

NOTA ACERCA DE LAS TERMINACIONES NERVIOSAS DE LOS
PELOS TÁCTILES O CAVERNOSOS DE DOS ESPECIES
DE MURCIÉLAGOS

Por AMELIA SAMANO BISHOP,
del Instituto de Biología.

Con el objeto de conocer la estructura íntima y la fina inervación que presentan los órganos de los sentidos en los murciélagos, animales tan extraordinariamente interesantes desde el punto de vista de su delicada sensibilidad, hemos emprendido una serie de trabajos, iniciándolos con el estudio de los pelos táctiles o pelos de vaina vascular de dos especies de murciélagos, una del género **Natalus** (**Natalus mexicanus** Miller) y la otra del género **Chilonycteris** (**Chilonycteris rubiginosa** Miller), especies comunes en las cuevas de las montañas que rodean el Valle de México.

Animados por las admirables impregnaciones de plata hechas por Cajal y Tello para poner de manifiesto los diferentes tipos de terminaciones nerviosas, empleamos diversos métodos argénticos para impregnaciones en bloque, ya sea fijando en alcohol amoniacal, en alcohol etílico puro o en piridina y las fórmulas a base de hipnóticos, de Castro. El método de Gross-Lawrentjew nos dió magníficos resultados en la impregnación de haces del plexo dérmico. Los murciélagos son particularmente rebeldes a las impregnaciones argénticas y el método que usamos con mayor éxito es el de Castro, fijando con hidrato de cloral, alcohol, agua y ácido nítrico al 4%.

De acuerdo con las investigaciones de Tello, Szymonowicz, Botezat y otros, los pelos táctiles o pelos de vaina vascular están constituidos por dos cubiertas o vainas de naturaleza conjuntiva: la externa y la interna. En ambas se observan células conjuntivas de forma estrellada que se disponen orientando su mayor longitud en el sentido del eje del pelo. Entre una y otra vaina se encuentra el cuerpo

cavernoso, cuyas complicadas trabéculas alcanzan hasta dos terceras partes de la longitud del folículo; en seguida se halla una región ensanchada desprovista de trabéculas que es el seno anular. En la parte superior del seno anular, multitud de vasos penetran de arriba a abajo, se disponen en torno del cuello y forman repetidas anastomosis que constituyen el anillo vascular. Dichos vasos van a proveer al seno sanguíneo en la parte superior del folículo entre las túnicas conjuntivas externa e interna y a nivel de las glándulas sebáceas.

En la parte inferior del seno anular se encuentra un anillo de células compactas que abraza el pelo: esta estructura se conoce con el nombre de rodete anular.

La vaina epitelial del pelo se ensancha comenzando por la parte inferior del seno anular hasta llegar al cuello. Este ensanchamiento presenta estrangulaciones, una en la parte inferior del rodete anular y otra en la parte superior de éste. Tanto el engrosamiento como las estrangulaciones son muy claras en los pelos táctiles de la rata gris, también estudiados por Tello.

Los pelos táctiles de que nos ocupamos, son adultos y corresponden al labio superior; los folículos tienen una longitud de 630-920 micras y un diámetro de 400-620 micras aproximadamente, presentan forma cónica y a veces ovalada. La vaina conjuntiva externa es muy compacta y gruesa, con células estrelladas o fusiformes, disponiendo su mayor longitud en el sentido del eje del pelo. La vaina conjuntiva interna es de menor espesor y sus células no se hallan agrupadas tan estrechamente como en la externa. Entre estas dos túnicas conjuntivas se alojan infinidad de haces que ocupan mucho espacio; éstos y la invasión de numerosas fibras determina una ligera dislocación de la vaina conjuntiva externa, mientras que la interna se desplaza hacia la capa epitelial.

Las trabéculas conjuntivas, tan características de los pelos táctiles, se encuentran en todo el folículo sin que establezcan límites precisos como acontece en los pelos cavernosos de la rata blanca (Tello) y del topo (Szymonowicz), en los del cacomixtle (Ochoterena y Ramírez), en la rata gris (Tello), pues en estos animales las trabéculas únicamente limitan el seno sanguíneo superior, quedando después sin ellas. En los pelos táctiles de nuestras especies de murciélagos, las trabéculas tienen un carácter embrionario, se encuentran distribuidas en todo el folículo, dispuestas de la siguiente manera: en la base del bulbo generalmente se desprenden de un sitio reducido (figs. 1 A y 2) de la vaina conjuntiva interna y se insertan en diversos puntos de la vaina externa; a los lados se colocan radialmente, pero siguiendo

do una dirección oblicua y con ligeras ramificaciones al tocar la túnica externa (figs. 1 y 2). En la parte terminal dichas trabéculas son numerosas y se arreglan formando un penacho (fig. 3); las de la parte media son mucho más gruesas y más complejas y dividen el seno sanguíneo en dos porciones: la superior y la inferior.

