

EL SISTEMA ACUSTICO CEREBELAR DE *SCELOPORUS MICROLEPIDOTUS* WIEGMANN

Por AMELIA SÁMANO BISHOP,
del Instituto de Biología.

I. LAS TERMINACIONES PERIFERICAS DEL NERVIO ACUSTICO

Ha sido motivo de vivo interés conocer a fondo las estructuras acústicas y de ello se han ocupado numerosos investigadores, quienes han abordado con éxito el problema, aportando observaciones geniales; sin embargo, el campo de trabajo es muy vasto y aún hay mucho que explorar.

El estudio de las regiones acústicas de los reptiles, tiene particular interés para el conocimiento biológico, porque en este grupo el laberinto acústico muestra el paso de formas sencillas a las más complicadas.

Desde hace muchos años varios neurólogos iniciaron el estudio de la estructura y de la función del oído. Bowen, quien ha presentado los datos históricos más completos que conozco, menciona investigadores que ya en el siglo diez y ocho hacían valiosos descubrimientos; en 1780 Koelreuter observó la presencia de las fibras nerviosas en la base de las ámpulas de los canales semicirculares, y poco después Scarpa (1789) y Weber (1820); en 1835 Steifesand emprendió el estudio de las ámpulas de diversos peces, reptiles, aves y mamíferos, inclusive del hombre, concluyendo que había gran variación en la forma de las crestas de los animales estudiados. En 1844 Ecker descubrió, en el *Petromyzon marinus*, los cilios de las crestas ampulares, hecho que fué sujeto a discusión por algún tiempo y que al final fué comprobado por Schultze y otros investigadores. Los finos detalles de la histología y de la invervación fueron observados hasta que se idearon técnicas histológicas apropiadas. Surgió entonces una época gloriosa para la investigación y se hicieron excelentes trabajos, por los más destacados neurólogos, como Schultze

(1859), Retzius (1871, 81 y 94), Ewald (1892), Bielschowsky (1902 y 1903), Kolmer (1907), Mullenix (1909), Cajal (1904), Van der Stricht (1908) y Beccari (1912). Bowen (1931 y 1932) hizo un magnífico estudio fisiológico en peces, llegando a interesantes conclusiones. Lams, posteriormente (1934), hizo una revisión de la estructura de las manchas y de las crestas acústicas del gato recién nacido. Me parece que Beccari ha sido el último investigador que se ocupó de tratar de aclarar algunos puntos relacionados con el conocimiento de la fina inervación del oído de los reptiles; cuando menos, no tengo noticia de literatura alguna en donde se mencionen investigaciones posteriores a esa fecha.

Como dije al principio de este trabajo, los reptiles ofrecen un importante campo para las investigaciones filogenéticas, y aunque se han hecho estudios en numerosos animales, no está completamente agotado el tema, pues se desconoce la relación que ciertas terminaciones guardan en contacto con las células sensitivas de las zonas acústicas periféricas, no se ha precisado el origen de todas las fibras nerviosas que llegan al neuroepitelio, ni mucho menos se ha podido comprobar la presencia de fibras nerviosas constantes en las *plana semilunata*, etc., etc.

Para este trabajo usé ejemplares de diversas edades, desde embriones muy jóvenes hasta especímenes adultos. Las preparaciones fueron rigurosamente seriadas: ocho series transversales, cinco horizontales y nueve tangenciales. Aprovechando la experiencia de los investigadores de las estructuras acústicas, he empleado los métodos de impregnación argéntica de Cajal, en sus diversas modificaciones y capitalmente aquellas que requieren la fijación en piridina; con ésta logré buenas preparaciones principalmente en embriones. En animales próximos a nacer, obtuve muy buenas impregnaciones con el método de Bodian (protargol activado con cobre). Los ejemplares adultos fueron tratados por el método decalcificador de Castro y la impregnación en bloque con nitrato de plata en la misma forma que se usa en los métodos de Cajal; para el estudio histológico de la región, usé el método de Unna, de Heidenhain y el hemalum-eosina.

El reptil elegido es *Sceloporus microlepidotus*, especie muy común en esta región, que procrea durante el verano.

El oído interno de estos animales consta de dos partes: la *pars superior* y la *pars inferior*. La primera comprende los canales semicirculares, perfectamente bien evolucionados, el utrículo y el receso del utrículo. La segunda, la *pars inferior*, consta del sáculo, del canal endolinfático, la *pars basilaris* y la *lagena*, estas dos últimas partes en los reptiles, se

consideran parcialmente equivalentes a la cóclea de los vertebrados superiores; decimos parcialmente porque estas estructuras juntas no corresponden a la cóclea de los mamíferos (Beccari), sino solamente una: la *pars basilaris*, pues la lagena se va reduciendo poco a poco hasta desaparecer completamente de los vertebrados superiores.

