

CAPITULO IV

TERMINACIONES NERVIOSAS DE LA PIEL

Existen en la piel del hombre tres formas de terminaciones nerviosas:

- 1.º Las terminaciones libres intraepidérmicas;
- 2.º Los corpúsculos de MEISSNER;
- 3.º Los corpúsculos de PACINI.

Completaremos este estudio con la descripción de otras tres variedades de terminaciones sensitivas:

- 1.º Los corpúsculos de GRANDRY;
- 2.º Los corpúsculos del glande;
- 3.º Los corpúsculos de TIMOTEW.

§ 1. — TERMINACIONES LIBRES INTRAEPIDÉRMICAS

Los tubos nerviosos, después de haber penetrado en la región papilar del dermis y de seguir un trayecto más ó menos largo por debajo de la membrana basal, *pierden su mielina*, atraviesan esta membrana y penetran en el cuerpo mucoso de MALPIGIO. En el espesor de esta capa, el tubo *reducido á su axón*, se divide y subdivide y da nacimiento á ramúsculas sinuosas é irregulares que terminan libremente por medio de una extremidad ensanchada en forma de botón. Estas ramillas terminales están situadas entre las células del cuerpo mucoso de MALPIGIO, pero nunca pasan del *stratum granulosum* (1).

§ 2. — TERMINACIONES EN LOS MENISCOS TÁCTILES

La segunda variedad de las terminaciones nerviosas de la piel está constituída por los *meniscos táctiles*. Una ó varias fibras mielínicas llegadas á nivel de la superficie del dermis, pierden su mielina, se dividen y subdividen y forman un plexo elegante que cubre dicha superficie. De este plexo

(1) Es preciso no confundir las terminaciones fibrilares intraepidérmicas con las prolongaciones ramificadas que los glóbulos blancos, conducidos á la epidermis por sus propiedades emigratorias, insinúan entre las células del cuerpo mucoso. Estos glóbulos, con prolongaciones ramificadas é irregulares, son conocidos con el nombre de *corpúsculos de Langerhans*.

salen fibras que terminan en meniscos. Como el conjunto de estas terminaciones recuerda bastante bien, por su disposición, á la hiedra que trepa por la superficie de un muro, puede dáseles el nombre de *terminaciones hereditiformes* (RANVIER). Esta variedad de terminaciones nerviosas presenta dos partes que estudiar: los *meniscos* y las *células táctiles*.

1.º *Meniscos táctiles*. — Los meniscos táctiles tienen la forma de dis-

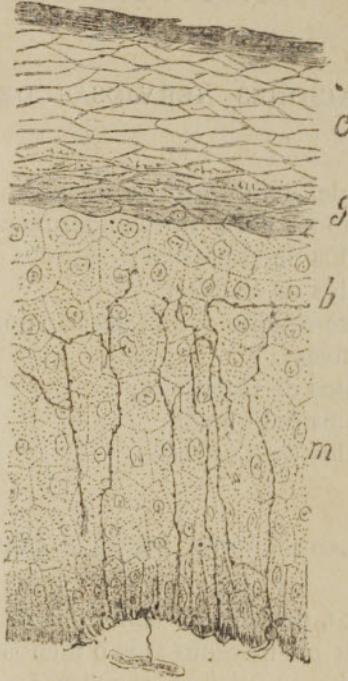


Fig. 382. — Terminaciones nerviosas intraepidérmicas (según RANVIER)

C, capa córnea. — M, cuerpo mucoso. — B, terminaciones libres intraepidérmicas

cos, *cóncavos* en una de sus caras, *convexos* en la otra. Se parecen bastante á una copa, cuya concavidad, que mira hacia la superficie de la piel, está ocupada por la célula táctil, y cuyo pie se continúa con una fibra nerviosa.

2.º *Células táctiles*. — Las células táctiles están situadas en las *capas profundas de la epidermis* ó en las *superficiales del dermis*. Son grandes células, ovales, con protoplasma claro, provistas de un núcleo refringente. Estas células están contenidas en la concavidad del menisco táctil.

§ 3. — CORPÚSCULOS DE MEISSNER

Los corpúsculos del tacto ó de MEISSNER están *situados* en las papilas nerviosas de la palma de las manos, en la planta de los pies, en la cara dorsal de estos dos órganos, en el pezón, en el borde libre de los labios y en la piel del antebrazo. Su *número* es muy grande en la cara palmar de las últi-

mas falanges de los dedos, siendo menor á nivel de la primera y segunda falange.

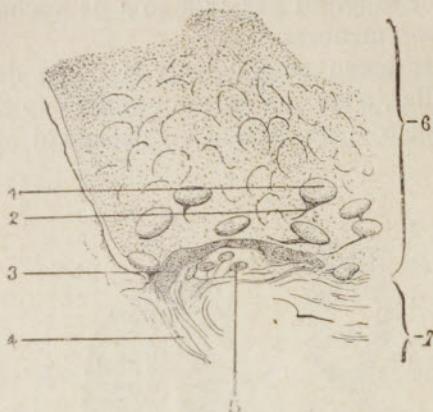


Fig. 383. — Meniscos táctiles

1, menisco anexo á una célula táctil.—2, pedículo formado por una fibrilla nerviosa
3, 4, pincel de fibrillas.—5, meniscos táctiles.—6, epidermis.—7, dermis

MEISSNER ha contado en la extensión de 2 milímetros cuadrados de piel, tomada de la superficie palmar de la tercera falange, 400 papilas, de las

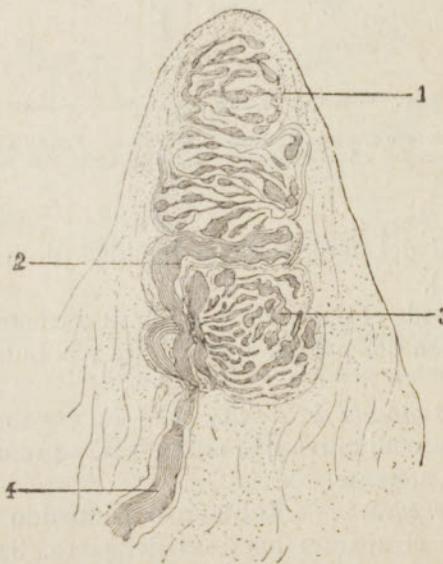


Fig. 384. — Corpúsculos de MEISSNER

1, 3, ramos de fibras terminales.—2, fibra nerviosa que describe espiras en el interior del corpúsculo
4, fibra nerviosa á su entrada en el corpúsculo

cuales 108 se hallaban provistas de corpúsculos de este autor. Habría, pues, por cada 4 papilas, una nerviosa. En el pie se encontrarían también en mayor número los corpúsculos del tacto en la última falange de los dedos;

pero siempre estarían en menor número que en las porciones correspondientes de la mano. Su *volumen* es muy variable: miden en la palma de la mano de 60 á 110 μ de longitud por 45 á 46 μ de anchura; en otras regiones sus dimensiones son menores.

Estos corpúsculos tienen generalmente la *forma* de un ovoide y están dispuestos en las papilas, á las que rellenan por completo, de tal modo que su eje mayor es paralelo al de éstas. La extremidad periférica del ovoide

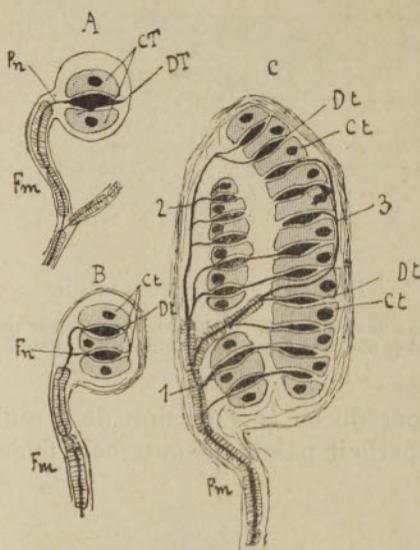


Fig. 385. — Esquema del corpúsculo de MEISSNER

A, corpúsculo sencillo representado por un corpúsculo de GRANDRY. — Fm, fibra mielinica. — Fn, fibra nerviosa que ha perdido la mielina. — CT, célula táctil. — DT, disco táctil. — B, corpúsculo más complicado. — C, corpúsculo de MEISSNER.

confina con la basal del ^{dermis} dermis; la extremidad profunda se continúa por una fibra nerviosa (1).

Considerados desde el punto de vista de su estructura, los corpúsculos de MEISSNER presentan dos partes: la envoltura y el bulbo ó porción central del corpúsculo.

1.º *Envoltura ó cápsula del corpúsculo.*— La envoltura está constituida por una delgada capa conjuntiva que representa la prolongación de la vaina de HENLE de la fibra aferente.

2.º *Bulbo del corpúsculo.*— El bulbo ó contenido del corpúsculo de MEISSNER constituye el aparato nervioso del tacto. Se compone de dos partes: la fibra nerviosa con sus ramificaciones y las células intersticiales ó táctiles.

a. *La fibra nerviosa* aborda el corpúsculo por su polo inferior, pierde su mielina y, reducida al axón, asciende desde la base á la cima describiendo

(1) Estos corpúsculos son los sencillos, pero no es raro observar corpúsculos formados por muchos segmentos (dos ó tres), presentando cada uno la misma estructura que los sencillos y recibiendo una fibra mielinica cada uno de ellos.

do muchas vueltas de espira. En este trayecto se divide muchas veces y da nacimiento á *ramos de fibrillas* sinuosas. Cada una de las fibrillas de estos ramos termina libremente mediante una extremidad ensanchada en forma de botón.

b. Las *células intersticiales* ó táctiles están diseminadas en toda la extensión del corpúsculo. Están dispuestas de tal modo, que los ensanchamientos terminales de las fibras se hallan situados en los espacios que dejan entre sí tales elementos (1).

§ 4. — CORPÚSCULOS DE PACINI

Los corpúsculos de PACINI ó de VATER están situados en el trayecto de ciertos nervios, y particularmente en medio del tejido celular subcutáneo, en los nervios colaterales de los dedos de la mano y del pie, en torno de

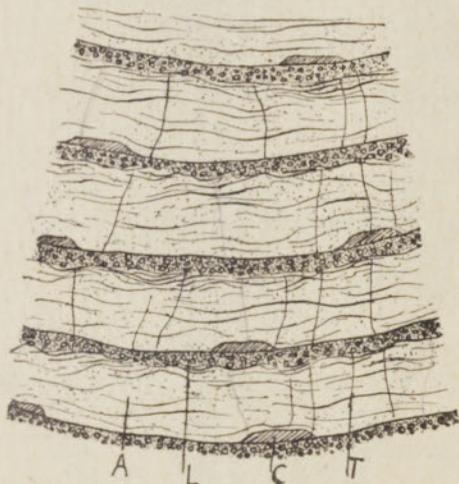


Fig. 386.—Corte transversal de la cápsula de un corpúsculo de PACINI (según RANVIER)

A, fibras circulares.—L, fibras longitudinales.—C, núcleo de una célula endotelial

los filetes articulares y á nivel de los filetes nerviosos del mesenterio del gato. Su *volumen* es considerable, pudiendo alcanzar de 1 á 2 milímetros de longitud. Aparecen á simple vista como cuerpos ovoideos, opalinos y con una estría blanca en su interior.

Presentan para el estudio desde el punto de vista de su estructura: una *cubierta*, una *cavidad central*, una *fibra nerviosa* que se ramifica en esta cavidad y *vasos sanguíneos*.