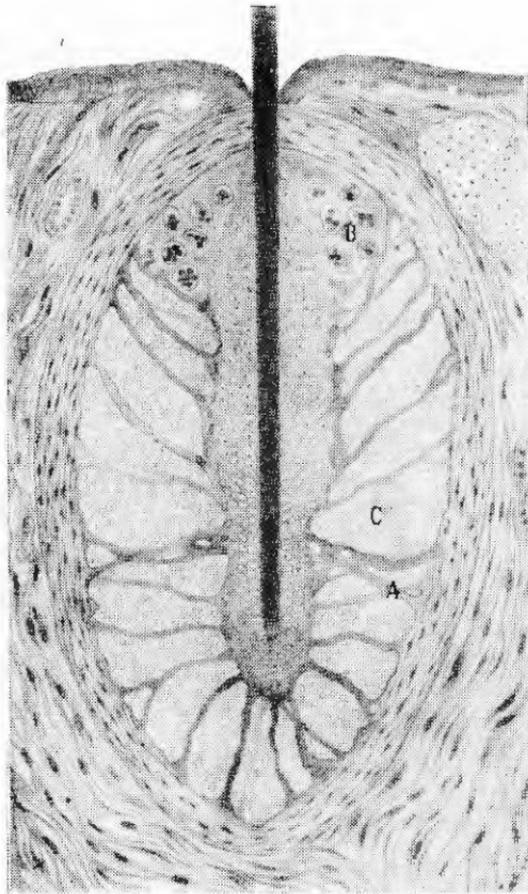


Fig. 1.—Dibujo que muestra la disposición de las trabéculas (A) en todo el folículo; el aspecto general del tejido cavernoso (C); los ensanchamientos de la vaina epitelial, las vainas conjuntivas externa e interna y el arreglo de los vasos del anillo vascular (B).

El seno cavernoso en los pelos de estos murciélagos comprende casi la totalidad del folículo, nuestras preparaciones nos muestran un tejido cavernoso de trama muy fina con oquedades circulares de

notoria regularidad desde la base del folículo hasta los límites del anillo vascular. El tejido cavernoso ocupa vastos espacios entre las tunicas conjuntivas externa e interna y aloja los finísimos vasos sanguíneos característicos de estos pelos (fig. 1 C).



Fig. 2.—Microfotografía que muestra la disposición de las trabéculas conjuntivas en la base del bulbo y a los lados. También se ven las fibras nerviosas del nervio folicular llegando a la parte media del folículo.

El rodete anular descrito en los pelos táctiles de diversos animales, como un organito enigmático que abraza al pelo en torno de la vaina epitelial y compuesto por células conjuntivas dispuestas radialmente, no existe en los nuestros. La parte alta del folículo pre-

senta la típica formación del anillo vascular, sin exhibir variación alguna y en éste como en los demás pelos táctiles estudiados, los vasos se anastomosan y forman numerosos giros en torno del pelo (fig. 1 B).

La inervación de los pelos táctiles es sumamente rica, tres o cuatro troncos nerviosos penetran en la base del folículo (fig. 4 y 5) atravesando la túnica conjuntiva externa. A poca distancia de la entrada los haces nerviosos comienzan a separarse en cinco o más troncos que se van extendiendo hasta formar un abanico en la parte alta del folículo. Tales nervios ascienden por la región externa de la

