CAPITULO XV

Terminaciones nerviosas periféricas

149. En el capítulo anterior, al hablar del epitelio de la piel y de las membranas mucosas y del epitelio anterior de la córnea, hemos descrito la terminación de los nervios de sensibilidad común como fibrillas primitivas aisladas y como redes de éstas. Además hay otros órganos terminales especiales de los nervios sensitivos, relacionados probablemente con la percepción de alguna cualidad especial ó cantidad de estímulos sensitivos. Todos se comunican con una fibra nerviosa medular, y hállanse situados, no en el epitelio de la superficie, sino en el tejido, á más ó menos profundidad. Así sucede con los corpúsculos de Pacini, los de Herbst, los bulbos terminales de Krause en la lengua y la conjuntiva, los corpúsculos ó bulbos terminales de los órganos genitales externos, los corpúsculos de Meissner ó corpúsculos táctiles en las papilas de la piel de la cara palmar de los dedos, las células del tacto de Merkel en el pico y la lengua del pato, etc.

150. **Los corpúsculos de Pacini.**—Se llaman también *corpúsculos de Vater*, y encuéntranse muy numerosos en las fibras nerviosas subcutáneas de la palma de la mano y del pie del hombre, en el mesenterio del gato, á lo largo de la tibia del conejo y en los órganos genitales del hombre (cuerpos cavernosos y prostata). Cada corpúsculo es oval, más ó menos prolongado, y en algunos sitios fácilmente perceptible á la

simple vista (palma de la mano humana y mesenterio del gato); los más grandes miden $\frac{1}{20}$ de pulgada de largo por $\frac{1}{30}$ de ancho (uno ó dos milímetros por dos ó tres); mientras que algunos son microscópicos. Cada uno está provisto de un *pedículo,* en el que se halla fijo, y que se reduce á una *simple fibra nerviosa medular eferente* (fig. 71), que difiere de una fibra nerviosa medular ordinaria sólo por el hecho de que fuera del neurilema existe una espesa vaina laminada de tejido conjuntivo (la vaina de Henle), que se continúa con el perineuro de la rama nerviosa, con la cual se comunica la fibra. Esta fibra medular presenta generalmente dentro de su vaina un contorno muy ondulado. El corpúsculo mismo se compone de un gran número de laminillas ó cápsulas, más ó menos concéntricamente dispuestas alrededor de un *espacio central alargado* ó *espacio cilíndrico claro,* que contiene en su eje desde la terminación próxima, es decir, la que está más cerca del pedículo, hasta cerca de la extremidad opuesta, una continuación de la fibra nerviosa en figura de un *cilindro-eje sencillo.* Sin embargo, este último no llena el espacio central, puesto que alrededor del cilindro-eje, ligera y longitudinalmente estriado, queda un buen espacio lleno de una sustancia trasparente, en la que se ven á veces líneas de núcleos esféricos á lo largo del borde del cilindro-eje. En la extremidad distante del espacio central, ó cerca de ella, *el cilindro-eje se divide en dos ó más ramas,* que *terminan* en unos *engrosamientos* en forma de pera, oblongos, esféricos ó de figura irregular y de aspecto granuloso.

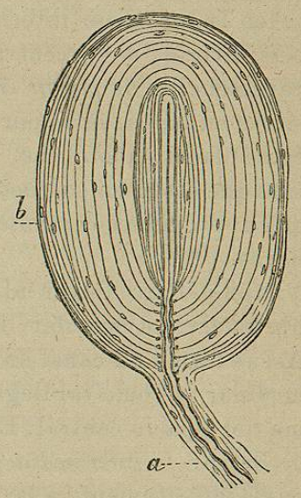

Fig. 71.—Un corpúsculo de Pacini del mesenterio del gato
a, La fibra nerviosa medular; *b*, las cápsulas concentricas

151. Las *cápsulas* concéntricas que forman el corpúsculo mismo, no están dispuestas en la periferia y cerca del espacio central lo mismo que las partes medias. En las primeras loca-

lidades están mucho más próximas, siendo más delgadas que en las segundas. En su consecuencia, si se mira un corpúsculo de Pacini por su eje longitudinal, ó en corte trasverso, veremos siempre que la estriación (que indica las cápsulas) es más compacta en las primeras partes que en las segundas. Cada cápsula se compone de: (*a*) una *sustancia fundamental* hialina, probablemente elástica, en la cual se hallan embebidas acá y allá (*b*) unos *finos hacecillos* de fibras de tejido conjuntivo; (*c*) en la superficie interna de cada cápsula, es decir, la que está dirigida al eje central del corpúsculo de Pacini, hay una capa sencilla de *placas endotélicas con núcleo*. Los núcleos visibles en las cápsulas por la inspección ordinaria, son los de estas placas endotélicas. No hay líquido entre las cápsulas, sino que están en contacto unas con otras (Huxley). Las que están próximas comunícanse á veces entre sí por delgadas fibras.