1.º CUBIERTA. — La cubierta está formada por una serie de cápsulas incluídas unas en otras como las hojas del bulbo de una cebolla. Cada una

(1) Es difícil determinar la función de estas células. Es posible que no desempeñen más que un papel de *sostén* y de *aislamiento* de las fibras terminales del corpúsculo.

de estas cápsulas está formada por *fascículos conjuntivos* y por un *revestimiento endotelial*.

a. Los *fascículos conjuntivos*, separados y unidos por una substancia

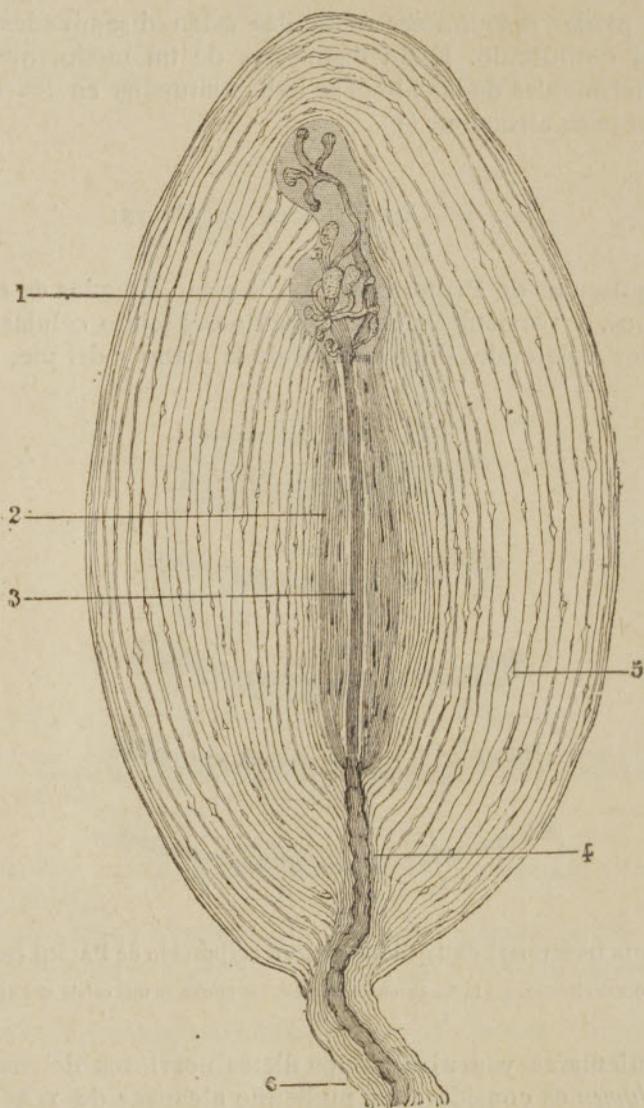


Fig. 387. — Corpúsculo de PACINI (según RANVIER)

1, ramo de fibras terminales. — 2, cavidad central del corpúsculo. — 3, fibra nerviosa. — 4, funículo
5, cápsulas con sus núcleos. — 6, vainas laminosas de la fibra nerviosa aferente

amorfa, afectan dos direcciones diferentes: los de la *parte externa* de la cápsula son *circulares*, los de la *parte interna* son *longitudinales* y *perpendiculares* á los precedentes.

b. El *revestimiento endotelial*, que tapiza la cara interna de cada cápsula, está constituido por *una sola hilera de células planas*, unidas por sus

bordes mediante un cemento semejante al de todos los revestimientos endoteliales.

Cuando se examinan las relaciones de la fibra nerviosa con el corpúsculo, se ve que las cápsulas representan un *ensanchamiento de la vaina laminosa del nervio*.

En el punto donde el nervio penetra en el corpúsculo, las láminas más externas de la vaina laminosa se separan y forman las cápsulas más externas. Las láminas medias se apartan un poco más arriba y constituyen las cápsulas medias. Finalmente, las láminas internas abandonan las últimas al nervio y forman la pared de la cavidad. La porción de vaina laminosa comprendida en el interior del corpúsculo, recibe el nombre de *funiculo*.

2.º CAVIDAD CENTRAL. — La cavidad central, designada también con el nombre de *maza*, está limitada por la capa endotelial de la cápsula más interna.

3.º FIBRA NERVIOSA. — La fibra nerviosa aborda al corpúsculo á nivel de uno de sus polos, y *pierde la mielina* cuando se desprende de la lámina más interna de la vaina. Penetra en la cavidad del corpúsculo, que recorre en *línea recta*, en toda su longitud. Llegada á *nivel de la cima del corpúsculo*, se divide en un *ramo de fibras terminales* que acaban en botones. En su trayecto, la fibra nerviosa queda rodeada por una capa de materia diferente de la que ocupa la cavidad central. Es probable que esta substancia corresponda á la vaina de MAUTHNER, que se continúa también, según RANVIER, con las fibras terminales.

Ocurre á menudo que una fibra atraviesa un corpúsculo de PACINI sin terminarse en él. En este caso pierde la mielina á la entrada del corpúsculo, pero vuelve á revestirse con ella á la salida y se termina en otro corpúsculo.

4.º VASOS. — Existe en las cápsulas más superficiales una red capilar muy rica, que envía algunas prolongaciones á las cápsulas medias.

§ 5. — CORPÚSCULOS DE GRANDRY

Los corpúsculos de GRANDRY están situados en el *reborde marginal* del pico superior y del inferior del pato. Comprenden tres partes: una *cápsula*, *células táctiles* y un *disco táctil* suministrado por una *fibra nerviosa aferente*.

1.º *Cápsula*. — La cápsula está constituida por *tejido conjuntivo*. Se halla revestida, en su cara interna, por una *hilera de células endoteliales* que la separa de los elementos táctiles.

2.º *Células táctiles*. — Los elementos táctiles están representados por grandes células claras que presentan en su centro un núcleo con nucléolo. Se hallan dispuestas dentro de la cápsula en una sola hilera perpendicular á la superficie. En los corpúsculos *más sencillos* no hay más que *dos células táctiles*, y, en este caso, tales elementos son *hemisféricos*, aplicándose uno á otro por su *superficie plana*. En los corpúsculos *más complicados* hay *tres células* apiladas una encima de otra, presentando entonces la célula del centro *dos caras planas* (1).

(1) Pueden existir corpúsculos muy complicados que presenten más de tres células táctiles.

Las células táctiles presentan *estrias* que se extienden desde la superficie plana á la convexa.

3.º *Disco táctil*.— La fibra nerviosa miélnica se acoda bruscamente

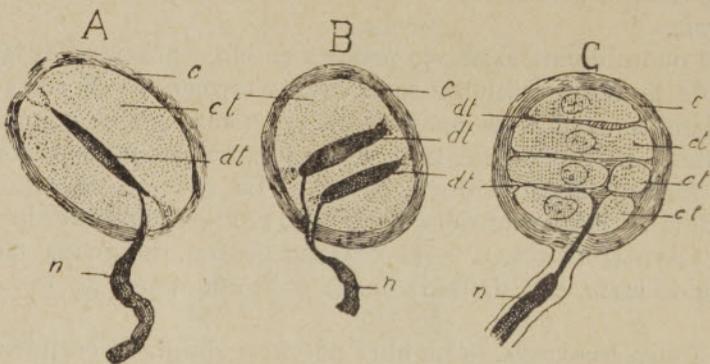


Fig. 388. — Corpúsculos de GRANDRY (según RANVIER)

A, corpúsculo de GRANDRY con un solo disco táctil. — B, corpúsculo de GRANDRY con dos discos táctiles
C, corpúsculo de GRANDRY con tres discos táctiles
c, cápsula. — ct, célula táctil. — dt, disco táctil

para penetrar horizontalmente en el corpúsculo adonde se halla destinada. Después de perder la mielina y de *reducirse al axón*, se insinúa *entre las dos células táctiles*, terminándose en un disco circular conocido con el nombre de *disco táctil*.

Cuando existen más de dos células táctiles, el corpúsculo no recibe

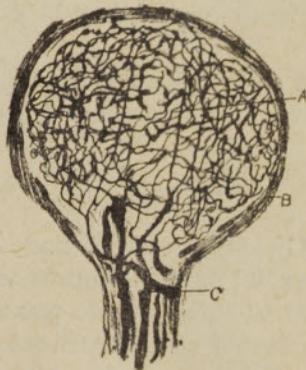


Fig. 389. — Corpúsculo del glande del hombre (según DOGIEL)

C, fibras nerviosas aferentes. — B, cápsulas. — A, arborización terminal

más que una sola fibra miélnica; pero esta fibra, llegada al corpúsculo y reducida á su axón, se divide y suministra un disco táctil que se insinúa entre cada dos células.

§ 6. — CORPÚSCULOS DE LOS ÓRGANOS GENITALES Y DE TIMOTEW

Los corpúsculos nerviosos terminales de los *órganos genitales* (glande, prepucio, etc.), están situados en el tejido conjuntivo submucoso. Se hallan

constituidos por una envoltura formada por un pequeño número de cápsulas, y por una cavidad central á la que se dirigen una ó muchas fibras mielínicas. Estas fibras, después de perder la mielina, se dividen y subdividen formando una red en extremo apretada. Las fibras terminales presentan á nivel de su extremidad libre gruesas varicosidades.

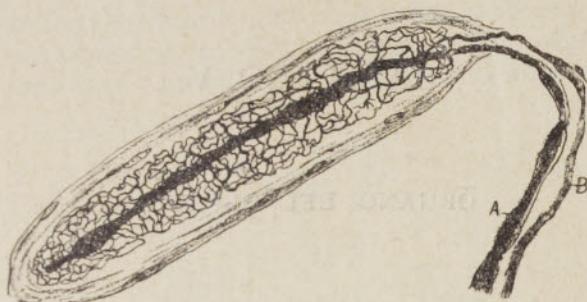


Fig. 390. — Corpúsculo de TIMOTEW

A, fibra gruesa. — B, fibra fina

Los *corpúsculos de Timotev* se hallan en el dermis de la porción membranosa de la uretra, presentando la forma de pequeños corpúsculos de PACINI. Ofrecen, como éstos, una envoltura formada por cápsulas superpuestas y una cavidad central rellena por materia granulosa. Reciben dos fibras mielínicas, una gruesa y otra delgada. La fibra gruesa, después de perder la mielina, atraviesa el corpúsculo por su porción central y termina en una extremidad libre no ramificada. La fibra fina se divide y se subdivide, formando una red muy apretada situada inmediatamente por dentro de la envoltura.

CAPITULO V

ÓRGANO DEL OLFATO

El órgano del olfato se compone de tres partes: el *bulbo olfatorio*, los *filetes del nervio olfatorio* y la *mucosa pituitaria*.

§ 1. — BULBO OLFATORIO

El bulbo olfatorio es una pequeña masa nerviosa de forma ovoidea que descansa sobre el canal olfatorio por encima de la lámina cribosa del etmoides, á nivel de la que emite cierto número de filetes que atraviesan los agujeros de esta lámina para terminar en la mucosa olfatoria.

Si se practica un corte transversal en el bulbo olfatorio, se encuentran, marchando desde la porción periférica, es decir, la región donde nacen las fibras olfatorias, hacia la profundidad, cinco capas distintas: la de *fibras nerviosas superficiales*, la de *los glomérulos*, la *molecular*, la de *las células mitrales*, y, finalmente, la de *los granos y fibras nerviosas profundas*.

1.º *Capa de las fibras nerviosas superficiales*. — La capa de las fibras nerviosas superficiales se halla constituida únicamente por fascículos nerviosos que tienen á este nivel una dirección tangencial á la superficie del nervio olfatorio. Estas fibras, que proceden de los filetes del nervio, se inflexionan pronto para penetrar en la capa siguiente.

2.º *Capa de los glomérulos*. — Esta capa contiene cierto número de corpúsculos que recuerdan groseramente el aspecto de los glomérulos del riñón.