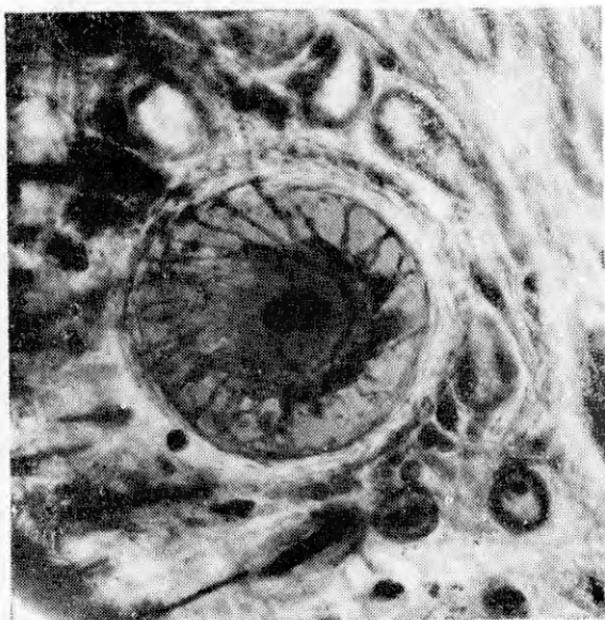


Fig. 3.—Corte transversal de la parte superior de un pelo táctil de murciélago en donde se advierten las numerosas trabéculas terminales.

túnica interna (figs. 2, 4 y 5) y muchas fibras se dirigen hacia el interior del folículo atravesando la vaina conjuntiva interna, llegan a la capa vítrea y siguen los estrechamientos de la capa epitelial para concluir allí en complicadas terminaciones según el nivel a donde lleguen. Las fibras ascienden, ya desviando su trayectoria paralela o ya reuniéndose a otras fibras, o bien siguiendo hacia la parte alta

completamente individualizadas. No hemos podido observar ninguna anastomosis que permita la formación de una red, si a veces tienen este aspecto es debido al camino sinuoso que muchas fibras siguen.

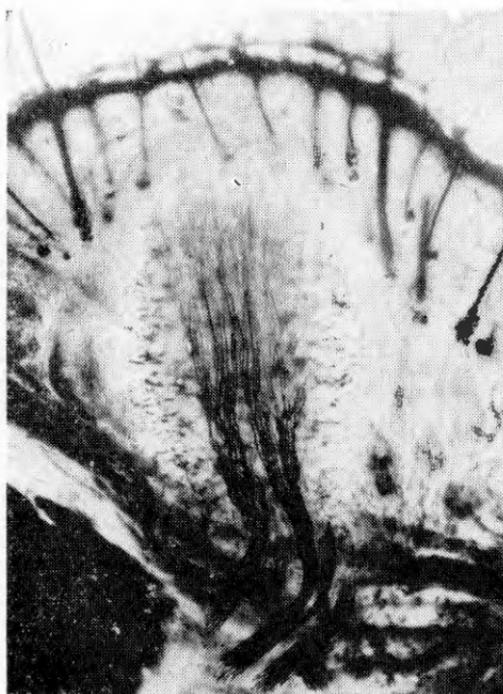


Fig. 4.—Microfotografía que muestra la rica inervación de un pelo táctil de murciélago. Estos nervios se hallan sobre la vaina conjuntiva interna después de haber penetrado por la externa.

Tello divide las terminaciones de los pelos táctiles de la rata adulta en dos clases: las terminaciones principales y las accesorias; las primeras comprenden las terminaciones hipolemmales o sean las que concluyen en meniscos, las epilemmales altas o en empalizada y las epilemmales bajas o arborizaciones inferiores del seno anular. Las accesorias comprenden las terminaciones del anillo nervioso, los meniscos del foramen y de las paredes de los vasos.

Entre las fibras de los haces nerviosos que penetran al folículo; nosotros también hemos encontrado que al lado de las gruesas fibras meduladas teñidas de color más pálido, se hallan finísimas fibras ameduladas en negro que siguen el trayecto de los vasos.



Fig. 5.—Microfotografía de un grueso tronco nervioso aboradando la túnica conjuntiva interna.

Terminaciones nerviosas en arborizaciones o epilemmales bajas.—Estas terminaciones provienen de gruesas fibras que invaden la túnica conjuntiva interna, en seguida se insinúan más adentro de la misma y pierden su mielina, terminando en finas arborizaciones. Esta clase de terminaciones se encuentra en la parte media del folículo llegando hasta la región inferior del segundo engrosamiento de la vaina epitelial. Algunas presentan una porción muy ensanchada en

la parte que bruscamente pierde su mielina (fig. 6 A). Poco antes de iniciarse las arborizaciones, algunas fibras robustas se dividen en dos ramas, las que a su vez se descomponen en delicadas arborizaciones al perder la mielina (fig. 6 B); tales ramificaciones están constituidas por una o más neurofibrillas y presentan ligeros engrosamientos reticulares de trecho en trecho y en su terminación. Tello señala que desde hace mucho tiempo Van Gehuchten, Ranvier y otros (autores que no pudimos consultar), habían observado formas variadas de termi-