152. Para llegar al espacio central del corpúsculo, la fibra nerviosa medular debe perforar la cápsula en un polo. Así se forma un canal en el que está situada la fibra nerviosa medular, y como tal llega ondulando á la extremidad próxima del espacio central. Esta parte de la fibra nerviosa se puede llamar *la intermedia*. Las laminillas de la vaina de Henle pasan directamente á las cápsulas periféricas del corpúsculo.

Inmediatamente antes de penetrar en el espacio central, la fibra nerviosa se despoja de todas sus partes, excepto el cilindro-eje, que, como ya hemos consignado, pasa á dicho espacio del corpúsculo de Pacini. En algunos casos una pequeña arteria penetra en el corpúsculo por el polo opuesto al destinado á la fibra nerviosa. Entra en las cápsulas periféricas y las cede á algunos vasos capilares.

153. Los *corpúsculos de Herbst* se asemejan á los de Pacini, con la diferencia de ser más pequeños y prolongados. El cilindro-eje del espacio central está tapizado por una serie continua de núcleos, y las cápsulas son más delgadas y están más juntas (fig. 72). Esto se aplica particularmente á los que están cerca del espacio central; y aquí, entre estas capsulas centrales, no encontramos los núcleos que indican las placas endotélicas. Tal es la naturaleza de los corpúsculos de Herbst

en la mucosa de la lengua del pato, y hasta cierto punto también en la del conejo y en los tendones.

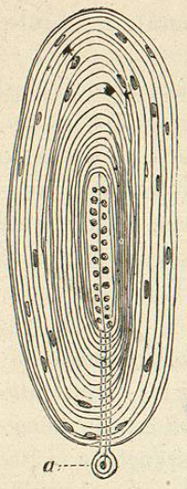

Fig. 72.—Un corpúsculo de Herbst, de la lengua del pato.
a, Se ha dividido la fibra nerviosa medular.

154. Los **corpúsculos táctiles, ó corpúsculos de Meissner,** se hallan en las papilas del corion de la cara palmar de los dedos de la mano y del pie del hombre y del mono. Son oblongos, rectos ó ligeramente arrollados. En el hombre miden de $\frac{1}{250}$ á $\frac{1}{300}$ de pulgada de longitud, por $\frac{1}{500}$ á $\frac{1}{200}$ de anchura. Comunican, por regla general, por una fibra nerviosa medular, rara vez con dos, con una vaina de Henle. La fibra nerviosa penetra en el corpúsculo, pero antes de hacerlo así suele dar la vuelta alrededor de él, como una fibra medular, una vez, dos ó más, y su vaina de Henle se confunde con la cápsula fibrosa del corpúsculo táctil. La fibra nerviosa pierde últimamente su vaina medular y se introduce en el interior del corpúsculo, donde el cilindro-eje se ramifica; sus ramas se recogen á lo largo del corpúsculo táctil (fig. 73), se anastomosan entre sí y terminan en ligeros engrosamientos en forma de pera ó cilíndricos, los cuales, según Merkel, son células del tacto. La sustancia fundamental del corpúsculo táctil se compone, además de la vaina fibrosa con núcleos y numerosas fibras elásticas, de finos hacecillos de tejido conjuntivo y de cierto número de celulillas nucleares.

Fig. 73. — Un corpúsculo táctil de Meisner de la piel de la mano humana.
Representa las circumvoluciones de la fibra nerviosa. (Fischer y W. Flemming.)

155. Los **bulbos terminales de Krause.**—Estos bulbos se hallan en la conjuntiva del hombre y de la vaca. Son corpúsculos diminutos, oblongos ó cilíndricos, situados en las capas más profundas de la conjuntiva, cerca del borde de la córnea. Una fibra nerviosa medular, con la vaina de Henle, penetran en el corpúsculo (fig. 74), el cual

posee una cápsula nuclear y es una estructura más ó menos laminada (en el hombre parece más granulosa), con numerosos núcleos diseminados entre las laminillas. En la fibra nerviosa, sólo el eje-cilindro se prolonga, por regla general, en el interior del corpúsculo.

Algunas veces la fibra nerviosa medular pasa como tal al interior del corpúsculo con más ó menos espirales. Una vez cerca de la extremidad distante, ramifícase y termina en unos pequeños engrosamientos (Krause, Longworth, Merkel, Key y Retzius).