Cada uno de estos glomérulos está constituido de la siguiente manera: una ó varias fibras olfatorias, procedentes de la capa anterior, se terminan libremente por medio de arborizaciones, cuyas ramas terminales libres y flexuosas presentan gran número de varicosidades. Por otra parte, á este mismo glomérulo llega una prolongación protoplasmática salida de las células de la cuarta capa (células mitrales) ó de las que se hallan en la tercera. Esta prolongación se ramifica y da una arborización cuyos tallos terminales envuelven las ramas de los nervios olfatorios sin que jamás se anastomosen con ellas. El glomérulo olfatorio representa, pues, el punto de encuentro de las fibras olfatorias y de ciertas prolongaciones de las célu-

las mitrales cuyas arborizaciones se comunican á este nivel, no por continuidad, sino por simple contacto (CAJAL).

3.º *Capa molecular.* — La capa molecular es una banda de aspecto granuloso que contiene *pequeñas células nerviosas* redondeadas ó fusiformes. Estas células presentan muchas *prolongaciones* que se ramifican y terminan libremente en la misma capa molecular. Entre estas prolongaciones, hay una que penetra en los glomérulos y allí se termina mediante una arborización. El *axón*, que nace de la porción profunda de estas células, asciende por el bulbo olfatorio y va á mezclarse con las fibras profundas.

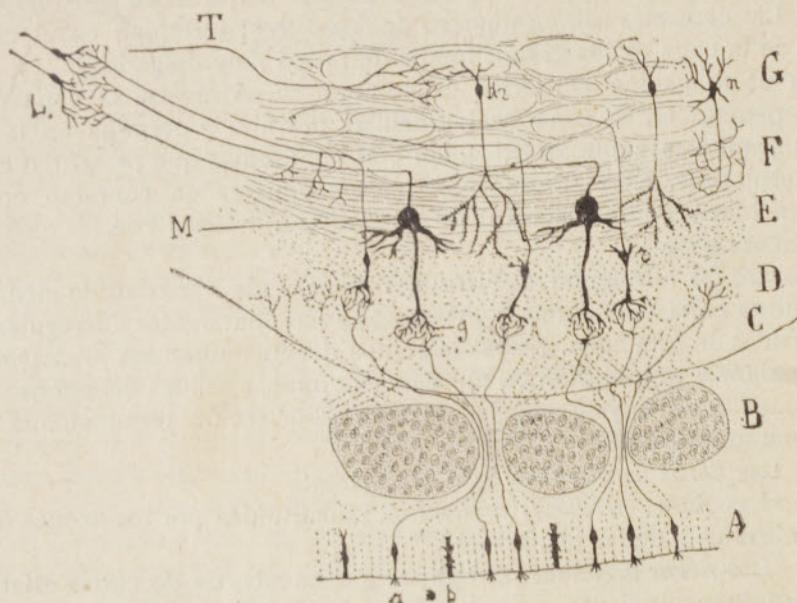


Fig. 391. — Figura que demuestra las relaciones nerviosas del aparato olfatorio de los mamíferos (según CAJAL)

A, mucosa olfatoria. — a, célula sensorial. — b, célula de sostén. — B, lámina cribrosa del etmoides. — C, capa fibrilar superficial (1.ª del bulbo olfatorio). — D, capa de los glomerulos (2.ª del bulbo olfatorio). — g, un glomérulo. — E, capa molecular (3.ª del bulbo olfatorio). — r, célula pequeña de esta capa. — F, capa de las células mitrales (4.ª del bulbo olfatorio). — M, una célula mitral. — G, capa de las fibras nerviosas profundas. — n, célula estrellada con axón corto. — H, grano. — T, fibra nerviosa centrifuga. — L, terminaciones centrales de las fibras olfatorias.

4.º *Capa de las células mitrales.* — La cuarta capa contiene una hilera regular de células nerviosas triangulares voluminosas y que tienen á veces la forma de una mitra (*células mitrales de Golgi*). Estos elementos presentan dos variedades de prolongaciones protoplasmáticas:

1.º Una prolongación voluminosa que atraviesa la zona molecular y va á formar las arborizaciones terminales de los glomérulos olfatorios.

2.º Muchas prolongaciones largas que salen de las regiones laterales se ramifican en dirección horizontal y se pierden en la zona molecular.

El *axón* de las células mitrales es voluminoso. Sale de la porción interna del elemento, se acoda á poca distancia y se continúa con una fibra miélnica de la porción profunda del bulbo dirigiéndose hacia el cerebro. En su trayecto estas fibras dan nacimiento á *colaterales* que marchan hacia

la superficie y terminan en la zona molecular mediante arborizaciones libres.

5.º *Capa de los granos y de las fibras nerviosas profundas.* — La quinta capa es conocida con el nombre de capa de los granos y de las fibras nerviosas profundas. Presenta para su estudio células y fibras nerviosas.

a. Las *células*, como lo han demostrado CAJAL y su hermano, se presentan en dos formas distintas: los granos y las células estrelladas.

Los granos son pequeñas células poliédricas muy numerosas y repartidas en islotes. Estos elementos *no tienen axón* (1).

Sus *prolongaciones protoplasmáticas* pueden dividirse en *centrales* y *periféricas*. Las centrales son en número de dos ó tres; terminan en el espesor mismo de la capa de los granos mediante ramas muy delgadas.

La prolongación periférica es voluminosa. Atraviesa la capa de los granos, penetra en la zona de las células mitrales y termina en la capa molecular mediante una arborización con ramúsculas que presentan expansiones espinosas. Esta arborización parece ponerse en contacto con las prolongaciones protoplasmáticas de las células mitrales y con los elementos de la tercera capa.

Las *células estrelladas* que forman la segunda variedad de elementos de la quinta capa son células voluminosas poco abundantes é irregularmente repartidas en esta zona. Estos elementos tienen numerosas *prolongaciones protoplasmáticas* que se pierden rápidamente apenas salidas del cuerpo celular. Su *axón* es corto y se resuelve en una arborización terminal que yace en la zona molecular.

b. Las *fibras nerviosas* son de dos clases:

1.º Las *fibras nerviosas centripetas* constituídas por los axones de las células mitrales y de las fusiformes.

2.º Las *fibras nerviosas centrifugas* procedentes de las cintas olfatorias y que terminan mediante arborizaciones entre los grupos celulares de la quinta capa.

§ 2. — FILETES OLFATORIOS

Los filetes del nervio olfatorio nacen en la cara inferior del bulbo y se dirigen hacia las capas profundas de la pituitaria después de haber atravesado los agujeros de la lámina cribosa del etmoides. Representan la continuación de las fibras nerviosas superficiales del bulbo.

Estos cordones nerviosos están constituídos por *fibras sin mielina* dispuestas de la siguiente manera: cada ramificación nerviosa se halla envuelta por una *vaina laminosa* semejante á la que rodea los fascículos de los nervios periféricos. En el interior de esta vaina se hallan fascículos de fibrillas que aparecen, en un corte transversal, como círculos en cuyo interior se ve la sección de las fibrillas y de los núcleos. En torno de cada fibrilla se encuentra una masa protoplasmática que la rodea por completo y que con-

(1) Es una particularidad bastante rara, pero que se puede observar igualmente en algunas células nerviosas de la retina (CAJAL).

tinúa hasta la superficie del fascículo. En algunos puntos, estos fascículos están separados por células conjuntivas que presentan crestas de impresión. Los cordones más gruesos contienen tabiques que salen de la vaina laminosa periférica.

Estos fascículos nerviosos de los cordones olfatorios recuerdan mucho á las fibras de REMAK; difieren, sin embargo, por varios caracteres (RANVIER):

- 1.º Tienen un diámetro mayor.
- 2.º Se tiñen en pardo con el ácido ósmico.

§ 3. — MUCOSA PITUITARIA

En el hombre la porción olfatoria de la pituitaria ocupa las regiones superiores de las fosas nasales (meato y cornetes superiores, una porción del cornete medio y las partes correspondientes del tabique). En este sitio la pituitaria presenta una *tinta* menos rosada, *más amarilla* que en el resto de la mucosa y un *grosor* más considerable. Mide de 1 á 3 milímetros. Su consistencia es blanda y por consiguiente su *resistencia* muy débil. Su adherencia al esqueleto muy considerable. Presenta para su estudio, como toda mucosa, un epitelio y un dermis.

Epitelio. — La porción más interesante de la mucosa olfatoria es sin duda alguna su revestimiento epitelial.

Presenta tres clases de células: las de *sostén*, las *olfatorias* y las *basales* dispuestas en una sola capa.

a. *Células de sostén.* — Son elementos cilíndricos que presentan un *núcleo oval*, situado á nivel de su porción media. *Por debajo* del núcleo, el cuerpo celular presenta una porción de depresiones destinadas á alojar el cuerpo de las células olfatorias. Terminan estas células en una extremidad ensanchada ó dividida. *Por encima* del núcleo, el protoplasma es cilíndrico, presentando granulaciones dispuestas en series paralelas al eje mayor del elemento. Estas granulaciones representan el verdadero protoplasma celular. Entre ellas se encuentra una substancia transparente, de apariencia mucosa, que escapa á nivel de la extremidad libre de la célula en forma de tapón de moco. «Son, pues, células mucosas, que difieren de las calciformes propiamente dichas en que sus trabéculas protoplasmáticas, en lugar de entrecruzarse en todas direcciones, son paralelas al eje mayor del elemento» (RANVIER).

Estas células no presentan ni chapa estriada, ni pestañas vibrátiles.

¿Para qué sirven las células de sostén? Parecen estar únicamente destinadas á sostener las células olfatorias, y probablemente aislar unas de otras, impidiendo que las corrientes se transmitan en sentido transversal.

b. *Células olfatorias.* — Los verdaderos elementos sensoriales de la pituitaria están representados por células fusiformes. El *cuerpo de la célula* se halla reducido á una delgada capa de protoplasma que envuelve á un grueso *núcleo* redondeado provisto de un nucléolo. A menudo el protoplasma se acumula en los polos del núcleo donde forma dos pelotones cónicos. Las dos extremidades de la célula dan nacimiento á dos prolon-

gaciones que se dirigen: una hacia la superficie de la mucosa y otra hacia el dermis.

La primera (*prolongación externa ó periférica*) se desprende de la célula á nivel del polo externo del núcleo y marcha directamente hacia la superficie de la mucosa. Tiene la forma de un tallo bastante voluminoso, regular-

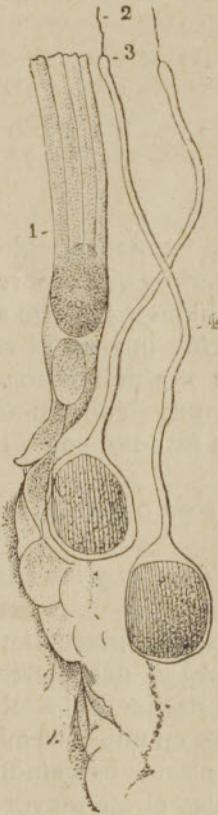


Fig. 392. — Células de la mucosa olfatoria

1, célula de sostén. — 2, 3, bastoncillo terminal de la extremidad periférica de las células olfatorias. — 4, célula olfatoria.

mente cilíndrico, y posee en su extremidad libre un bastoncillo formado por una substancia clara homogénea ó refringente que en los batracios anuros y urodelos sirve de soporte á una ó varias pestañas. Estas pestañas, largas y delgadas, están animadas de movimientos que difieren, por algunos caracteres, de los movimientos vibrátiles. En lugar de moverse todas en conjunto y rápidamente en una misma dirección, como lo hacen las pestañas vibrátiles, se mueven lentamente y con independencia absoluta unas de otras. Tanto es así, que es posible ver dos pestañas vecinas «flexionarse y extenderse alternativamente en sentido inverso como dos personas que se saludan» (RANVIER). Esta modificación del movimiento vibrátil está determinada por el papel especial que deben desempeñar las pestañas de estas células. En lugar de hallarse destinadas á hacer progresar ó arrojar los cuerpos extraños de la superficie de la mucosa pituitaria, tienen por función remover el líquido que recubre la membrana para conducir las partículas olorosas hasta ponerse en contacto con los elementos sensoriales (RANVIER).

