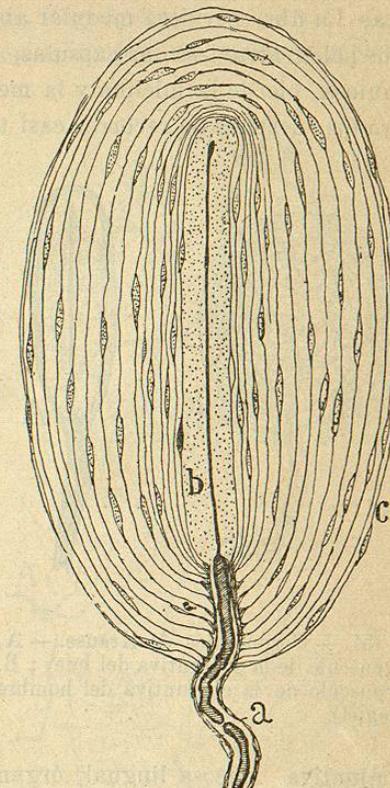


Fig. 150. — Corpúsculo de Pacini del hombre. — a, vaina de Henle del tubo nervioso; b, materia granulosa central; c, cápsulas.

tricas, verdaderas láminas de tejido conjuntivo, separadas por espacios linfáticos y revestidas en su cara interior por una capa de células endoteliales, cuyos núcleos aplanados forman prominencia hacia adentro. Las cápsulas próximas a la materia granulosa central, son más delgadas y están más juntas que las periféricas. La fibra nerviosa medular aborda el corpúsculo por uno de sus polos, atraviesa las cápsulas, y al llegar a la substancia granulosa, pierde la mielina y la membrana de Schwann. El cilindro-eje, después de recorrer casi toda la longitud de la ma-

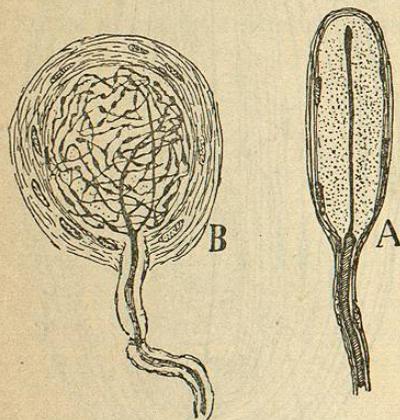


Fig. 151. — Corpúsculos de Krause. — A, corpúsculo de la conjuntiva del buey; B, corpúsculo de la conjuntiva del hombre (Dogiel).

teria granulosa pálida, termina en el espesor de ésta por ligera intumescencia. La membrana de Henle, que acompaña al tubo nervioso, y que por cierto es sumamente gruesa, se continúa con las diversas cápsulas conectivas (fig. 150).

Corpúsculos de Krause. — Aparatos más sencillos y menos voluminosos que los de Pacini, están situados, de ordinario, en el dermis de

la conjuntiva, mucosa lingual, órganos genitales externos, etc. El tamaño de estos corpúsculos, oscila entre 40 y 50 μ de longitud por 20 ó 30 μ de anchura. Desde el punto de vista estructural, se conocen dos variedades de corpúsculos de Krause. La variedad más simple, se compone: de una cápsula conectiva, expansión de la vaina de Henle: de una masa granulosa interior, prolongada en forma de maza; y de una fibra nerviosa aferente que, desnudándose de sus cubiertas al abordar el corpúsculo, acaba, cerca del polo superior de la masa granulosa, á favor de ligero espesamiento (figura 151, A).

La variedad compleja posee una talla algo mayor, y reside en la conjuntiva ocular y órganos genitales externos (fig. 151, B). El tubo nervioso aferente, en vez de terminar en la materia granulosa por simple tallo longitudinal, se ramifica en ésta repetidas veces, y los ramúsculos acaban por extremos engrosados y perfectamente libres (Retzius, Dogiel, etc.).

Dogiel describe también en la conjuntiva terminaciones nerviosas por ovillos ó apelonamientos complicados de ramillas, sin aparato protector propiamente dicho.

Terminaciones glandulares.—Este tema ha sido muy debatido hasta estos últimos años, en que los métodos de Ehrlich y de Golgi han permitido obtener coloraciones absolutamente correctas de las fibrillas terminales, aclarando definitivamente la cuestión. Como hemos demostrado primeramente nosotros para las glándulas salivares, y han confirmado y ampliado Fusari y Panasci, Retzius, Müller, Cl. Sala, Dogiel, etc., las fibras nerviosas destinadas al tejido glandular, acaban libremente sobre las células secretoras, sin penetrar en el protoplasma.

Las fibras originarias provienen del gran simpático, y están, por tanto, desprovistas de mielina; algunas representan quizás simples expansiones finas de ciertas células nerviosas multipola-

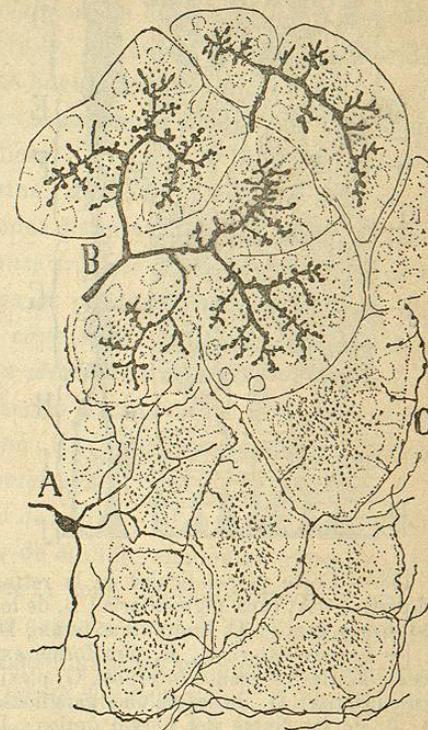


Fig. 152. — Plexo nervioso terminal del páncreas. — A, célula simpática intersticial; B, acini glandular; C, plexo nervioso pericelular.