En la región anterior del oído se encuentran formando un grupo distinto, tres zonas neuroepiteliales de suma importancia: las crestas ampulares de los canales semicirculares anterior y lateral y la mácula del utrículo. En la microfotografía de la figura 1, se aprecia una porción



Fig. 1. Microfotografía de un corte horizontal de encéfalo de *Sceloporus microlepidotus*, mostrando las tres ramas de la raíz vestibular anterior. A, Rama de la cresta ampular del canal semicircular anterior; B, Rama utricular; C, Rama de la cresta del canal semicircular lateral.

vestibular del nervio acústico dividiéndose en la parte distal en tres ramas importantes: dos que terminan en las crestas ampulares anterior y lateral y la otra en la mácula del utrículo (figuras 1 y 2). Esta disposición de las ramas vestibulares, se encuentra exactamente igual en los vertebrados superiores. Casi al mismo nivel se halla en la parte media

posterior, la papila de la *pars basilaris*, y un poco más abajo, en la parte media anterior, la mancha de la *lagena*. Gruesos haces nerviosos terminan en estas regiones (fig. 3) y sus extremos opuestos reuniéndose siguen una dirección dorsal. Ligeramente arriba de estas formaciones de la región media, se encuentra el sáculo con su mancha bastante bien desarrollada y su rama nerviosa se incorpora en la parte media, a las ramas fusionadas de la *pars basilaris* y de la *lagena*. En la región un poco caudal a la mancha del sáculo, se halla la delicada mancha *neglecta* (fig. 4), de ape-

<

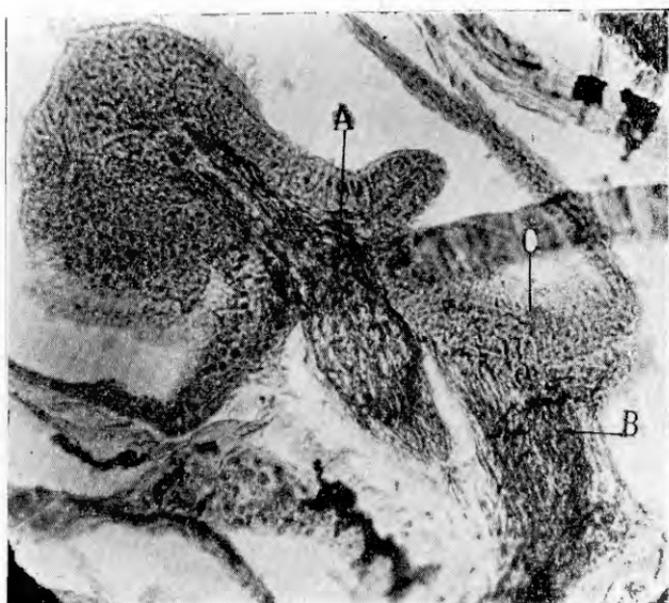


Fig. 2. Rama nerviosa de la cresta ampular del canal semi-circular anterior. A y B, rama nerviosa del utrículo, y C, llegada de la rama nerviosa al epitelio del utrículo.

nas unas cuantas micras de espesor, en la especie que trato; su ramita nerviosa sigue hacia adelante y se incorpora a la gruesa rama de la cresta ampular posterior (fig. 4); el grupo de nervios aludidos, integra el tronco posterior del acústico.

Los ganglios del nervio acústico.—En los ganglios acústicos se distinguen tres clases de células bipolares y fusiformes (fig. 5): unas muy grandes, otras medianas y las más pequeñas. Las células de mayor tamaño generan fibras muy gruesas que, individualizadas, penetran en

el epitelio de las crestas y en reducido número al de las manchas del utrículo y del sáculo. Los otros dos tipos originan fibras medianas y muy delgadas, respectivamente.

Las ramas que integran la raíz anterior del nervio acústico, nacen de un ganglio bastante voluminoso, en el que se encuentran numerosas neuronas fusiformes del tipo más grande, como se ve en la figura 5; de éstas provienen esas fibras tan toscas que abundan en las crestas. En segundo lugar se hallan las otras neuronas, que darán las fibras de menor

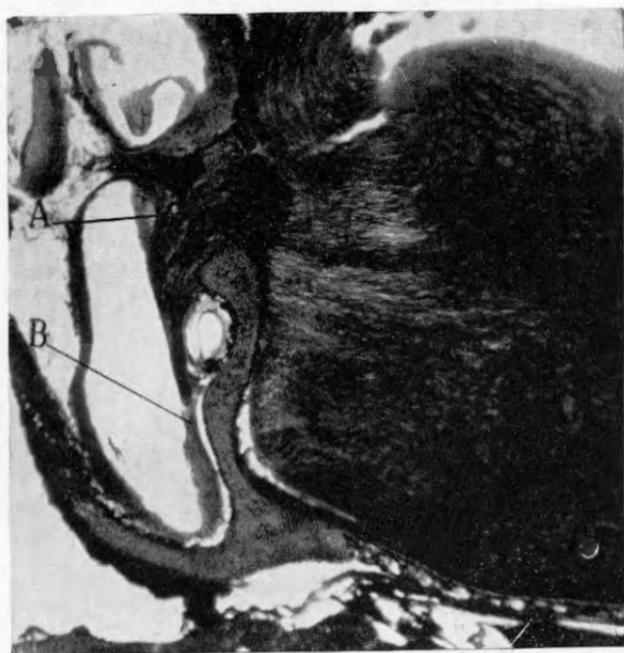


Fig. 3. Corte transversal de la lagena B, mostrando su robusto haz nervioso, A.

calibre que van a contribuir en la formación de esta gruesa raíz nerviosa. Así pues que las expansiones distales de las células de dicho ganglio forman una sola raíz bastante robusta que se dirige hacia la región anterior y lateral de la cabeza y las proximales, poco antes de llegar a las crestas de las ámpulas de los canales semicirculares anterior y lateral y a las manchas del receso utricular, se dividen en tres ramas, como se aprecia en la microfotografía (fig. 1), de un corte horizontal de la cabeza. Las fibras más gruesas se dirigen capitalmente a las crestas y van acompañadas

de las delgadas. La rama del receso utricular tiene mayor número de fibras delgadas que gruesas, que provienen de una porción ganglionar de células más pequeñas y turgentes. La masa ganglionar que origina la rama vestibular posterior, es muy voluminosa, en cortes sagitales sigue una curvatura desde el ganglio del nervio vestibular anterior hasta cerca de la cresta ampular posterior (fig. 6). La porción ganglionar que genera la gruesa rama de la ámpula posterior es la porción distal de este ganglio y tiene la misma estructura que el ganglio vestibular anterior, o sea el que da las tres ramas anteriores que integran la raíz anterior del acústico (fig. 1).