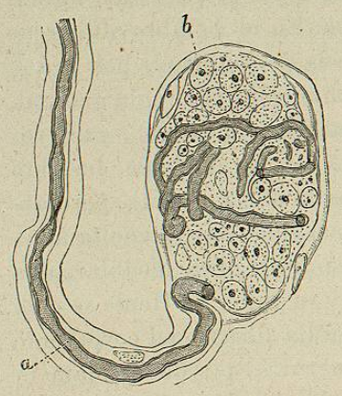

Fig. 74.—Un bulbo terminal de Krause
a, Fibra nerviosa medular; *b*, la cápsula del corpúsculo

Los *bulbos terminales en los órganos genitales*, ó los *corpúsculos genitales de Krause*, son semejantes por su estructura á los sencillos. Hállanse en el tejido del cutis, en la membrana mucosa del pene, en el clítoris y la vagina.

156. Los **corpúsculos de Grandry,** ó *corpúsculos del tacto de Merkel*, que se encuentran en el tejido de las papilas, en el pico y en la lengua de las aves, son diminutos corpúsculos ovales ó esféricos, con una membrana nuclear muy delicada como cápsula, consistiendo en una serie (dos, tres, cuatro ó más) de grandes células trasparentes ligeramente aplanadas y de aspecto granuloso, cada una de las cuales tiene un núcleo esférico, hallándose dispuestas en línea vertical (fig. 75). Una fibra nerviosa medular penetra en el corpúsculo por un lado, y

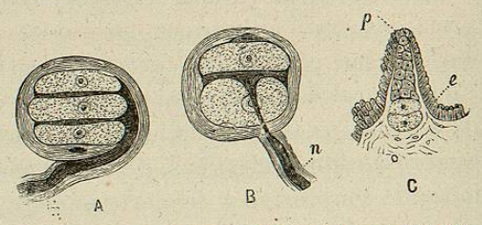

Fig. 75.—Corpúsculos de Grandry de la lengua del pato
A, Compuesto de tres células: B, compuesto de dos; C, representa el desarrollo del corpúsculo de Grandry desde el epitelio que cubre la papila; *e*, epitelio; *n*, fibra nerviosa. (Izquierdo.)

al perder su vaina medular, el cilindro-eje se ramifica y sus ramillas terminan, según Merkel y Henle, en las células del corpúsculo (células del tacto de Merkel). Otros autores (Key y Retzius, Ranvier, Hesse, Izquierdo) dicen que remata en la sustancia trasparente entre las células del tacto, formando así los *discos táctiles* de Ranvier. Ninguna teoría me parece corresponder á los hechos del caso, pues veo que las ramillas del cilindro-eje terminan, no en las células del tacto, ni como los discos táctiles, sino en diminutas dilataciones en la sustancia intersticial entre las células del tacto, de una manera muy semejante á lo que se observa en los bulbos terminales conjuntivos. Según Merkel, en el tejido de las papilas, así como en el epitelio, en la piel del hombre y los mamíferos, hállanse grupos pequeños ó sencillos de células del tacto.

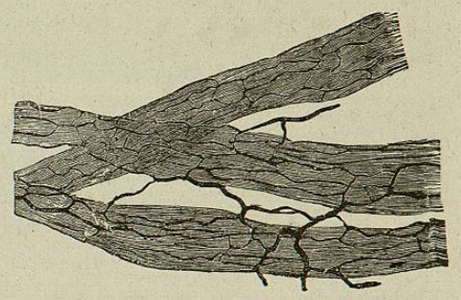
Fig. 76.—Hacecillos de tejido muscular liso rodeados de plexos de finas fibrillas nerviosas. (M. del L.)

157. En **las articulaciones,** como por ejemplo en la de la rodilla del conejo, Nicoladoni describió numerosas ramas nerviosas, que dan fibras muy finas. Algunas de ellas terminan en una red, otras en vasos sanguíneos, y un tercer grupo penetra en los corpúsculos de Pacini. Krause describió, en las membranas sinoviales de las articulaciones de los dedos humanos, fibras nerviosas medulares que terminan en unos corpúsculos táctiles particulares, á los que él llama *corpúsculos nerviosos de articulación.*

