

I. OÍDO

Capítulo 5

EMBRIOLOGÍA DEL OÍDO

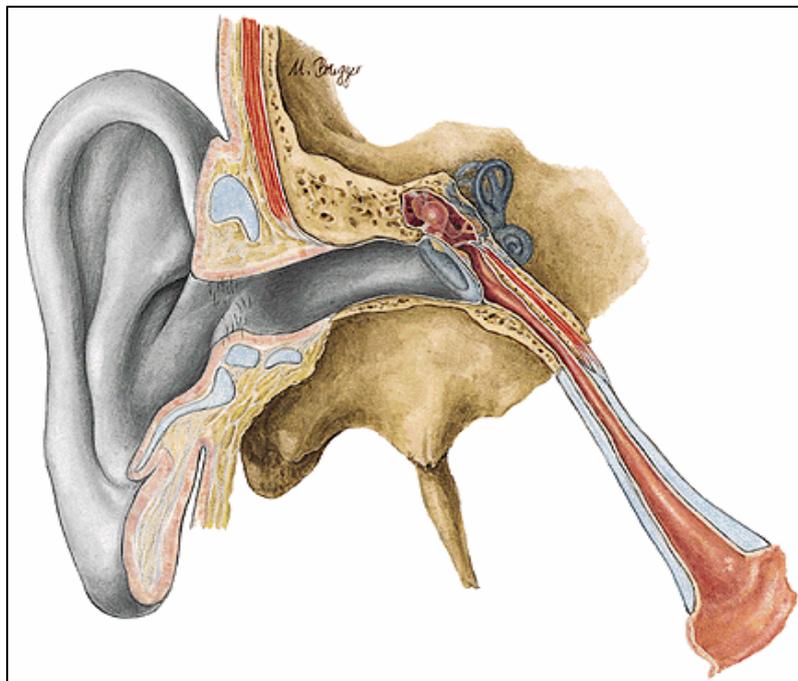
María Cristina Gascón Rubio, Pedro Díaz de Cerio Canduela y José Luis Lacosta Nicolás
Hospital San Pedro. Logroño

El oído es una estructura compleja formada por tres partes principales: el oído externo, el medio y el interno.

El **oído externo** consta del pabellón (oreja), el meato auditivo externo (conducto auditivo externo) y las capas externas de la membrana timpánica (tímpano). Su función principal es la captación del sonido.