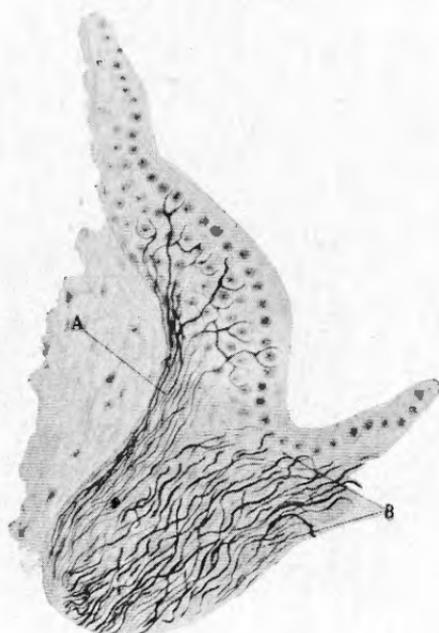


Fig. 4. La mácula neglecta con su delgada rama nerviosa. A y B, fibras nerviosas de la rama del canal semi-circular posterior.

A la mácula neglecta (fig. 4) llegan fibras delgadas que provienen de un ganglio muy pequeño un tanto aislado, el cual se ha visto como un apéndice del ganglio vestibular posterior, no sólo por su posición sino también por estar integrado por células pequeñas y por el aspecto de sus fibras semejantes en el grosor, como se ve en la figura 4. En esta especie, la mácula neglecta es sumamente pequeña, pues apenas tiene unas

cuantas micras de espesor; las fibras nerviosas se impregnaron bastante bien con el proceder de Castro en ejemplares adultos. Las ramas nerviosas que llegan al epitelio, de la *pars basilaris* y de la *lagena*, se logran impregnar con cierta facilidad con el método argéntico de Castro; las terminaciones, una vez que hubieron abordado el neuroepitelio, palidieron lamentablemente.

El ganglio de la *pars basilaris* y de la *lagena* se halla contiguo al de la rama de la cresta ampular del canal semicircular posterior, y de aquí parten fibras menos gruesas que las de las crestas y más o menos del mismo espesor.

La porción ganglionar de la rama de la mancha del sáculo es parte del ganglio del tronco posterior del acústico y tiene una estructura un tanto semejante a la porción del ganglio de la rama utricular (fig. 7). Las fibras que llegan a la mácula del sáculo son más bien delgadas.



Fig. 5. Estructura del ganglio acústico.

Estructura e inervación de las manchas acústicas.—Tanto las manchas como las crestas acústicas son desde el punto de vista morfológico estructuras muy complicadas; constan de dos clases de células: las de sostén y las sensitivas ciliadas. Las primeras son células alargadas, con protoplasma menos claro que el de las ciliadas, contienen un núcleo alojado en la porción basal y terminan en la superficie libre del neuroepitelio. Las células ciliadas o sensitivas ocupan la mitad distal del epitelio sin alcanzar nunca la membrana basal; son células un tanto cortas con forma de botella y núcleo ovalado o esférico que yace en la región inferior de la

célula. Según las investigaciones de Van der Stricht (1907) y de Lams (1934), el revestimiento libre de las células del epitelio está constituido por una membrana perforada con aberturas grandes y pequeñas. Según el primero de estos investigadores, la membrana proviene de un crecimiento gradual de las bandas obturantes intercelulares. Dichas bandas se engruesan a medida que el epitelio se desarrolla y engendran finalmente una membrana fenestrada cuyas aberturas mayores permiten el paso de los cilios acústicos, y las menores a los extremos distales de las células de sostén. Las bandas o trabéculas de la membrana obturante varían tanto en espesor como en estructura, según la edad y la región de la mancha o de la cresta.

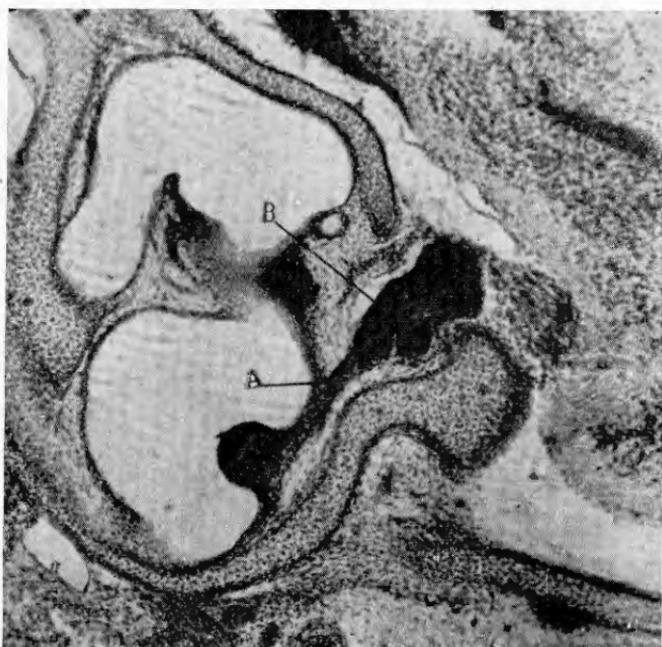


Fig. 6. Corte sagital del encéfalo de un feto a término, en donde se advierte la disposición del ganglio, B, que origina la rama del canal semicircular posterior, A. (Met. de Bodian.)