158. Las **ramas nerviosas que inervan el tejido muscular liso** se derivan del simpático. Se componen de fibras no medulares, y las ramas están revestidas de una vaina endotélica,—perineuro. Las ramas se dividen en grupos pequeños ó sencillos de cilindro-ejes que se reunen en un plexo, el *plexo fundamental de Arnold.* Unas pequeñas fibras que salen del plexo completan los hacecillos individuales de célu-

las de músculo liso, formando un plexo que se llama *plexo intermediario* (fig. 76). Las fibras que se unen con él son hacecillos más pequeños ó más grandes de fibrillas primitivas. En los nodos, es decir, en los puntos de reunión de estas fibras, hay núcleos angulares. Del plexo intermedio salen grupos aislados ó pequeños de fibrillas primitivas, que prosiguen su marcha en la sustancia intersticial entre las células musculares, *fibrillas intermusculares* (fig. 76A). Según Frankenhauser y Arnold, dan fibrillas más finas que terminan en los núcleos ó nucleolos. Elischer dice que las fibrillas primitivas terminan en la superficie del núcleo con una pequeña dilatación.

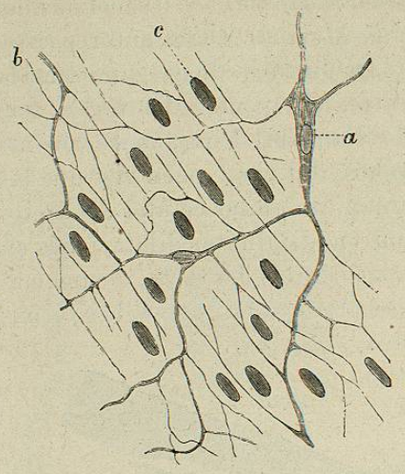

Fig. 76A.—Terminación de los nervios en el tejido muscular liso

a, Fibra no medular del plexo intermedio; *b*, finas fibrillas intermusculares; *c*, núcleos de células musculares. (Atlas.)

En muchas partes se ven células ganglionares aisladas en relación con las fibras musculares.

Fig. 77.—Plexo de finas fibras nerviosas no medulares que rodean las arterias capilares en la lengua de la rana (después de tratarlas con cloruro de oro).

a, Vaso sanguíneo; *b*, corpúsculos de tejido conjuntivo; *e*, fibras gruesas no medulares; *d*, plexo de finas fibras nerviosas. (M. del L.)

159. Los nervios de los **vasos sanguíneos** se derivan del simpático, terminando en las arterias y venas esencialmente del mismo modo que en el tejido muscular liso. Se hallan principalmente en aquellas partes (túnica media) que contienen dicho tejido, pero también hay fibras nerviosas no medulares que acompañan á los capilares (arterias y venas capilares) y en algunos sitios emiten fibrillas elementales que forman una red alrededor del vaso (fig. 77). En ciertas partes las ramas nerviosas vasculares están provistas de pequeños grupos de células ganglionares.

160. En el **músculo estriado** del hombre y de los mamíferos, de los reptiles y los insectos, la terminación de las fibras nerviosas se verifica del modo indicado por Kuhne, comunmente aceptado, que es como sigue: Una fibra nerviosa medular, generalmente derivada de otra que se ha dividido, penetra casi en ángulo recto en una fibra muscular estriada; el neurilema se confunde con el sarcolema, y la fibra nerviosa, ya en su punto de entrada ó poco después, pierde su vaina medular, de modo que sólo se conserva el cilindro-eje. Este último se divide simultáneamente en cierto número de fibras más pequeñas, que pronto se resuelven en una red de fibrillas finas, la cual queda embebida en una placa de aspecto más ó menos granuloso, provista de algunos núcleos oblongos (figura 78). Toda la estructura representa la *placa terminal nerviosa;*

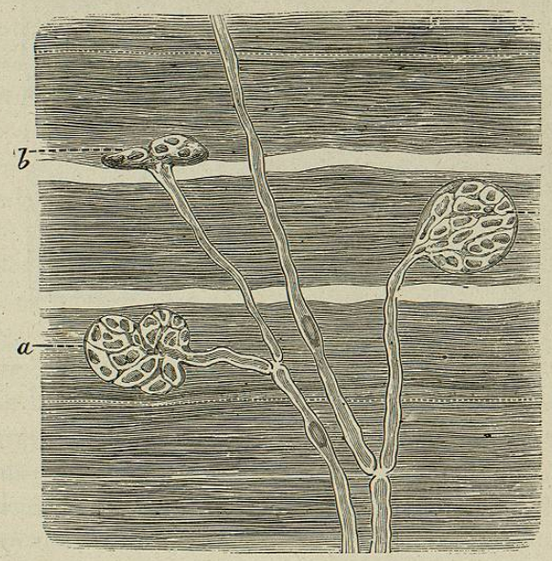

Fig 78.—Preparación de fibras musculares estriadas de la culebra representando la terminación de las fibras nerviosas medulares (Según una preparación de Mr. Lingard.)

a, La placa terminal nerviosa vista de frente; *b*, la misma, vista de perfil. Cada placa terminal es una red relacionada con el cilindro-eje de una fibra nerviosa medular, y contiene numerosos núcleos de diversos tamaños y formas.

y cuando la fibra muscular se contrae, esta placa adquiere naturalmente la forma de una prominencia—montículo nervioso de Doyere. Cada fibra muscular tiene por lo menos una placa terminal nerviosa, pero algunas veces cuenta varias muy próximas. La placa terminal está generalmente inervada por una fibra nerviosa, y á veces por dos.