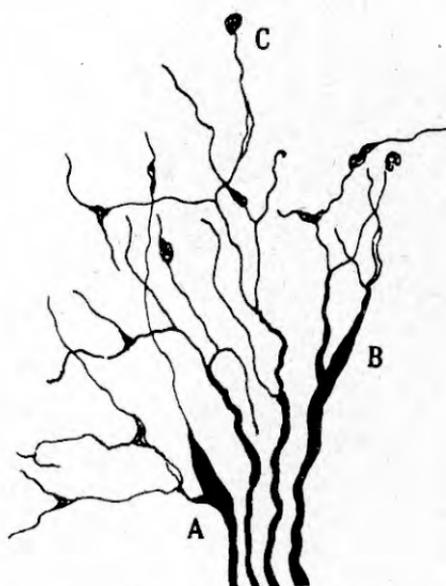


Fig. 6.—Arborizaciones de las fibras nerviosas que terminan en la parte media del folículo: (A) porción ensanchada de la fibra a nivel de donde pierde su mielina; (B) ramificaciones amedulladas compuestas de una o dos neurofibrillas; (C) terminación en botón.

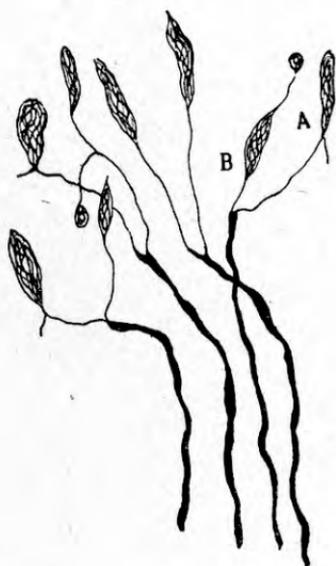


Fig. 7.—Terminaciones en empalizada de diversas formas: (A) terminación en ensanchamiento reticulado; (B) terminación fusiforme.

naciones como en espátula, en botón y en una forma intermedia. Nosotros hemos visto también estas terminaciones, aunque mal impregnadas que se adosan a la vaina conjuntiva interna y a la vítrea o se insertan en las trabéculas. La figura muestra los diversos tipos de terminaciones, ya sea en una formación final que es un ensanchamiento del extremo de la fibra compuesto de una amplia red de neu-

rofibrillas, o en engrosamientos del trayecto que aparecen como dilataciones fusiformes de un retículo fino o ya bien terminaciones en botón reticulado de diversos tamaños (fig. 6 C), que concluyen en la capa vítrea o en la vaina conjuntiva interna.

Terminaciones nerviosas altas o en empalizada.—Las terminaciones en empalizada (fig. 7) son engendradas por gruesas fibras nerviosas ascendentes, de distinto grosor, que se aplican sobre la vítrea y siguen a lo largo del folículo hasta terminar en la parte alta del ensanchamiento del mismo. Los tratamientos con el nitrato de plata fijando con hipnóticos, nos han permitido observar que las fibras pierden bruscamente su mielina y se dividen en varias ramas finas que acaban en formaciones reticuladas de diverso aspecto y a distinta altura, advirtiéndose algunas desde un poco más arriba de las gruesas trabéculas que limitan la parte interior del seno sanguíneo superior. Las terminaciones en empalizada de estas fibras afectan diversas formas: la fibra amedulada se dicotomiza y los extremos se ensanchan exhibiendo finísimos retículos de neurofibrillas (fig. 7 A) que se orientan en el sentido de la longitud del pelo y se aplican sobre la capa vítrea a distintos niveles. Las expansiones reticuladas son fusiformes o aplanadas (fig. 7 B). A veces las terminaciones de las primeras se adelgazan en su extremo distal y terminan en una esfera reticulada. Tello en su síntesis de la morfología e inervación de los pelos con vaina vascular, hace la descripción más completa que hemos consultado de este tipo de terminaciones; hemos podido identificar casi todas las modalidades que él estudió. Respecto a las terminaciones en menisco encontradas por varios autores (Tello, Szymonowicz, Botezat y otros) no tuvimos la fortuna de observarlas, presumiendo que existen porque en varios cortes advertimos esbozos imprecisos de las mismas, resultantes de la dificultad que hallamos para impregnar con la plata las estructuras de los murciélagos.