De cada célula sensitiva se desprende un pincel de cilios o pestañas muy finas que se mantienen unidas por una especie de cemento. Existen discrepancias respecto a la clase de los componentes del haz de filamentos acústicos de que tratamos. Para Lams (1934), no son ni cilios ni derivados ciliares, y sugiere la posibilidad de que sea "simplemente de

cytoplasme effiloché". Mis preparaciones muestran filamentos en las células como pestañas finísimas, a veces unidas entre sí con una sustancia aglutinante, o en ocasiones libres, como se ve en la microfotografía de la mancha acústica del sáculo (fig. 8). Provisionalmente seguiré nombrando a estas formaciones cilios, hasta que estudios posteriores nos revelen su verdadera naturaleza.



Fig. 7. La mancha del utrículo con su rama nerviosa, mostrando algunas terminaciones en el neuroepitelio.

Las terminaciones nerviosas de las manchas acústicas no se logran fácilmente; el neuroepitelio es sumamente delicado, las células sensitivas son más cortas que las de las crestas, y la membrana basal es mucho más fina. Las numerosas perforaciones de los nervios que llegan a la membrana basal la debilitan (Mullenix, 1909), y con los tratamientos histológicos, esta estructura termina por distorsionarse en gran parte. La impregnación argéntica resulta difícil y solamente unas cuantas terminaciones se destacan con claridad. Se impregnan admirablemente los nervios hasta su llegada al epitelio, pero una vez que lo abordan, las terminaciones palidecen notoriamente. No me fué posible lograr impregnaciones en embriones, tuve que ensayar con animales casi a término y con adultos. En los animales próximos a nacer, la impregnación de las terminaciones ha sido bastante pobre, se tiene más éxito con ejemplares recién nacidos y sobre todo con adultos. En ninguna de mis preparaciones he visto que las terminaciones nerviosas de las manchas acústicas se impregnaran tan intensamente como las de las crestas. Según Retzius, en *Tro-*

pidonotus natrix, las fibras nerviosas de las crestas y de las manchas acústicas terminan de la misma manera. En *Sceloporus microlepidotus* no encuentro que difieran en su totalidad, pero sí en los detalles; a esta conclusión llegué después de estudiar numerosas preparaciones logradas por diversos métodos argénticos.

He observado que a las manchas acústicas de *Sceloporus* llegan fibras de diverso espesor; abundan las fibras más o menos gruesas, después las delgadas, y las muy gruesas llamadas "gigantes", son realmente escasas. Mis observaciones, por lo tanto, difieren de las de Beccari en *Lacerta muralis*, porque él encontró en las manchas acústicas fibras delgadas del mismo calibre. Las pocas fibras gigantes que penetran a

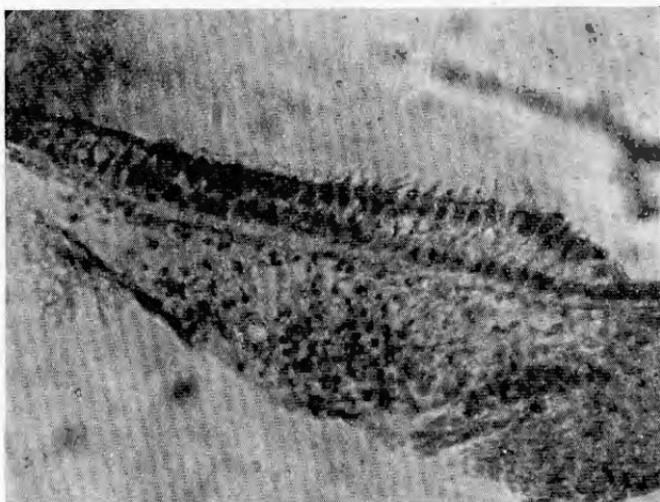


Fig. 8. Microfotografía del neuroepitelio de la *macula sacculi*.

las máculas sensitivas a pesar de pertenecer al mismo tipo de las que en las crestas forman cálices, en aquéllas terminan en arborizaciones más cortas y menos complicadas (fig. 9). Tanto unas como otras, al llegar al límite entre las células de sostén y las sensitivas, forman una zona plexiforme análoga a la que se observa en las crestas ampulares, aunque no tan intrincada. No he observado ningún caso de anastomosis, sólo entrecruzamientos de las fibras. Las fibras gruesas o delgadas en pleno estrato de las células sensitivas, se ramifican, siguiendo direcciones horizontales y finalmente terminan en contacto con ellas rodeándolas (fig. 9). No he observado indicios de terminación intracelular de las fibras, en todo momento se notan relaciones de contigüidad más o me-

nos estrecha. Mullenix (1909), estudiando las terminaciones periféricas, capitalmente del oído de los peces, tampoco encontró las terminaciones intracelulares que han señalado algunos autores. He visto algunas fibras, generalmente las más delgadas, que llegan hasta las células neuroepiteliales y terminan sobre ellas directamente, a veces sin sufrir ninguna ramificación.