La *prolongación interna ó central* difiere por completo de la periférica. Se desprende de la célula unas veces á nivel del polo central del núcleo, y otras á nivel de la porción lateral. Es muy delgada y está formada por una substancia homogénea y refringente que presenta, á lo largo de su trayecto, varicosidades que recuerdan las que se hallan en las divisiones terminales de un tubo nervioso. Esta prolongación se continúa hasta la porción inferior del epitelio, y parece fundirse con una fibra del nervio olfatorio.

c. *Células basales*.—En el límite del dermis y del epitelio, por encima de la membrana basal y por debajo de las células precedentes, existe cierto número de células estrelladas, anastomosadas por sus prolongaciones, que semejan una red protoplasmática, provista de núcleos y atravesada por agujeros por los cuales pasan las prolongaciones centrales de las células olfatorias. A estos elementos es á los que RANVIER ha dado el nombre de *células basales*. Algunos autores las consideran como elementos de reemplazo del epitelio.

Dermis. — El dermis, separado del epitelio por una *membrana basal*

homogénea, está formado por *fascículos conjuntivos*, entrecruzados en todas direcciones y separados por *células conectivas*. No es raro encontrar en sus mallas algunos *elementos linfáticos*. En la región olfatoria presenta glándulas, una red vascular y nervios.

GLÁNDULAS. — Las glándulas conocidas con el nombre de *olfatorias* ó de **BOWMAN**, pertenecen á la categoría de las *glándulas tubulosas* y se presentan en forma de tubos simples, rectilíneos, algunas veces ligeramente incurvados en su extremidad profunda. Esta configuración ha hecho que se las compare á las glándulas de **LIEBERKÜHN**. El *epitelio glandular* está constituido por células voluminosas, poliédricas, rellenas de granulaciones pigmentarias, amarillas ó pardas, y que contribuyen á dar á la región olfatoria de la pituitaria su coloración especial. La extremidad profunda del tubo contiene células más pequeñas que las otras, que se tiñen más intensamente con los reactivos colorantes y que tienen cierta analogía con las semilunas de **GIANUZZI** de las glándulas salivares (**RANVIER**). Desde el punto de vista funcional, estas glándulas pertenecen, pues, al grupo de las mixtas.

VASOS.— La mucosa pituitaria se halla ricamente vascularizada en toda su extensión, pero esta red vascular adquiere una importancia extraordinaria á nivel de los tres cornetes. En estos sitios se observan dilataciones vasculares tanto mayores cuanto más se adelanta hacia la profundidad de la mucosa. Así, pues, el dermis se halla transformado en una especie de tejido cavernoso. ¿Cuál es la significación anatómica de estas dilataciones? Algunos anatómicos las consideran como simples dilataciones venosas; pero es más probable que se trate de un *tejido eréctil*, susceptible de determinar la turgescencia de la mucosa pituitaria. Esta opinión es tanto más probable cuanto que los vasos ensanchados presentan una potente musculatura, compuesta por dos capas de fibras lisas: una interna longitudinal, y otra externa circular (**PILLIET**).

NERVIOS. — Las fibras nerviosas del nervio olfatorio, después de haber penetrado en la mucosa, por su porción profunda, caminan paralelamente á la superficie, luego se incurvan, atraviesan la membrana vítrea y se *continúan directamente con las expansiones centrales de las células olfatorias* (1).

Es fácil indicar esquemáticamente la vía que deben seguir las impresiones olfatorias para llegar al cerebro. Las extremidades periféricas de cierto número de células olfatorias que han sido impresionadas, transmiten esta impresión por sus prolongaciones centrales y por las fibras que las continúan hasta los glomérulos, donde estas fibras terminan, como ya hemos indicado, mediante una arborización libre. De esta arborización terminal de la fibra olfatoria, la impresión es transmitida por contacto á la arborización terminal de la prolongación protoplasmática glomerular de las células mitrales y fusiformes de la tercera capa del bulbo. La impresión llega al cuerpo de estas células nerviosas, y allí difundida en parte por las otras prolongaciones protoplasmáticas para impresionar las células vecinas, se dirige en su casi totalidad por el axón que la conduce al centro olfatorio del cerebro. A este nivel el axón da una arborización terminal que envuelve

(1) **RANVIER** describe por encima de la membrana basal un plexo nervioso cuya existencia ha puesto en duda **CAJAL**.

las células de la capa molecular y los penachos de las células piramidales. Estas últimas se saturan entonces de la impresión olfatoria. Como lo ha hecho notar CAJAL, esta vía centripeta de las impresiones olfatorias (1) presenta dos enlaces á nivel de los que se difunden hacia los elementos nerviosos vecinos. Uno de estos enlaces corresponde á los glomérulos olfatorios; el otro se encuentra á nivel de la corteza del lóbulo olfatorio. Esta disposición da como resultado el aumento en el número de elementos excitados por la impresión olfatoria (2).

APÉNDICE AL CAPÍTULO V

EL TUBÉRCULO OLFATORIO

POR

C. CALLEJA

Este tubérculo es una eminencia muy desarrollada en los mamíferos en que domina el sentido del olfato, situada delante de la substancia perforada anterior, por dentro de la raíz externa y detrás de la terminación del *tractus*. En el conejo, conejillo de Indias y rata, objeto preferente de nuestras pesquisas, el tubérculo olfatorio se presenta de forma ovoidea y correctamente limitado de las partes inmediatas. La circunstancia de que una parte de las fibras procedentes del bulbo olfatorio parece terminar en dicho tubérculo, presta singular interés al estudio de los elementos que le integran. Un examen de la textura del tubérculo olfatorio, es tanto más necesario cuanto que no ha sido objeto, que sepamos, de indagaciones

(1) Además de las fibras centripetas, existen en la capa de las fibras profundas cierto número de fibras centrifugas que se terminan en esta capa por arborizaciones libres. Estas fibras conducen una excitación del cerebro, pero se ignora su papel y su naturaleza.

(2) Existe en algunos mamíferos, y en especial en ciertos roedores, un órgano particular conocido con el nombre de *órgano de Jacobson*. Es una especie de saco que ocupa la porción anterior é inferior del tabique y que se abre en las fosas nasales.

La mucosa de este órgano contiene *glándulas* y un *epitelio* semejante al de la mucosa olfatoria. En los embriones de los mamíferos, se hallan, entre las células del epitelio, fibras nerviosas muy delgadas, que terminan en un *botón cónico*. Estas fibras, descritas primeramente por BRUNN, después por LENHOSSEK y CAJAL, constituirían fibras de sensibilidad general procedentes del trigémino. Es una hipótesis propuesta por CAJAL con reservas.

histológicas especiales numerosas. Las brevísimas descripciones que neurólogos modernos hacen de dicho órgano, por ejemplo, las de SCHWALBE (1) y OBERSTEINER (2), se refieren más al punto de vista macroscópico que al microscópico. El estudio que GOLGI (3), apoyado en su valioso método analfítico, consagra al origen del nervio olfatorio, versa, no sobre el mencionado tubérculo, sino sobre el *tractus* y substancia gris subyacente á la raíz externa, donde este histólogo ha podido confirmar la existencia de fibras llegadas del *tractus*, así como una corteza cerebral compuesta de sus dos tipos clásicos de corpúsculos nerviosos (4).

Nuestras observaciones se han verificado sobre cortes, ya ántero-posteriores, ya transversales, del tubérculo olfatorio, cuyas células fueron coloreadas por uno de los tres métodos siguientes: teñido al carmín ó hematoxilina, método de WEIGERT-PAL para la coloración de la mielina, proceder de GOLGI rápido.

Los cortes coloreados al carmín ó hematoxilina, revelan desde luego que el tubérculo olfatorio consta de una corteza de substancia gris, análoga en el fondo á la del resto de la corteza cerebral, pero con especiales modificaciones que la prestan una fisonomía característica. Las capas que aparecen de la superficie al centro, son: zona molecular, zona de las pequeñas y medianas pirámides, zona plexiforme y de células polimorfas, zona de substancia blanca continuada con los manojos que penetran en el cuerpo estriado.

1.º *Zona molecular*. — De espesor muy desigual y comúnmente más delgada que en el resto de la corteza, aparece formada por el entrecruzamiento de los penachos periféricos de pirámides subyacentes y de un número extraordinario de fibrillas nerviosas ramificadas. Entre estas fibrillas cabe distinguir dos especies: fibras finas ramificadas que provienen de cilindros-ejes ascendentes (fig. 393, a), como los hallados por MARTINOTTI (5), CAJAL (6), RETZIUS (7) en la corteza típica, y por SCHÄFFER (8) en el asta de AMMON, y fibras espesas probablemente nacidas de las células fusiformes autóctonas de dicha zona, de las que representarían expansiones larguísimas, horizontales, ramificadas en ángulo recto, y con aspecto de prolongaciones funcionales. Además de alguna que otra célula fusiforme del tipo

(1) SCHWALBE: Lehrbuch der Neurologie. Erlangen, 1881.

(2) OBERSTEINER: Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. 2.º Auflage. — Leipzig u. Wien., 1892.

(3) GOLGI: Sulla fina Anatomia degli Organi centrali del sistema nervoso. Milano, 1886, pág. 120 y siguientes.

(4) CAJAL se ha ocupado recientemente y con prolijidad del estudio de la región olfatoria. *El sistema nervioso de los vertebrados*.

(5) MARTINOTTI: Beitrag zum Studium der Hirnrinde, etc. *Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.* Bd. 7, 1890.

(6) CAJAL: Sur la structure de l'écorce cérébrale de quelques mammifères. *La Cellule*, t. VII, 1891.

(7) RETZIUS: Ueber den Bau der Oberflächenschicht des Grosshirnrinde beim Menschen, etc. Stockholm, 1891.

(8) SCHÄFFER: Beitrag zur Histologie der Ammonshornformation. *Arch. f. mik. Anat.*, Bd. 39, 1892.

de las células de CAJAL, se encuentran también otras estrelladas ó triangulares, de expansiones divergentes, pero cuyo carácter y significación no hemos podido esclarecer á causa de lo incompleto y raro de las impregnaciones (fig. 393, *e, f*).