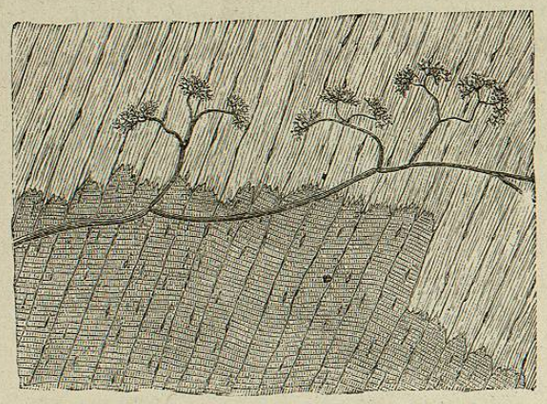

Fig. 79.—Terminación de las fibras nerviosas medulares en el tendón, cerca de la inserción de las fibras musculares estriadas

Las fibras nerviosas terminan en placas terminales reticuladas especiales de fibrillas primitivas. (Golgi.)

La onda de contracción parte generalmente de la placa terminal. Por regla general en los batracios no terminan las fibras nerviosas en forma de una placa granulosa, sino que, habiendo penetrado en el sarcolema, ramifícase en varios cilindro-ejes, cada uno de los cuales se ramifica á su vez. Todas las ramas siguen una dirección más ó menos longitudinal, y están provistas, ya en su terminación ó ya en su trayecto, de varios núcleos oblongos. Arndt ha demostrado que se encuentran las dos clases de terminaciones en los batracios. Estas dos especies de terminaciones nerviosas se hallan debajo del sarcolema y en la superficie de la sustancia muscular propia; pero además de esta terminación intramus-

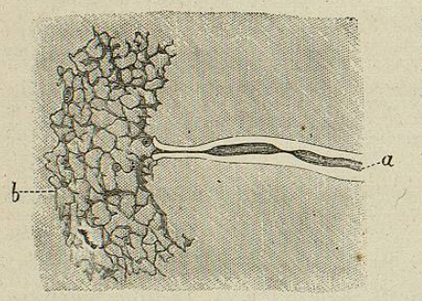

Fig. 80.—Una de las placas terminales reticuladas de la figura anterior, más aumentada

a, La fibra nerviosa medular; *b*, la placa terminal reticulada. (Golgi.)

cular existe un plexo de fibras nerviosas situado fuera del sarcolema, es decir, intermuscular: así lo han visto Beale, Kolliker, Krause y otros. Arndt considera estas fibras intermusculares como nervios sensitivos.

161. **Tendones.** Están provistos de terminaciones nerviosas especiales estudiadas por Sachs, Rollett, Gempt, Rauber, y particularmente Golgi, cuya obra sobre esta materia es muy detallada. Dichas terminaciones son especialmente numerosas cerca de la inserción muscular, y cuéntanse las siguientes especies:

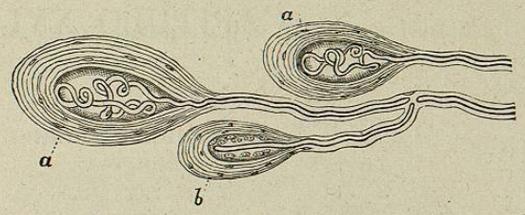

Fig. 81.—Terminación de las fibras nerviosas medulares en el tendón

a, Bulbos terminales con fibras nerviosas medulares circumvolucionadas; *b*, bulbo terminal semejante á un corpúsculo de Herbst. (Golgi.)

(*a*) Repetidas ramas de fibras nerviosas medulares y el cilindro-eje terminan en una pequeña placa compuesta de una red de finas fibrillas nerviosas primitivas (fig. 79). (*b*) Esta red está embebida algunas veces en una sustancia de aspecto granuloso, y de consiguiente se produce un órgano semejante á la placa terminal nerviosa de las fibras musculares (fig. 80). (*c*) Una fibra nerviosa medular remata en un bulbo terminal (fig. 81) análogo á los de la conjuntiva ó de los corpúsculos de Herbst.