El neuroepitelio de la mancha de la lagena es más delicado que el del sáculo y del utrículo; por lo tanto, es más difícil obtener buenas impregnaciones y partes enteras de la inervación; sin embargo, observando preparaciones rigurosamente seriadas, se advierte que las terminaciones son muy semejantes a las de las otras manchas acústicas; las fibras llegan a las células sensitivas, se bifurcan o se ramifican sencillamente enviando

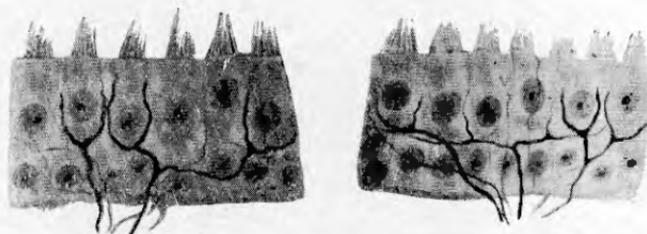


Fig. 9. Aspecto de la inervación de la *macula sacculi*.

ramas que se distribuyen a los lados de las sensitivas o ciliadas (fig. 9), y en algunos casos las ramitas más delicadas se hallan aplicadas directamente sobre la superficie de la célula.

El epitelio de la mancha *neglecta* tiene un área muy reducida, pero sus células sensitivas son menos cortas que las de las otras manchas; se observa que las fibras gruesas, al alcanzar la zona de las células sensitivas, se resuelven en una bifurcación o en una ramificación del mismo tipo que en las otras máculas, sólo que mucho más toscas en su base. Las ramificaciones también se efectúan en un plano horizontal (fig. 4).

Estructura e inervación de la PARS BASILARIS.—En la *pars basilaris* se encuentra un área neuroepitelial que ocupa las porciones laterales internas. Está constituido por células tanto ciliadas como de sostén que presentan una disposición muy regular. Las células sensitivas o ciliadas son largas, miden de 10 a 12 micras, tienen extremos basales redondos y terminan al mismo nivel y por encima de las células de sostén, las cuales son muy cortas. Los extremos opuestos poseen una cubierta

o membrana fenestrada bastante gruesa, de tal manera que se observa sin ninguna dificultad, a través de la cual emergen cilios largos y gruesos con mucha semejanza a los que se hallan en las crestas de las ámpulas de los canales semicirculares y miden 14 a 15 micras de largo por 0.7 micra de ancho. Poseen estas células núcleos grandes y redondos que ocupan el primer tercio anterior de las células. Las células de sostén yacen en la parte inferior de las sensitivas y se extienden insinuándose entre éstas, hasta el extremo ciliado, terminando igualmente con su revestimiento

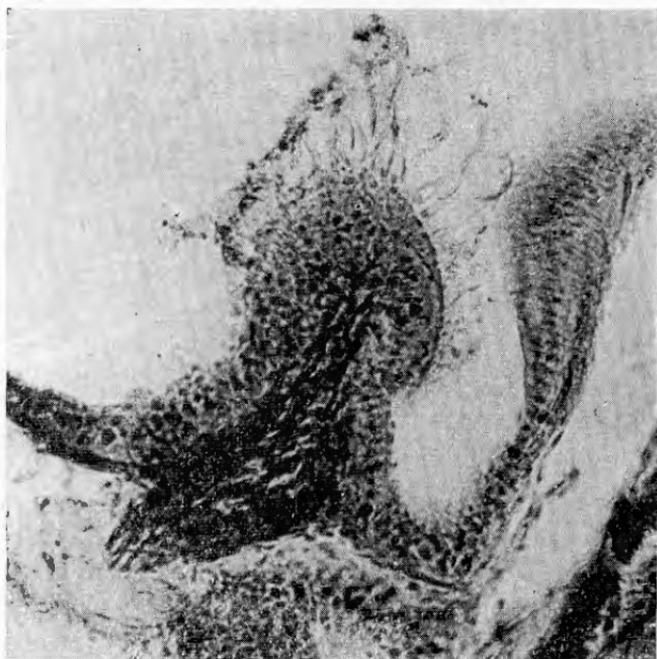


Fig. 10. Inervación de la cresta ampular del canal semicircular anterior, mostrando las terminaciones de las fibras gruesas. (Met. de Castro.)

fenestrado. Están provistas de núcleos alojados en la parte basal de dichas células. En algunos detalles veo que el neuroepitelio de la *pars basilaris* difiere del que se encuentra en el sáculo y en el utrículo. En el primero la disposición tanto de células como de sus núcleos es sumamente regular; en el segundo, las células basales o de sostén presentan núcleos a diversas alturas. Los cilios de las células de la *pars basilaris* son más largos, más toscos y menos abundantes.

Estructura e innervación de las crestas ampulares.—Las crestas ampulares se encuentran revestidas de un epitelio compuesto de dos tipos de células: las basales, consideradas como células de sostén, afectan la forma de botella y poseen un núcleo ovalado que ocupa la cavidad profunda de la célula; el extremo anterior es más delgado y llega hasta la superficie libre del neuroepitelio. Las segundas, las sensitivas, se encuentran en la porción media y libre del epitelio ampular; son células cilíndricas con



Fig. 11. Corte transversal de un encéfalo de *Sceloporus microlepidotus*, pasando por la cresta ampular lateral en donde se observan los largos cilios y los cálices de las terminaciones nerviosas.

núcleos grandes, redondos u ovalados que ocupan las porciones basales de las células. De la superficie libre de dichos elementos se desprenden largos cilios que se continúan directamente con las células sensitivas. En las crestas ampulares de *Sceloporus* los cilios son sumamente largos, miden de 50 a 65 micras y tienen un diámetro en su parte más amplia, es decir, en la base, de 1 a 1.5 micras, como se aprecia en las microfotografías 11 y 12. Esta cresta ampular pertenece a un ejemplar adulto; en

los fetos de este reptil no he observado cilios de tan grande longitud. Anteriormente se han encontrado cilios muy largos en peces, pero de ninguna manera más largos que en *Sceloporus microlepidotus*.