2.º *Zona de las pequeñas y medianas pirámides.* — Estas células aparecen más irregulares que en las otras regiones de la corteza; casi todas, son ya triangulares, ya fusiformes, aunque enviando un tallo ó varias expansiones á la capa molecular; sus cilindros-ejes descienden, suministrando

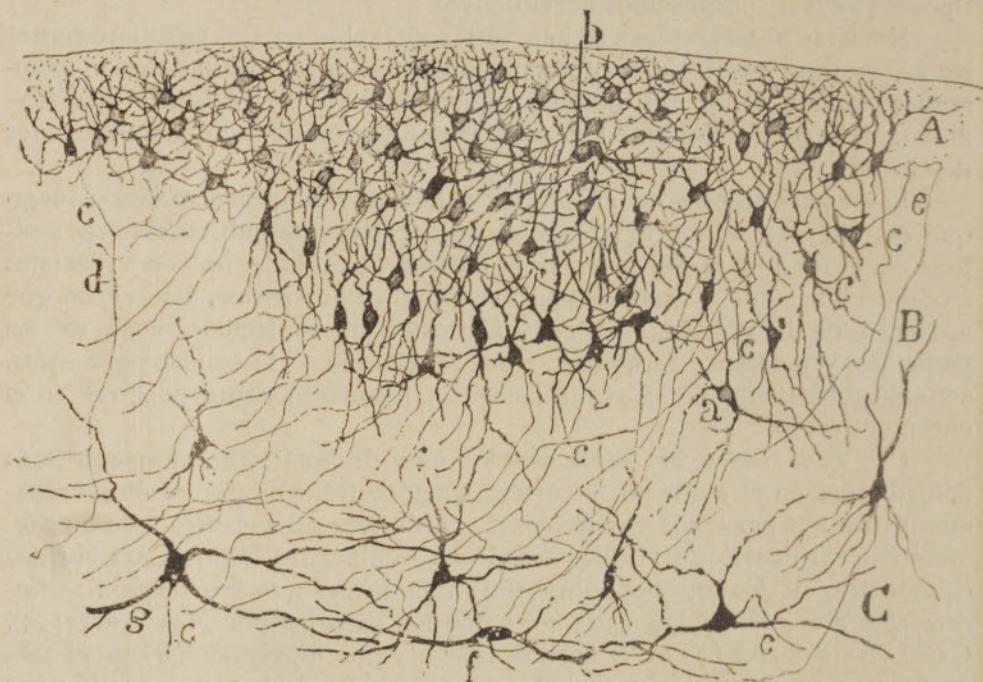


Fig. 393. — Un islote del tubérculo olfatorio del conejo de ocho días

A, capa molecular sumamente delgada. — B, capa de las pirámides pequeñas y medianas. — C, capa de las células polimorfas; *b*, célula semilunar gruesa; *a*, célula pequeña cuyo cilindro-eje era ascendente; *d*, cilindro-eje descendente de otra célula pequeña; *e*, otra expansión nerviosa que ascendía para bajar después; *f*, gruesa célula fusiforme de la capa más profunda; *g*, célula estrellada cuya prolongación nerviosa descendía.

Nota. — La letra *c* señala las expansiones nerviosas.

colaterales hasta la zona plexiforme, donde se continúan con una fibra nerviosa.

Islotes olfativos. — Las pirámides pequeñas y medianas se presentan en algunos sitios, constituyendo acúmulos apretadísimos perfectamente limitados de los parajes de la misma capa en que dichas células tienen una distribución normal. Estos islotes constituyen la característica del tubérculo olfatorio, y son perfectamente demostrables en las preparaciones al carmín como conglomerados rojos compuestos de infinidad de núcleos sumamente próximos (fig. 393).

La figura de estos islotes es muy variable; los hay de forma semilunar y extraordinariamente próximos á la superficie cerebral, adelgazándose notablemente á su nivel hasta casi desaparecer la zona molecular; otros son

más profundos y aparecen al corte ovoideos ó redondos; algunos de grande extensión, se prolongan á lo largo de la zona molecular, que invaden casi en totalidad, y suministran hacia abajo expansiones ó cordones de forma y dimensiones muy variables. Es indudable que algunos de los islotes profundos que aparecen aislados, no representan otra cosa que la sección de un apéndice de los islotes más extensos y superficiales.

Como es natural, nuestra atención se ha fijado en la estructura de los mencionados acúmulos, habiéndolos estudiado de preferencia en el conejo común y ratón, y por los métodos de WEIGERT y GOLGI.

En el conejo de ocho días, los islotes muestran la composición que revela la figura 393. Se advierten claramente dos tipos celulares: el tipo pequeño ó estrellado; el tipo alargado y grande.

El tipo pequeño, yace en la porción superficial del islote, invadiendo una gran parte de la capa molecular que queda reducida á un delgadísimo limbo (fig. 397, *A*). Se trata de corpúsculos pequeñísimos, mucho más diminutos que los piramidales pequeños de la corteza típica, de forma estrellada y provistos de finas expansiones varicosas divergentes, cuya delicadeza y trayecto irregular hacen muy difícil su pesquisa. Estas expansiones parecen terminar libremente á poco trecho; una gran parte de ellas, de dirección ascendente, acaba en la zona molecular. El cilindro-eje es de una finura extraordinaria y su persecución es punto menos que imposible; con frecuencia no se le puede distinguir en el laberinto de fibras en que las células yacen; pero en algún caso hemos logrado seguirlo (fig. 393, *e*, *d*) en su curso descendente y oblicuo, habiendo notado que suministra colaterales para las zonas subsiguientes, pareciendo marchar hacia la substancia blanca. En la fibra *d*, figura 393, lógrase ver que una colateral se hacía recurrente, para ingresar en la zona molecular. A menudo dichos cilindros-ejes marchan primeramente horizontales y aun ascendentes (*e*), para hacerse más adelante descendentes y sumergirse en la proximidad de la substancia blanca.

El tipo segundo ó alargado, se encuentra en las zonas profundas del islote. Se trata de elementos de mayor talla, ya fusiformes, ya triangulares, ya piramidales, provistos en su mayor parte de tallo radial ó expansiones protoplasmáticas ascendentes y de prolongaciones basales ó descendentes. La cantidad de protoplasma es ya bastante abundante, á diferencia del tipo anterior, cuyo núcleo apenas se reviste de delgada zona de esta substancia. Las expansiones ascendentes suben hasta la zona molecular ó hasta cerca de ella, mostrándose ásperas y como espinosas; las descendentes se adelgazan y dicotomizan sucesivamente, acabando ya dentro del mismo islote, ya algo más abajo. En cuanto al cilindro-eje, mucho más perceptible y espeso que en las células de la parte superficial, sale del cuerpo ó de una expansión protoplasmática, desciende oblicuamente á través de la capa de los corpúsculos polimorfos, é ingresa en la substancia blanca después de haber repartido algunas colaterales. En ciertas células, el cilindro-eje se mostraba ascendente y parecía repartirse en la zona molecular (fig. 393, *a*).

Entre las células pequeñas ó superficiales y las grandes ó profundas, existen todas las transiciones de forma y dimensión, de modo que sólo artificialmente pueden distinguirse en dos estratos. En algún caso la transi-

ción aparece interrumpida por la presencia de gruesas células estrelladas ó fusiformes, como la que se advierte en *b*, figura 393, cuyas expansiones marchaban en gran parte horizontales. El cilindro-eje de estas células, aunque no completamente estudiado, nos ha parecido comportarse como el de los corpúsculos de GOLGI.

¿Qué significación tienen los islotes que acabamos de mencionar? En

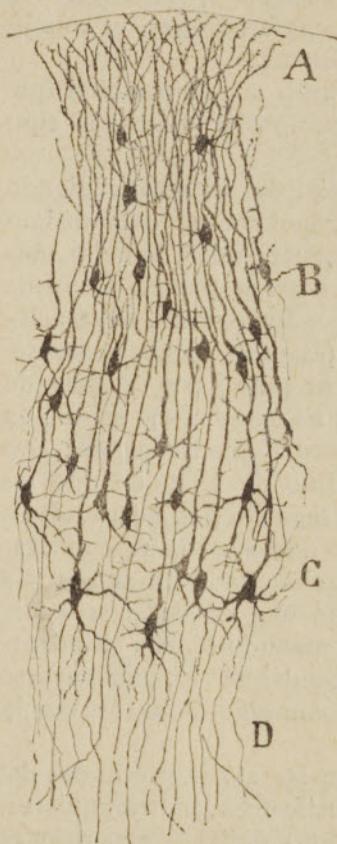


Fig. 394. — Un islote de pirámides del tubérculo olfatorio del conejillo de Indias recién nacido.

A, capa molecular. — B, zona de pequeñas pirámides. — C, zona de medianas y acaso gigantes pirámides. — D, cilindros-ejes descendentes.

nuestro sentir, se trata de acúmulos de pirámides, cuya presión recíproca ha atrofiado las expansiones protoplasmáticas, disminuyendo correlativamente la dimensión de los cuerpos celulares y prestando á estos corpúsculos un aspecto característico. Los elementos alargados ó profundos correspondrían á las pirámides gruesas y los estrellados ó superficiales á las pirámides pequeñas de la corteza típica.

Los islotes de pirámides existen también en los demás mamíferos de pequeña talla con ligeras variantes. En el conejillo de Indias, se nos han presentado, además de los islotes ordinarios grandes é irregulares, otros más pequeños y con una ordenación más regular de las pirámides que los integran (fig. 394). Los elementos del acúmulo de la figura 394 mostrábanse casi francamente piramidales en la zona profunda é intermedia, y solamente estrellados en la región más superficial. Los tallos radiales de las pirámides profundas y medias, podían perseguirse hasta la misma capa molecular, donde se ramificaban en ángulos agudos, construyendo por su reunión un penacho ascendente apretado, bien distinto del plexo flojo y ancho que, en las zonas cercanas de dicha capa, constituyen las pirámides ordinarias. Los cilindros-ejes son descendentes y forman un haz de hebras finas, que se pierden en la substancia blanca.

Las preparaciones coloreadas por el proceder de WEIGERT-PAL, y subsiguientemente teñidas por el carmín, son muy demostrativas en el conejillo de Indias (fig. 395).

El carmín muestra teñidos en rojo (por la abundancia de núcleo) los islotes, cuya forma y posición varía mucho según las orientaciones del corte. El islote propiamente dicho apenas revela fibras meduladas; suelen, no obstante, verse algunas en la parte más elevada cortadas en direcciones varias y las cuales pudieran muy bien representar cilindros-ejes ascendentes. Pero en cambio, del interior de cada islote, cuando éste es vertical, descienden varias fibras meduladas, relativamente

espesas, que ganan la zona plexiforme para dispersarse en ella y alcanzar la substancia blanca.

El método de WEIGERT-PAL no proporciona imágenes tan concluyentes en el conejo, efecto de la magnitud é irregularidad de los islotes. No obstante, se comprueba también el nacimiento de fibras medulares especiales, que tomando origen, ya debajo, ya en los lados de los islotes, acaban por ganar la zona plexiforme.



Fig. 395. — Corte ántero-posterior del tubérculo olfatorio del conejillo de Indias de un mes. — Método de WEIGERT-PAL

A, capa molecular. — B, zona de las pirámides y de las células polimorfas. — C, substancia blanca é islotes celulares del cuerpo estriado; *a*, islote olfativo; *e*, otro situado más profundamente; *d*, fibras medulares que descienden de un islote de pirámides.

Plexo nervioso de los islotes olfativos. — En las preparaciones en que, por sobra de induración en la mezcla osmiobicrómica, las células de los islotes no se impregnan, se revela frecuentemente un plexo tupidísimo, de una riqueza tal, que no admite comparación con ninguno de los conocidos. A medianos aumentos (150 á 300), este plexo aparece bajo la forma de una masa granulosa color rojo ladrillo, que comprende todo el islote y en la cual se ven acá y allá, los huecos correspondientes á los cuerpos celulares. Con un objetivo fuerte, tal como el E ó el F Zeiss, puede uno convencerse que la susodicha masa granulosa está en realidad compuesta de arborizaciones nerviosas varicosísimas, de extraordinaria finura y dispuestas en apretado plexo en torno de los corpúsculos del islote, y en todo el espesor de éste, desde la capa molecular hasta sus límites inferiores.

Una inspección atenta de la frontera inferior del plexo mencionado, nos revelará que casi todas las fibrillas que lo componen representan la arborización final de fibras nerviosas finas, varicosas, que descienden obli.

cuamente, pudiéndolas seguir en casos favorables hasta cerca de la substancia blanca. El trayecto de estas fibras es á veces horizontal, y no es raro advertir que se reúnen en hacecillos de gran delicadeza.

¿De dónde emanan estas singulares fibras, y qué significación tiene, por lo tanto, el tupidísimo plexo terminal en los islotes? En un principio, y habiendo notado que muchas fibras marchaban horizontalmente pareciendo ganar la capa molecular, nos inclinábamos á considerarlas como fibras llegadas del bulbo olfatorio, continuadas con la masa de tubos nerviosos yacente en el arranque de la raíz externa. Pero habiéndonos convencido ulteriormente de que muchas de las mencionadas fibras terminales marchan más ó menos oblicuamente hacia la substancia blanca, hemos debido suspender nuestro juicio en espera de nuevas y más profundas indagaciones.