Terminaciones accesorias.—En la formación del anillo nervioso intervienen robustos haces del plexo subpapilar que penetran a través de la vaina conjuntiva y rodean el cuello del pelo. Dichos nervios entran por diversos puntos a la conjuntiva interna y algunos en este punto dan una vuelta sobre sí mismos como formando una madeja, para continuar un curso flexuoso en torno del pelo como lo ilustramos en la fig. 8. El anillo nervioso comprende un espacio por encima del seno sanguíneo, debajo de la glándula sebácea y en el seno de la conjuntiva interna. Confirmamos las observaciones que hicieron Botezat, Szymonowicz y Tello respecto a la trayectoria que siguen los nervios que integran el anillo nervioso de los pelos cavernosos de los

diversos animales que estudiaron. Hemos visto que a la parte superior del folículo llegan fibras que proceden de niveles inferiores, continúan su curso ascendente encumbrándose en dirección paralela a las fibras de los nervios del folículo; en otras ocasiones se observan

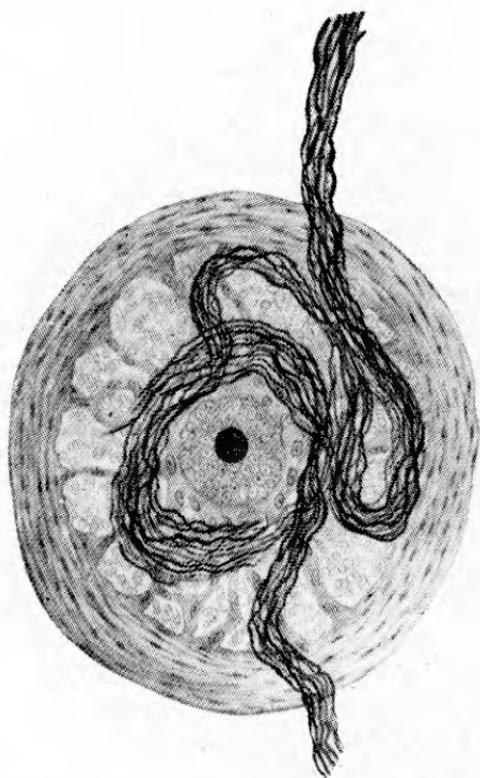


Fig. 8.—Dibujo de un corte transversal de la parte superior de un pelo táctil, en donde se advierten las dos entradas de los nervios del plexo subpapilar.

fibras que ingresan lateralmente y en un plano inferior al del anillo nervioso ascienden y penetran a la vaina conjuntiva externa, para reunirse con fibras de este mismo tipo en el anillo nervioso. Una vez que han constituido este anillo, las fibras pierden su mielina y se disponen en dos o más fibras ameduladas que suelen terminar generalmente en la túnica conjuntiva interna.

No hemos podido observar las terminaciones accesorias que se adosan a las trabéculas descritas por Ostroumow (citado por Tello) ni las de la papila del pelo. Quizá en nuestros trabajos posteriores nos sea dable identificar todas las modalidades de las terminaciones que la inervación presenta en estos pelos de textura tan compleja.

BIBLIOGRAFIA

- BOTEZAT, E.—1897.—Die Nervenendigungen an den Tasthaaren von Säugethieren.—Arch. f. mik. Anat. Bd. 50, Tafel IX und X.
- RAMON Y CAJAL, S.—1904.—Contribución al estudio de la estructura de las placas motrices (con 3 grabados).—Trab. de Lab. de Invest. Biol. Tomo III, pp. 97-100.
- SZYMONOWICZ, W.—1895.—Beiträge zur Kenntniss der Nervenendigungen in Hautgebilden.—Arch. f. mik. Anat. Bd. 50 (Tafel XXXIII und XXXIV), pp. 624-649.
- TELLO, FRANCISCO J.—1905.—Terminaciones sensitivas en los pelos y en otros órganos.—Trab. del Lab. de Invest. Biol. pp. 49-77.
- 1923.—Genèse des terminaisons motrices et sensitives. II.—Terminaisons dans les poils de la souris blanche. Tome XXI, pp. 257-384.