La inervación de las crestas fué observada por primera vez quizá por Koelreuter en 1780 y por Scarpa en 1789. Después diversos investigadores encontraron un campo muy interesante para la investigación, llegando a conclusiones muy respetables; sin embargo, el problema no se ha resuelto completamente. Existen divergencias en lo que concierne a la estructura fina de las terminaciones de los nervios en el neuroepitelio y



Fig. 12. Inervación de la cresta ampular del canal semicircular posterior. Se observan con claridad los tres tipos de fibras que terminan en esa región.

en las relaciones que éstas tienen con las células sensitivas, en los diversos tipos de fibras que abordan el epitelio, su distribución en el mismo y sus relaciones entre sí, etc.

En mis preparaciones, he logrado la impregnación de las terminaciones principalmente por el método argéntico de Castro, empleando un fijador descaldificador y en ejemplares casi a término, he usado las variantes del proceder de la plata reducida de Cajal, así como el método de Bodian del protargol activado con cobre. Especialmente con el método de Castro se logra la más completa impregnación de las terminaciones

de las crestas, advirtiéndose que llegan fibras de diversos calibres, pero que esencialmente predominan dos tipos: unas notablemente gruesas y otras de menor calibre. Para algunos autores como Mullenix, quien hizo estudios muy hermosos del oído de los peces, no existe una distinción tan marcada en el espesor de las fibras, como señala Cajal en el oído de las aves. En *Sceloporus*, a las crestas llegan abundantes fibras "gigantes" de Cajal; las fibras notoriamente gruesas tienen un espesor de 2 a 2.5 micras en general, destacándose del resto con mucha

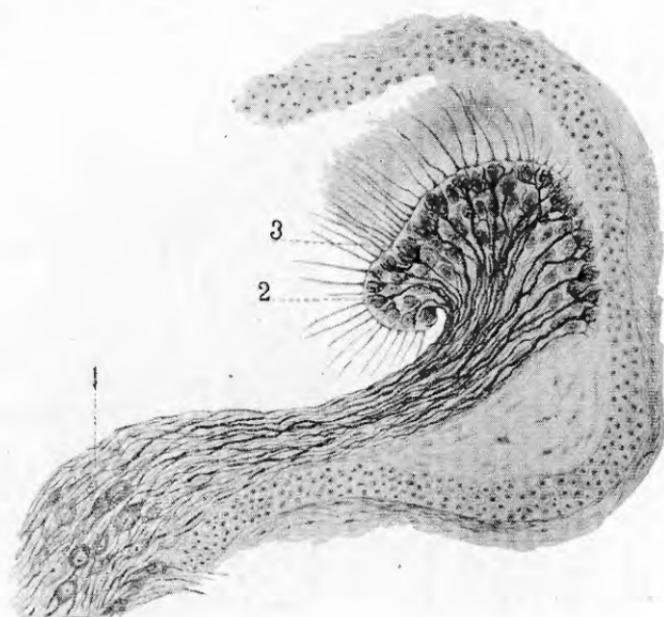


Fig. 13. Corte sagital de la cresta ampular del canal posterior, mostrando la parte del ganglio posterior (1) y dos tipos de fibras terminales (2) y (3).

claridad, como se ve en las microfotografías (figs. 11 y 12) de las crestas ampulares anterior y lateral; sin embargo, es muy acentuado el predominio de las dos clases de fibras que he mencionado, pues en *Sceloporus* apenas se perciben las fibras más delicadas. Steifesand (1835) (cit. por Bowen) y Hasse (1873) hicieron, quizá por primera vez, estudios respecto a la diversidad de fibras nerviosas que llegan al neuroepitelio de las crestas; sus investigaciones fueron en reptiles y en algunos otros animales; Van der Stricht (1909) estudió la histogénesis del neuroepitelio de murciélagos, Beccari (1912) considera que a las crestas am-

pulares de *Lacerta muralis* llegan tres tipos de fibras: las fibras gruesas, las medianas y unas muy finas; de estas últimas no logró ver con claridad su terminación en el neuroepitelio. En *Sceloporus* he podido distinguir estas mismas tres clases de fibras; en todas mis preparaciones se advierten con claridad unas muy gruesas (figs. 11 y 12), otras medianas y las muy delgadas (fig. 14).



Fig. 14. Cálices de las fibras "gigantes" de la cresta ampular posterior.

Al abordar las fibras nerviosas del epitelio, se nota desde luego que al llegar éstas a la región de las células neuroepiteliales, forman una zona plexiforme compleja (fig. 12), de tal manera que si la impregnación de los elementos nerviosos es muy generosa, se pierden las relaciones entre sí, lo cual ha dado lugar a confusiones y discrepancias entre los diversos investigadores. Así pues, que se ha pensado que en estos sitios las terminaciones nerviosas se anastomosan formando redes complicadas.