En realidad, no es inverosímil admitir que las fibras terminales de los islotes provengan del bulbo olfatorio. Cuando se examina una preparación de este órgano y tubérculo olfatorio coloreados por el proceder de WEIGERT-PAL, se observa siempre una masa de fibras meduladas que, separándose de los haces que forman la substancia blanca del bulbo, se hunden horizontalmente en las capas medias y profundas del tubérculo olfatorio, confundándose sus tubos con los de la zona plexiforme de este órgano. Ahora bien; nada tendría de extraño que algunas de tales fibras bulbares, viniesen á continuarse con las que forman las arborizaciones terminales de los islotes. Esta conjetura se refuerza, recordando que las fibras bulbares destinadas al tubérculo son finas como las que arriban á los islotes, á diferencia de las que constituyen la raíz externa del nervio olfatorio, que son las más espesas.

3.º *Capa plexiforme ó de las células polimorfas.* — Cuando esta zona se examina en cortes teñidos por el proceder de WEIGERT-PAL (fig. 395, B), se advierte que es muy rica en fibras de mielina, y que éstas, en vez de disponerse en haces verticales, á la manera de la corteza típica, se ordenan en fascículos, ya oblicuos, ya horizontales, que dejan entre sí espacio para las células nerviosas. Como existen también algunas fibras verticales, el plexo nervioso de esta capa se irregulariza tanto, que no consiente una descripción detallada.

Las células de esta zona son en su mayor parte de gran talla (figura 393, f, g) y de gruesas expansiones divergentes, de las cuales, las dirigidas hacia la superficie, no suelen abordar la capa molecular. La forma y tamaño de estas células son hartó variables, tanto que es difícil comprenderlas en una descripción común: la mayor parte de elementos que hemos observado, ostentaban una figura en huso y se presentaban, ya oblicuos, ya horizontales, ya verticales. Entre los horizontales, algunos alcanzaban una talla gigante, estando provistos de larguísimas expansiones protoplasmáticas, que se ramificaban en las zonas inmediatas. Existen también corpúsculos triangulares, semilunares y aun francamente piramidales, como en la zona de células polimorfas de la corteza típica. El cilindro-eje de todas estas células nos ha parecido dirigirse hacia la substancia blanca inmediata, tomando participación en la formación de los fascículos más ó menos horizontales, que cruzan la zona que estudiamos. En suma, la anarquía más

completa de formas y de tamaños reina en las células de esta zona, particularmente en la vecindad de los islotes, lo que quizá se deba á la presencia de éstos, es decir, al desorden de orientación que la presión de tales acúmulos debió producir, durante la época evolutiva, en los neuroblastos de las partes intermediarias. Esto mismo hace difícil la comparación de los elementos yacentes en estas regiones con los correspondientes de la corteza típica. El desorden de orientación y de formas, se exagera todavía en la vecindad de la cisura de SYLVIO, donde nos ha parecido que las células poseen, en general, una talla menor que en el resto del tubérculo.

Entre las células de diferente comparación con las de la corteza ordinaria, figuran unos corpúsculos fusiformes cuya expansión protoplasmática descendente se dobla para hacerse vertical y ramificarse; el cilindro-eje procede de dicha expansión é ingresa en la substancia blanca. Hemos visto asimismo elementos fusiformes con cilindro-eje ascendente enteramente asimilables á los que MARTINOTTI y CAJAL descubrieron en el cerebro, y finalmente se notan á veces elementos estrellados gruesos, de expansiones varicosas, cuyo cilindro-eje, arborizado en la zona plexiforme, se asemeja por completo al de las células de GOLGI.

SUBSTANCIA BLANCA. — Representa en su parte superficial simple condensación de la zona precedente, y se continúa por su límite profundo con los hacillos plexiformes del cuerpo estriado. Las preparaciones con el método de WEIGERT-PAL, muestran las fibras medulares dispuestas en hacillos horizontales, cuya continuación hacia la superficie con cilindros-ejes de los islotes y pirámides de la corteza, y hacia lo profundo con fibras del cuerpo estriado, puede establecerse distintamente, no sólo en dichas preparaciones, sino en las coloreadas con el cromato de plata.

La región inmediata del cuerpo estriado se halla á menudo tan próxima á la corteza del tubérculo, que se tomaría fácilmente como una zona de éste. Esta parte del cuerpo estriado consta de: 1.º hacillos, ya horizontales, ya oblicuos que se anastomosan entre sí, formando un plexo que recuerda el del bulbo olfatorio (capa de los granos), y 2.º islotes celulares apretadísimos, cuyos elementos recuerdan, por lo pequeños, los de los islotes olfatorios (fig. 395, *D*).

Estos islotes, de forma varia, estrechos y paralelos en la proximidad de la substancia blanca del tubérculo, más anchos en regiones profundas, se componen de pequeñas células estrelladas, cuyas expansiones, varias veces dicotomizadas, corren en todos sentidos. Estas prolongaciones protoplasmáticas, de curso flexuoso, y cuya ramificación puede extenderse á dos ó más islotes próximos, se caracterizan también por un contorno fuertemente espinoso, disposición que ya hizo notar P. RAMÓN en las aves y que ha sido detalladamente descrita por CL. SALA en los embriones de pollo (1).

El cilindro-eje que exhibe gran delicadeza, emerge indistintamente de cualquier lado de la célula, y acaba á poco trecho, perdiendo su individualidad por una arborización varicosa bastante extensa, cuyas ramitas se extienden á dos ó más islotes (fig. 396, *c*). La reunión de estas arborizaciones forman en cada islote un plexo tupido, en cuyas mallas se encierran los

(1) CLAUDIO SALA, *La corteza cerebral de las aves*, Madrid, 1893.

corpúsculos estrellados que describimos. No hemos podido hallar en esta parte del cuerpo estriado células de cilindro-eje largo como las que recientemente ha descrito (en las aves) CL. SALA en el ganglio fundamental ó *Stammganglion* de EDINGER, que corresponde probablemente al cuerpo estriado de los mamíferos.

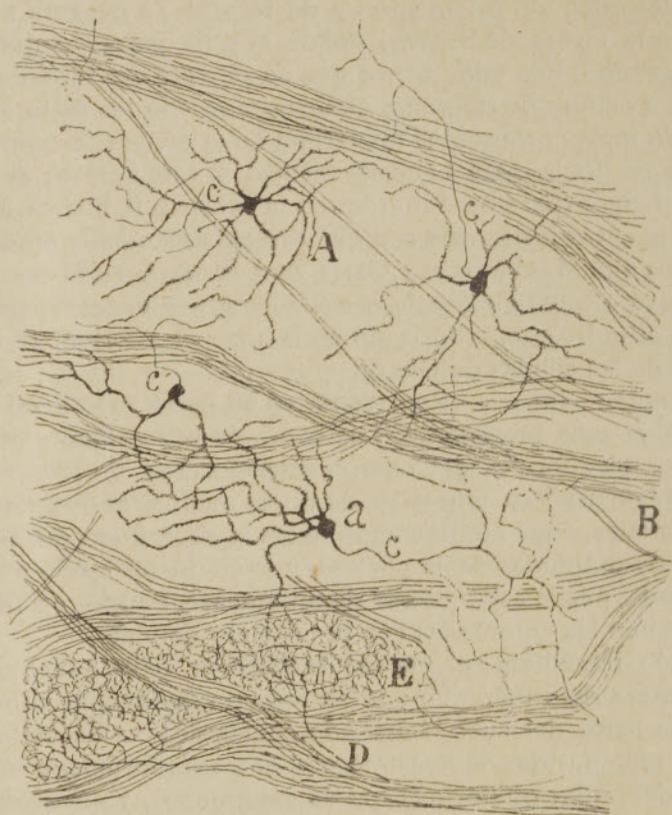


Fig. 396

Islotes del cuerpo estriado del conejillo de Indias recién nacido. — Región subyacente al tubérculo olfatorio

A, célula nerviosa estrellada; c, cilindros-ejes; B, fascículos de fibras nerviosas
E, arborizaciones terminales en los islotes de células

En ciertas preparaciones en que las células del cuerpo estriado no aparecen impregnadas, se perciben, en cambio, ciertas fibras, que, desprendiéndose de los fascículos nerviosos, se arborizan en el espesor de los islotes, constituyendo entre las células un plexo nervioso varicoso y sumamente intrincado. Imposible es saber de dónde dimanen tales fibras, que en algún caso nos han parecido ascendentes, como si vinieran de lo profundo del cuerpo estriado (fig. 396, D).

CAPITULO VI

APARATO DE LA VISIÓN

OJO

El globo ocular se compone de una serie de láminas superpuestas y de medios contenidos en estas membranas.

Las envolturas son, marchando de la superficie á la profundidad, la *esclerótica*, la *córnea*, la *coroides*, el *iris* y la *retina*. Los medios son, marchando de atrás hacia delante, el *humor vítreo*, el *crystalino* y el *humor acuoso*.

§ 1. — ESCLERÓTICA

La esclerótica es una membrana fibrosa, muy densa, que disminuye de espesor, de atrás hacia delante, desde la penetración del nervio óptico hasta la región donde se continúa con la córnea. Su grosor es de cerca de un milímetro. La coloración blanco-nacarada que se observa en la mayoría de individuos, puede modificarse por la presencia de granulaciones pigmentarias en las células de las capas externas de esta membrana.

El tejido de la esclerótica se halla constituido por *fascículos conjuntivos* que ofrecen direcciones bastante regulares; los fascículos superficiales son ántero-posteriores y se continúan con la vaina del nervio óptico; los fascículos profundos son circulares y transversales, cruzando á los precedentes en ángulo recto. Entre las fibras conectivas se hallan *fibras elásticas* muy finas y *células planas*. Estas últimas contienen á nivel de la cara profunda de la esclerótica granulaciones pigmentarias. Esta membrana es mucho más vascular que el tejido fibroso en general; recibe numerosos vasos que proceden de las ciliares anteriores y de las ciliares cortas posteriores.

§ 2. — CÓRNEA

La córnea es una membrana transparente, cuyo espesor, menos considerable en el centro que en la periferia, mide cerca de 1 milímetro.

Se halla compuesta de muchas capas de naturaleza é importancia distintas, que son de delante hacia atrás:

- Un epitelio anterior;
- Una capa limitante anterior;
- Una zona de tejido propio;
- Una capa limitante posterior;
- Un epitelio posterior.

Epitelio anterior. — El epitelio anterior de la córnea comprende tres capas distintas:

1.º Una *capa profunda* formada por una sola hilera de células prismáticas, alargadas perpendicularmente á la superficie de la córnea, que presentan á nivel de su base una banda clara, refringente; en suma, una verdadera chapa que se halla aplicada á la membrana basal anterior. En

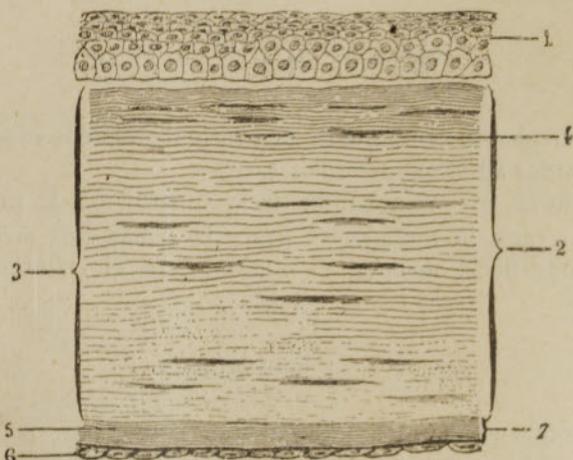


Fig. 397. — Corte de la córnea

1. epitelio anterior. — 2. tejido propio. — 4. células y láminas de la córnea. — 5. membrana de DESMET
6. epitelio posterior

La limitante anterior está representada por el espacio blanco que separa el epitelio anterior del tejido propio de la córnea

los mamíferos, esta chapa es muy delgada; en los batracios anuros adquiere un considerable desarrollo, presentando una fina estriación paralela al eje del elemento, que ocupa unas veces todo el espesor de la chapa y otras una porción solamente, dejando por encima de ella una banda hialina. Las células de la primera hilera, aisladas por el alcohol al tercio y tratadas por el picrocarmín, se coloran en *amarillo*, mientras que su chapa se tiñe en *rosa*. No es raro observar en estas células núcleos en vías de división y á veces dos de ellos en una misma célula: esta capa representa, pues, la *zona germinativa del epitelio corneal*.

2.º *Capa media.* — Las células de la capa media presentan una forma general poliédrica. Su cara profunda se halla llena de depresiones en las que se alojan las extremidades periféricas de las células profundas: su cara superficial es convexa. Esta disposición recuerda mucho la de las células del epitelio vesical.

Las células de esta capa, así como la porción no adherente de las célu-

las de la primera, presentan dentellones marginales semejantes á los de las células del cuerpo mucoso de MALPIGIO.

3.º La *capa superficial* está formada por muchas hileras de células laminosas colocadas unas encima de otras como las hojas de un libro. Recuerdan á los elementos superficiales del epitelio bucal (RANVIER).

Capa limitante anterior. — La capa limitante anterior, designada con el nombre de *membrana de Bowman*, está más ó menos desarrollada según la especie en que se estudie; en el hombre presenta un grosor igual en toda su extensión y mide, por término medio, 10 μ . Su manera de comportarse y su aspecto hialino han permitido á los histólogos al estudiar su naturaleza íntima la exposición de numerosas teorías. BOWMAN, que ha sido el primero que la ha descrito, la considera como una lámina elástica; HENLE y otros anatómicos han creído que se trataba de una producción cuticular del epitelio anterior. Si después de haber teñido un corte de la córnea con el picrocarmín se le trata con la glicerina fórmica al 1 por 100, se nota que la coloración rosada, adquirida por la limitante anterior, no desaparece con la acción del ácido. Esta reacción permite considerar á la lámina elástica anterior como constituida por una *substancia conjuntiva análoga á la de las fibras espirales* que se observan en la superficie de los fascículos colágenos (RANVIER).

Tejido de la córnea. — El tejido propio de la córnea está formado por un *estroma conjuntivo* compuesto de gran número de láminas yuxtapuestas, entre las que se hallan *células aplanadas* y *elementos emigrantes*.

1.º *LÁMINAS DE LA CÓRNEA.* — Las láminas que forman el armazón conjuntivo de la córnea, afectan una disposición especial según que se examine la porción superficial ó las capas profundas de este órgano. En la porción superficial ó anterior son irregulares y están entrecruzadas de diferentes modos; en las capas profundas están superpuestas paralelamente y con mayor regularidad. Sin embargo, es preciso no figurarse que estas láminas están dispuestas unas debajo de otras como planchas apiladas; por el contrario, están unidas entre sí por láminas secundarias oblicuas en diferentes sentidos. (1) En conjunto forma un sistema continuo perfectamente unido del cual puede tenerse una grosera idea comparándole con una pasta hojaldrada, constituida por láminas fácilmente separables, pero continuas, que limitan cavidades comunicantes entre sí.

Cada una de estas láminas está constituida por *fascículos* semejantes á los del *tejido conjuntivo* y compuestos, como ellos, por una reunión de *fibrillas* en extremo delgadas. Estas láminas están dispuestas de tal modo, que los fascículos de dos de ellas vecinas son *perpendiculares* recíprocamente; además, en una sección perpendicular á la superficie de la córnea, las láminas se hallan cortadas alternativamente, según el sentido de sus fibras ó perpendicularmente á su dirección. Los fascículos fibrilares de la córnea difieren de los del tejido conjuntivo laxo por algunas reacciones; mientras que éstos se alteran poco con la acción del agua, aquéllos se hinchan rápidamente cuando se sumerge esta membrana en el agua; además, mientras que el tejido conjuntivo da gelatina por la cocción, el corneal se

(1) RANVIER, *Leçons d'anatomie générale. Cornée*, pág. 115.

transforma en condrina, que se distingue de la del cartílago en que los precipitados que forma se redisuelven en un exceso del reactivo empleado. Por estos caracteres, la córnea representa un tejido intermedio entre el cartilaginoso y el conjuntivo laxo.

Hemos visto ya que las láminas corneales se hallaban unidas entre sí por anastomosis oblicuas, de modo que forman un sistema continuo. Con el fin de asegurar una dependencia todavía mayor, la naturaleza ha dispuesto numerosas *fibras suturales*, que salidas de la limitante anterior, unen entre sí las láminas corneales. Estas fibras han sido descubiertas en la cór-

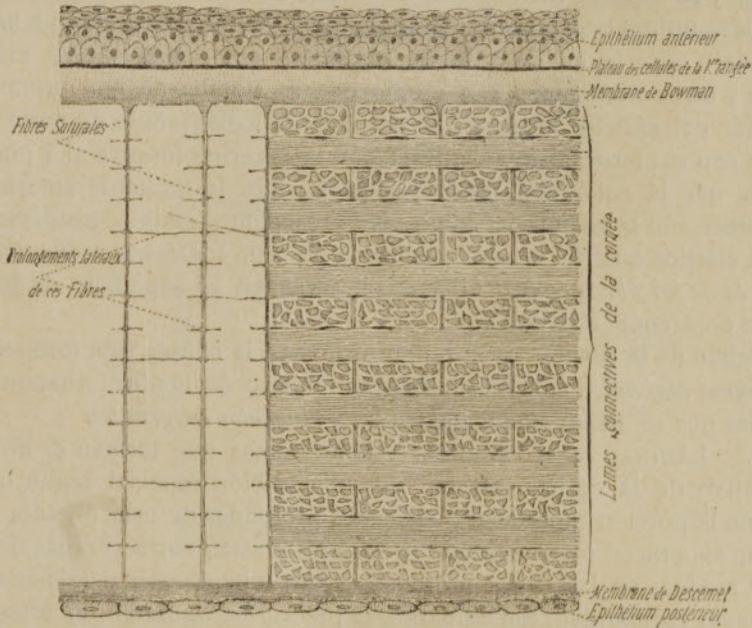


Fig. 398. — Corte ideal de la córnea de la raya: las láminas de la córnea no han sido dibujadas en la parte izquierda de la figura, con el fin de que se vean por completo las fibras suturales.

nea de la raya, donde afectan una disposición muy regular. Si se trata la córnea de este animal, teñida con el carmín, por el ácido acético, se ve una serie de fibras rectilíneas, perpendiculares á la superficie, desprenderse de la membrana de Bowman y atravesar el estroma corneal para ir á soldarse á la limitante posterior sin confundirse con ella. Aunque estas fibras sean continuas desde la capa anterior á la posterior de la córnea, no se las puede distinguir en un corte más que en cada dos láminas; se las observa en las láminas cuyas fibras han sido seccionadas perpendicularmente á su dirección, y no se las ve en aquellas otras cuyos fascículos son paralelas al plano de sección. Para explicar este curioso fenómeno de óptica, RANVIER compara los fascículos paralelos que impiden ver las fibras naturales á las rayas de un vidrio: «Estos fascículos, situados unos detrás de otros, refractan los rayos luminosos, y cuando forman una capa un poco gruesa, impiden que la imagen de las fibras naturales llegue al ojo del observador. Se produce

aquí un fenómeno de dispersión análogo al que determina un vidrio deslustrado; deja pasar la luz, pero no permite la distinción de los objetos.» La continuidad de las fibras suturales se demuestra con el examen de la córnea á la luz polarizada y por la disociación.

1.º *Luz polarizada.*— Cuando se observa á la luz polarizada un tejido formado por fibras conjuntivas, alineadas en grupos paralelos, como, por ejemplo, un tendón, estas fibras son luminosas en campo negro, salvo en la posición del plano de polarización. Cuando las fibras están en el eje óptico del instrumento, es decir, situadas de tal modo que se examina una sección perpendicular á su eje, son negras. La córnea, observada con el polarizador, parece formada por una serie de bandas alternativamente claras y oscuras: las bandas oscuras corresponden á las láminas cuyos fascículos son perpendiculares, las brillantes representan láminas cuyos fascículos son paralelos. Hemos dicho ya, que las fibras suturales eran invisibles en las primeras y visibles en las segundas. Con la luz polarizada se produce el fenómeno inverso: no se ve más que un campo negro en las láminas de fascículos perpendiculares, mientras que en las de fascículos paralelos representadas por las bandas claras, se perciben estrías oscuras que las atraviesan perpendicularmente á su dirección. Estas estrías corresponden á las fibras suturales.

2.º *Disociación.*— Cuando se somete la córnea de la raya á la ebullición en el agua, se llega á reblandecer las láminas, mientras que la membrana de Bowman y las fibras suturales quedan lo bastante sólidas para que se puedan desprender por disociación. Recuerdan escalas formadas por un solo montante en el que se hallarían insertos los escalones. Las expansiones laterales se hallan situadas á nivel de los planos que separan los planos corneales. No se trata de simples ramas, sino de residuos de expansiones membranosas que parten de las fibras suturales y se extienden por la superficie de las láminas corneales. Es probable, que cierto número de expansiones de una fibra se anastomosasen con las prolongaciones similares de la vecina. Así, en la raya, las láminas corneales están unidas entre sí por las fibras perforantes.

Las fibras suturales en la córnea del *hombre* no son nunca ni tan regulares ni tan evidentes. Más delgadas y más onduladas no se extienden desde la limitante anterior á la posterior, sino que terminan en diferentes pisos de la membrana conjuntiva anastomosándose unas con otras. Su presencia no puede, sin embargo, ponerse en duda, pues estas fibras presentan las mismas reacciones que las suturales de la córnea de la raya. Como éstas, son birrefringentes con la luz polarizada, resisten la ebullición en el agua, se tiñen en rosa por el carmín y no se alteran con los ácidos. Las fibras suturales de la córnea representan prolongaciones de la membrana de Bowman; se hallan, pues, formadas, como esta membrana, por una substancia análoga á la que constituye las fibras anulares de los fascículos conjuntivos.

2.º *CÉLULAS DE LA CÓRNEA.*— En el tejido propio de la córnea se hallan dos especies de células: las *fijas* ó células corneales propiamente dichas, y las *linfáticas* que han penetrado gracias á sus propiedades emigrantes.

Células fijas.— Las células fijas están siempre situadas en las hendidu-

ras que separan las láminas corneales; nunca se las halla en el interior mismo de estas láminas. En cada una de estas hendiduras no existe más que una sola hilera de células, en contra de la opinión de los autores que han pretendido que cada una de las caras de las hendiduras estaba tapizada por una célula y que se encontraba, por consiguiente, entre las láminas, dos capas celulares yuxtapuestas. Estas células afectan dos formas diferentes según el animal que se considere.

a. *Tipo corpuscular.*— En el lagarto y en las aves tienen el aspecto de



Fig. 399. — Células de la córnea de tipo corpuscular

corpúsculos estrellados que ofrecen cierta semejanza con los elementos óseos. El cuerpo de estas células es pequeño, «emite numerosas prolongaciones que á poco de salir siguen dos direcciones perpendiculares entre sí. Estas prolongaciones están provistas de otras secundarias que son perpendiculares á las primeras; uniéndose entre sí estas expansiones, reúnen también á las células en una extensa red continua» (RANVIER).

b. *Tipo membraniforme.*— En la rata, conejo, perro y en el hombre (1) las células se presentan en forma de anchas membranas unidas por prolongaciones. El cuerpo de estas células es ancho y emite expansiones acintadas cuya dirección no es regular y que se hallan atravesadas por agujeros más ó menos grandes. El *tipo membraniforme* se encuentra muy acentuado en los peces. En estos animales, las células parecen fundidas unas con otras, hasta el punto que es imposible determinar sus límites. El conjunto de las células está representado por una lámina de protoplasma atravesada de agujeros y sembrada de núcleos.