En mis preparaciones no se ven anastomosis de las arborizaciones, solamente he observado entrecruzamientos que suelen dar el aspecto de anastomosis. Cuando las fibras nerviosas llegan a la zona de las células neuroepiteliales, sus extremos se resuelven en terminaciones a manera de penachos, o cálices de flores, como han sido designadas por algunos investigadores; los cálices no se plican a una sola célula, sino que abarcan varias, como se ve en la figura 14, aprisionando la base y los lados, llegando hasta los bordes de la superficie libre de las células sensitivas, con las que establecen relaciones de contacto y no de continuidad, como ha sido supuesto por Bielschowsky y Brühl. He observado con el mayor

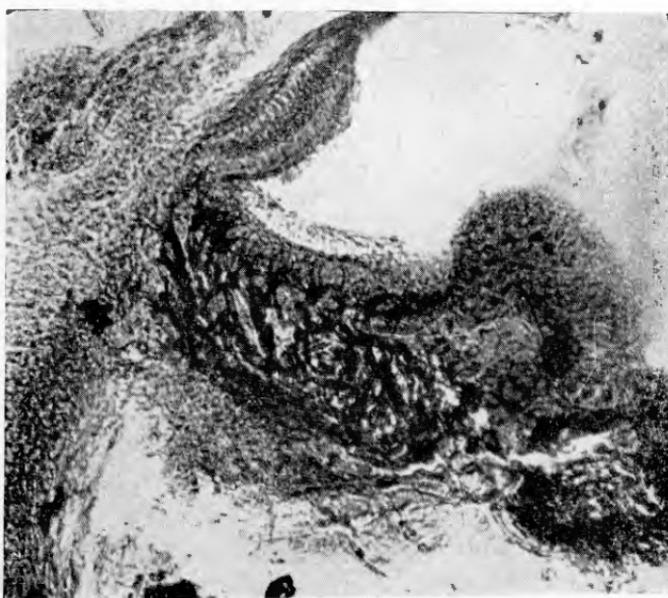


Fig. 15. Porciones externas de las arborizaciones de las terminaciones nerviosas caliciformes.

cuidado posible las preparaciones seriadas rigurosamente en esas regiones, en ningún momento he advertido el menor indicio de que las terminaciones puedan llegar a continuarse con el protoplasma de las células sensitivas. Algunos autores han señalado la presencia de una estructura en forma de anillo en algunas células sensitivas, que se tiñe igual que los cilindroejes, por lo que se ha considerado de naturaleza nerviosa y constituiría esta formación un órgano terminal único dentro de la propia célula. No he logrado comprobar este cuerpo en anillo; presumo que debe ser muy difícil su observación, porque al impregnarse dicho anillo se

impregnarían también las numerosas terminaciones de las fibras gigantes del neuroepitelio, que desde luego estorban su visibilidad.

En *Sceloporus microlepidotus*, como en *Lacerta muralis*, las fibras delgadas acompañan a las gruesas ocupando los espacios libres que éstas dejan. Penetran a mayor distancia en el epitelio, formando ramificaciones más sencillas en torno de las células neuroepiteliales (fig. 13), o simplemente terminan sin ramificarse. No he sorprendido ningún caso en el cual estas fibras presenten una intimidad tan grande con las células sensitivas que pudiera interpretarse como continuidad.

Las terminaciones libres en las crestas han sido con anterioridad observadas en diversos animales; en peces por Mullenix, por Cajal; en aves y mamíferos por Retzius y otros. Las fibras delgadas no se impregnan tan manifiestamente como las gruesas; presentan cierta rebeldía al tratamiento argéntico. Beccari no logró sorprender sus terminaciones en el epitelio. Aún no se sabe completamente bien, cómo las terminaciones libres de las fibras delgadas se relacionan con las células en todos los casos, y a este respecto se conocen diversas opiniones; Kolmer (cit. por Mullenix) considera que algunas fibras terminan formando una sencilla espiral constituyendo un sistema cerrado de neurofibrillas; en ninguna de mis preparaciones me fué dado comprobar esta observación de Kolmer. Retzius (1894), en reptiles, considera que las fibras nerviosas y sus terminaciones en estos sitios, son generalmente nudosas, en forma de cadenas de perlas "Diese Nervenfasern und ihre Enden sind in der Regel knotigvarikales, perschnurartig". Creo que esta apreciación de Retzius se debe a que en sus trabajos sobre la inervación de las crestas empleó solamente el método de Golgi, con el cual se impregnan los elementos nerviosos toscamente y dan imágenes del tipo descrito por este autor. Las fibras nerviosas no presentan un calibre igual en toda su extensión, y los diversos métodos argénticos empleados, solamente revelan ligeros engrosamientos en algunas partes que no pueden considerarse como fibras nudosas.

SUMARIO Y CONCLUSIONES

Este trabajo representa la primera parte de un estudio acerca del sistema acústico cerebelar de un reptil *Sceloporus microlepidotus* Wiegman. Se hace una breve mención de los trabajos y de los investigadores que en diferentes épocas se interesaron por el conocimiento de la inervación acústica; se especifica el material y los métodos histológicos usados. Los puntos tratados son, primero, las porciones que constituyen el laberinto acústico en donde la cóclea de los mamíferos está representada posiblemente por la *pars basilaris*; la composición y topografía de las porciones ganglionares; la diversidad

de fibras que forman los haces nerviosos terminales: las diferentes terminaciones nerviosas tanto de las crestas ampulares como de las manchas acústicas, y se describe la estructura histológica. Se señala el hallazgo en relación con la gran longitud de los cilios acústicos de las crestas ampulares, los cuales presentan la mayor longitud conocida.