Sean corpusculares ó membraniformes, las células fijas, aprisionadas

(1) La córnea de la rana posee células lo bastante aplanadas para ser estimadas como membraniformes y prolongaciones lo bastante delgadas para aproximarlas al tipo corpuscular.

entre las láminas corneales, se conducen como cualquiera célula conjuntiva. Estudiando los tejidos conjuntivos hemos visto, que cada una de estas células, comprimida en un espacio restringido, se amolda á este espacio y presenta en su superficie la impresión de las irregularidades de la pared. Son las *crestas de impresión* de RANVIER. Las células de la córnea presentan crestas de impresión en cada una de sus dos caras: todas las crestas situadas en una de ellas son paralelas entre sí; las situadas en la otra son también paralelas, pero perpendiculares á las de la primera. Esta disposición se explica fácilmente si se considera que las crestas de impresión representan

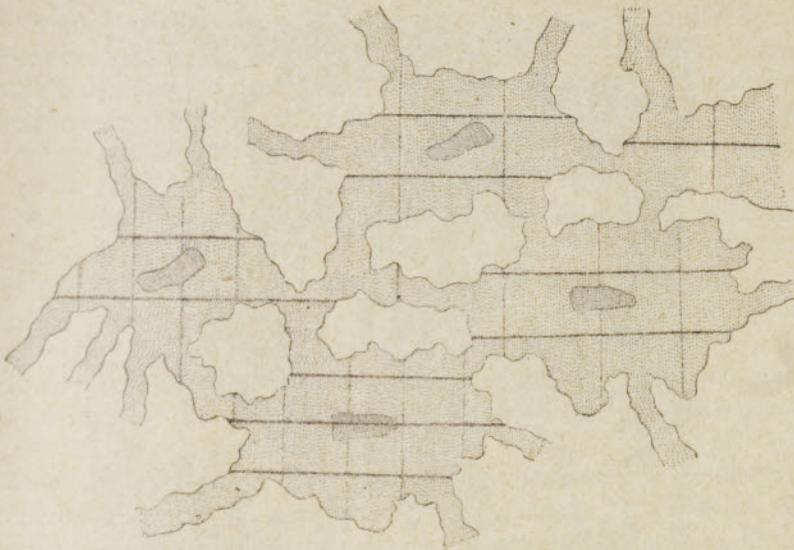


Fig. 400. — Células de la córnea de tipo membraniforme (esquemático)

los moldes de los espacios que separan los fascículos de las láminas corneales, y que en dos láminas vecinas estos fascículos son perpendiculares entre sí.

Los *núcleos* de las células fijas son voluminosos y un poco aplanados en sentido paralelo á las láminas. Su forma es muy variada y á veces extraña: unos son redondeados, otros ovoides y algunos se hallan divididos por muescas profundas, no pudiendo ser comparados con ninguna figura determinada.

La acción que ejercen el nitrato de plata y el cloruro de oro sobre las células de la córnea ha dado origen á una porción de teorías siendo imposible pasar más adelante sin ocuparse de ellas.

1.º *Nitrato de plata.* — Cuando se hace obrar el nitrato de plata sobre una córnea, se puede obtener, ó bien una *impregnación negativa* en la que el fondo se halle teñido en negro por la plata y las células aparecen en claro, ó bien una *impregnación positiva* en la que el fondo es blanco y las células negras. Es muy fácil producir una impregnación negativa: se toma un cristal de nitrato de plata, que se pasa rápidamente y con regularidad sobre una córnea viviente; se levanta esta membrana, que se lava en

agua destilada, y se expone en seguida á la luz del sol durante un tiempo suficientemente largo para producir la reducción de la sal de plata. En esta preparación se observan las células y sus prolongaciones en blanco sobre fondo negro. «Mientras que la impregnación negativa se produce directamente después de la acción del nitrato de plata, la positiva no se obtiene nunca inmediatamente, puesto que va siempre precedida de una impregnación negativa» (RANVIER). Para obtenerla, es preciso producir al principio una impregnación negativa por el procedimiento indicado anteriormente, y después dejar la córnea en el agua destilada durante algunos días. Al cabo



Fig. 401. — Impregnación negativa de las células de la córnea

de este tiempo, la impregnación negativa se ha transformado en positiva sin que se conozca el mecanismo de esta reacción. «Lo que choca desde luego al observador cuando se comparan impregnaciones negativas y positivas de una misma córnea, es que las dos imágenes, cuando son completas, podrían hasta cierto punto superponerse, es decir, que mediante los dos procedimientos las células tienen formas semejantes» (RANVIER).

2.º *Cloruro de oro.* — El cloruro de oro no da más que imágenes positivas, es decir, imágenes en las que el fondo es claro y las células se hallan coloreadas. Se coloca la córnea en jugo de limón, y después que ha permanecido cinco minutos se lava en agua destilada y se la sumerge durante diez minutos en la disolución del cloruro de oro; se lava por segunda vez, y se la coloca durante veinticuatro horas en agua acetificada.

Al cabo de este tiempo, las células, sus crestas de impresión y sus prolongaciones se presentan admirablemente teñidas en violeta. Un hecho

interesante, que no se ha explicado aún, es que si se prolonga durante mucho tiempo la acción del cloruro de oro las células no se tiñen.

Células emigrantes. — Además de las células fijas se hallan en la córnea células emigrantes que caminan por el tejido corneal siguiendo distintas direcciones. Cuando penetran en el interior de las láminas se moldean entre los fascículos y se alargan en sentido paralelo á ellos; cuando están entre las láminas son membraniformes y presentan crestas de impresión. Existen, pues, en la córnea dos clases de células emigrantes: las *interlaminares* y las *intralaminares*.

1.º *Células interlaminares.* — Las células interlaminares se parecen mucho á las fijas; como estas últimas, son aplanadas en sentido paralelo á las láminas corneales y presentan prolongaciones ramificadas y crestas de impresión. Muchos caracteres las distinguen de las células corneales: sus dimensiones son menores, no existen anastomosis entre sus prolongaciones, y en las preparaciones impregnadas por el oro, adquieren un tinte más obscuro.

2.º *Células intralaminares.* — Las células emigrantes intralaminares están formadas por unos bastoncitos más ó menos largos reunidos por una lámina protoplasmática muy delgada. «Parece un haz compuesto de una serie de venablos situados unos al lado de otros y reunidos por partes delgadas.» Los bastoncitos representan las porciones gruesas del cuerpo celular que se alojan en los intersticios que separan á los fascículos; las partes delgadas representan las porciones de la célula que se hallan deprimidas por estos mismos fascículos.

Membrana de Descemet. — La limitante posterior se la designa también con el nombre de *membrana de Descemet* ó de *Desmour*. Es más gruesa en el anciano que en el joven, midiendo de 13 á 20 μ en el primero y de 15 á 20 en el segundo. En el viejo presenta en su cara interna crestas verrugosas en número más ó menos considerable. Antes se la consideraba como una membrana elástica, pero sus reacciones histoquímicas prueban que no merece tal nombre: en efecto, se tiñe en rojo con el carmín, en rojo anaranjado con el picrocarmín, en pardo con el ácido ósmico y en violeta obscuro con la hematoxilina. La substancia elástica, por el contrario, se tiñe en amarillo con el picrocarmín y no se colora ni en rojo por el carmín, ni en pardo por el ácido ósmico. No obstante, algunos caracteres la aproximan á esta clase de substancias. Resiste, como las fibras elásticas, la acción de la potasa y de los ácidos concentrados.

Cuando se la hace hervir en agua durante muchas horas, se la puede disociar en láminas muy numerosas y delgadas. Un fenómeno curioso es que cuando se aísla la membrana de DESCOMET, ó las láminas que la componen, se arrolla fuertemente sobre sí misma y siempre de atrás hacia delante, como un papel conservado durante mucho tiempo en forma de rollo. Hacia el borde libre de la córnea, la membrana de DESCOMET no se termina en borde cortante, sino que se continúa con un sistema especial de fibras descritas por primera vez por REICHERT. Estas fibras nacen á nivel del borde de la córnea, cerca de la cara anterior de la membrana de DESCOMET, y se dirigen por toda la periferia de la cámara anterior del ojo á través del humor acuoso. Unas se reflejan en la cara anterior

del iris formando el *ligamento de Hueck*; otras se pierden en la pared posterior del *conducto de Schlemm*, y finalmente, otras se terminan en el músculo ciliar.

Estas fibras se anastomosan en su trayecto y forman en su conjunto un sistema cavernoso que se halla en comunicación con la cámara anterior. Los autores no están de acuerdo sobre la significación de estas fibras: REICHERT las considera como fascículos conjuntivos; LUSKA las cree formadas por fibras elásticas; BOWMANN piensa que en su constitución entran fibras elásticas y fascículos conjuntivos; KÖLLIKER las considera como formadas por un tejido reticulado semejante al de los ganglios linfáticos; finalmente, RANVIER, que ha profundizado este estudio en su notable libro sobre la *Estructura de la córnea*, describe estas fibras de modo muy preciso. Según este último autor, cada una de tales fibras está formada por un *eje central fibrilar*, por una *corteza* más ó menos gruesa y por un *revestimiento endotelial*.

La corteza, estriada á lo largo, parece formada por capas concéntricas distintas. Es más gruesa en los sujetos avanzados en edad y parece abollada y verrugosa, hasta el punto de que adquiere un aspecto moniliforme. Estos caracteres demuestran que la corteza de las fibras está formada por el tejido de la membrana de DESCOMET.

El eje fibrilar presenta un grosor variable, según los animales; en todo caso, parece continuarse con las fibras del tejido propio de la córnea.

El revestimiento endotelial está constituido por una sola hilera de células laminares semejantes á las que tapizan la cámara anterior del ojo.

En resumen, cada una de estas fibras está formada del siguiente modo: un *fascículo de fibras corneales* que atraviesa la membrana de DESCOMET, se recubre de una *capa cortical* suministrada por esta membrana y de un *endotelio* que se continúa con el epitelio posterior de la córnea.

Epitelio posterior.— El epitelio posterior está formado por una sola capa de células poligonales mucho más anchas que altas, que miden de 5 á 6 μ de espesor por 20 á 22 μ de anchura. Su protoplasma, muy delicado, se deforma y se ahueca, presentando vacuolas bajo la influencia de los reactivos; sus núcleos presentan formas en extremo variadas; unos son redondeados, otros en forma de saco doble, de judía, etc., habiendo células que contienen muchos núcleos (RANVIER). Estas células están unidas entre sí por un cemento.

Vasos.— En el hombre adulto la córnea se halla desprovista casi por completo de vasos. No existe más que en el borde de esta membrana una zona de 1 ó 2 milímetros de anchura en la cual se hallan vasos sanguíneos. Estos vasos se hallan situados en la conjuntiva que invade ligeramente el borde de la córnea formando el *anillo conjuntival*. En el embrión, por el contrario, la córnea se halla provista de una rica red capilar; en algunos peces óseos, permanece vascularizada durante toda la vida.

Circulación linfática.— La córnea no posee vasos linfáticos; las numerosas teorías propuestas para explicar la circulación linfática, se han abandonado hoy por completo. Sin embargo, como formaron época en la ciencia, debemos conocerlas.

1.º *Teoría de Virchow y de His. Células plasmáticas.*— La teoría de