Por las observaciones hechas en este estudio se llega a las siguientes conclusiones:

I. Que la distribución de las células en los ganglios no es uniforme en todas sus porciones. Los ganglios que originan los haces nerviosos de las crestas poseen abundantes células del tipo grande, por lo que las fibras nerviosas de las crestas ampulares corresponden al tipo denominado "gigante", en su mayoría.

II. Que las manchas acústicas tienen inervación distinta a la de las crestas, en los detalles y distribución de las fibras, sin apartarse fundamentalmente del tipo ampular.

III. Que no se ha observado ningún indicio de anastomosis de las fibras en el neuroepitelio.

IV. Que las relaciones que establecen las arborizaciones terminales en las células sensitivas son de contacto y no de continuidad.

V. Que muchas fibras, especialmente las más delgadas, terminan libremente en el epitelio, sin ramificaciones.

VI. Que no he observado los anillos intracelulares que mencionan Bielschowsky y Brühl, y creo que son debidos a artificios de técnica.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

This work represents the first part of a study on the cerebellar acoustic-system of a reptil *Sceloporus microlepidotus* Wiegmann. Works and the investigators who in different times were interested in the knowledge of the acoustic innervation are very briefly mentioned as well as a short account of the material and histological methods used. The paper deals with the portions which form the acoustic labyrinth of this reptil with rudimentary ear where the cochlea of mammals is probably represented by the *pars basilaris*; with the different fibers which make the terminal nerves and the mode of nerve terminations in *cristae acusticae* and in *maculae acusticae*. The histological structure of this sensory areas is described, finding that the ciliar processes of the *cristae*, in this reptil are remarkably long, perhaps the longest ever mentioned.

From the observations through this study I came to the following conclusions:

I. The different types of cells of the acoustic ganglia are not regularly distributed. There are more large cells in the ganglia that originate the so called "giant fibers" which form the majority of the fibers of the *cristae*, than in the ganglia of the *maculae* where the "giant fibers" are scarce.

II. The nerve fibers which supply the *maculae* and the mode of termination of the fibers are not entirely similar to those in the *cristae*. The terminal brush of the giant fibers does not form a true calyx-like structure as in the *cristae*, but as the branch-

ing of a low tree. The majority of the nerve fibers of the *maculae* are of intermediate sizes.

III. I have not succeeded in finding cases of anastomosis between different nerve terminations in the sensory epithelium.

IV. The nerve terminations are related to the sense cells by contact and not by continuity.

V. Many fibers and specially the finest end freely in the sensory epithelium.

VI. I have not found intracellular rings of nervous substance, such as Bielschowsky and Brühl have described, I believe that these structures may be regarded as due to artefacts.

BIBLIOGRAFIA

- ARIENS KAPPERS, C. U., HUBER, G. C. y CROSBY, E. C., 1936.—The Comparative Anatomy of the Nervous System of Vertebrates including man. The Macmillan Co. New York.
- BECCARI, N., 1912.—La costituzione i nuclei terminali e le vie di connessione del nervo acustico nella *Lacerta muralis* Merr. Arch. ital. anat. e di embriol. Vol. 10, pp. 646.
- BIELSCHOWSKY, M. y BRÜHL, G., 1907.—Ueber der nervosen Endorgane im häutigen Labyrinth der Saugetiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 71, Heft 1., pp. 22-57. Taf. 5-6.
- BOWEN, R. E., 1932.—The Ampullar organs of the ear. Jour. Comp. Neurol. Vol. 55, pp. 273-313. 7 text figs. and six plates.
- HESSE, C., 1873.—Das Gehörorgan der crocodilo bebst weiteren vergleichend anatomischen Bemerkungen über das mittlere Ohr der Wirbelthiere und dessen Anexa. Anat. Studien Bd. 1, S. 670-750.
- HOLMES, M. G., 1903.—On the Comparative Anatomy of the nervous acusticus. Trans. Roy. Irish. Acad., Vol. 32, sect. B, pp. 101-144.
- LAMS, H., 1934.—Structure e innervation des taches et des cretes acoustiques. Rev. Belge sc. med., 6, pp. 370-375.
- MULLENIX, R. C., 1909.—The peripheral terminations of the eight cranial nerve in vertebrates, specially in fishes. Bull. Mus. Comp. Zoo., Vol. 53, pp. 213-250.
- PINES, L. y NAROWTSCHATOWA, K., 1934.—Ueber die Morphologie des Ganglion oticum. Zeit. Zellfosch., 20, pp. 764-778.
- RAMÓN Y CAJAL, S., 1909.—Histologie du Systeme Nerveux de l'homme et des Vertébré. A. Maloine, Editeur. Paris.

- RETZIUS, G., 1905.—Die Endigungsweise des Gehörnerven in den Maculae und *Cristae acusticae* in Gehörlabyrinth der Wirbelthiere. Biol. Unters. N. F. 12. pp. 21-31. 22 figs.
- , 1894.—Ueber die Endigungsweise des Gehörnerven bei den Reptilien. Biol. Unters., N. F. Bd. 6, pp. 46-47, Taf. 16-17.
- RIQUIER, C., 1913.—Sulla fine struttura del ganglio otico. Rev. Pat. ner., 18.
- SHAMBAUGH, G. E., 1932.—Cytology of the internal ear. Special Cytology, Section XXVII, Vol. III, Edited by E. V. Cowdry. Paul B. Hoeber Inc. New York.
- VAN DER STRICHT, N., 1907.—L'histogenese des parties constituantes du neuro-epithelium acoustique des taches et des cretes acoustiques et de l'organe de Corti. Arch. de Biol. Vol. 23, pp. 542-693. Plaches XVII-XXII.