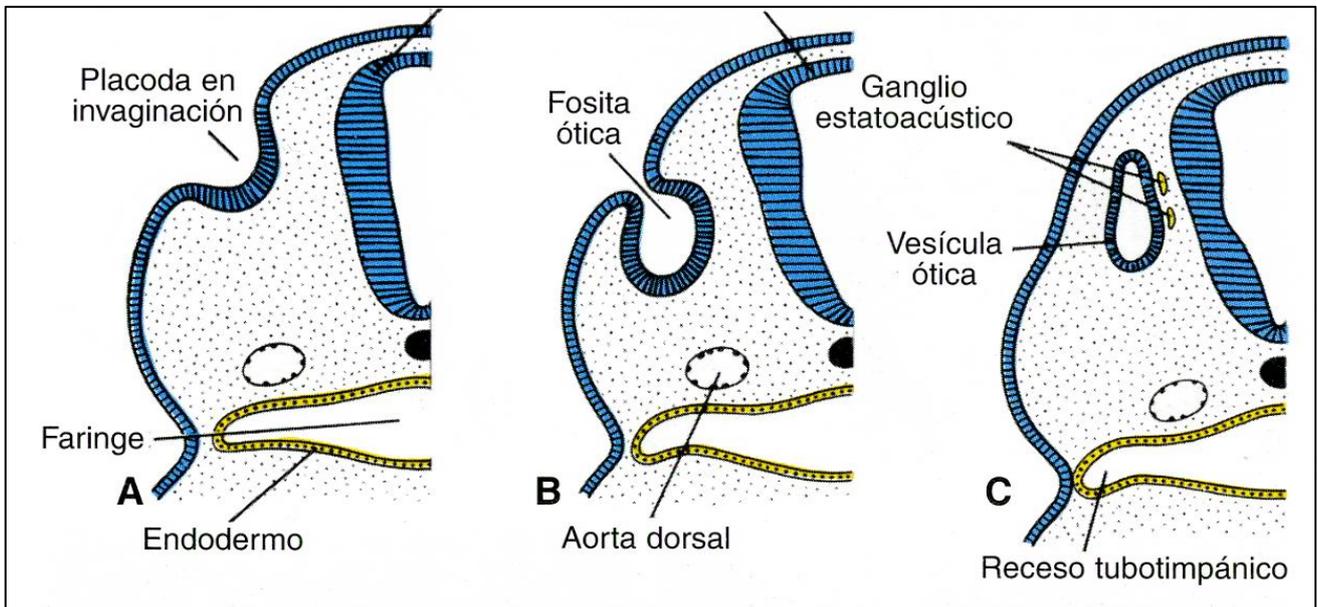
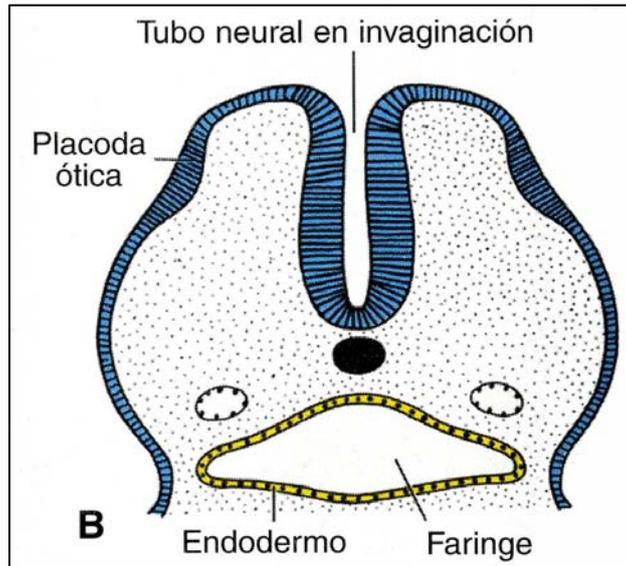
El **oído medio** actúa como un dispositivo de transmisión de las ondas sonoras y de adaptación de impedancias. Cuenta con una cadena ósea formada por tres huesecillos (martillo, yunque y estribo) que conectan la superficie interna de la membrana timpánica con la ventana oval del oído interno. Otros elementos son la cavidad del oído medio (caja del tímpano), la trompa auditiva (trompa de Eustaquio) y la musculatura del oído medio.

El **oído interno** contiene el órgano sensorial primario con función auditiva y del equilibrio, funciones que dependen de cóclea y aparato vestibular. (**Fig. 1**)



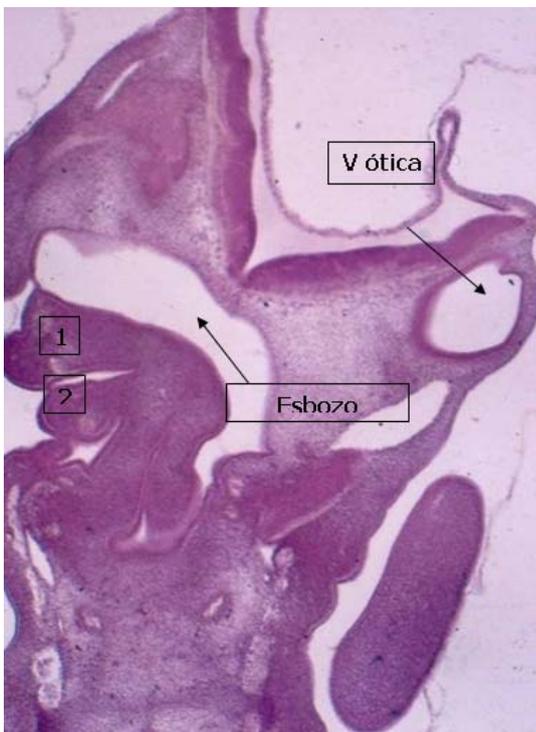
DESARROLLO DEL OIDO INTERNO:

Para que el oído comience su formación se deben dar una serie de fenómenos inductivos previos. El ectodermo superficial sufre tres inducciones, primero por parte de la notocorda, después por el mesodermo paraaxial y la tercera por el romboencéfalo que desarrolla un engrosamiento llamado **placoda o fosita ótica**. (Fig. 2)



Estudios recientes indican que el **FGF-19** producido en el mesodermo paraaxial induce la expresión de **Wnt-8c** en el neuroepitelio del romboencéfalo, el cual a su vez estimula la secreción de **FGF-3** que será el causante a finales de la cuarta semana de desarrollo de la separación e invaginación de la placoda ótica para transformarse en **vesícula ótica u otocisto**.

La vesícula ótica comienza a alargarse, formando dos regiones, una vestibular dorsal y otra coclear ventral. El gen **homeobox Pax-2** está implicado en las etapas iniciales del desarrollo de la vesícula ótica. Si dicho gen no funciona, no tiene lugar la formación de la cóclea ni del ganglio espiral. (**Fig. 3 y 4**)

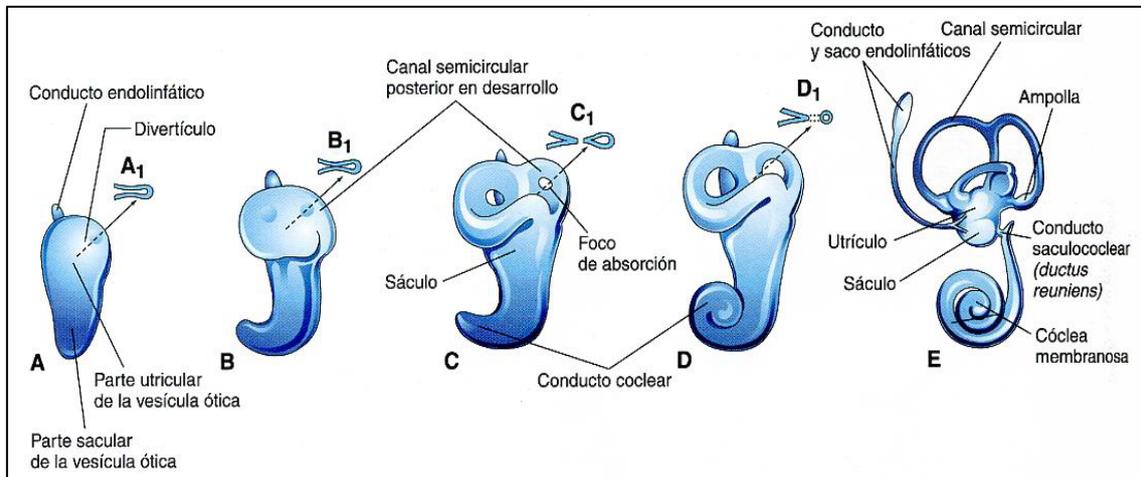


A continuación, la vesícula u otocisto emite una prolongación digitiforme desde la superficie dorsomedial, que constituirá el conducto endolinfático. Es el FGF-3 (secretado por los rombómeros 5 y 6) necesario para el desarrollo normal del **conducto endolinfático**.

En la quinta semana de desarrollo embrionario, aparecen dos pestañas que sobresalen de la porción vestibular del otocisto que presagian la formación de los **conductos semicirculares**. A medida que dichas pestañas se expanden lateralmente, sus paredes epiteliales opuestas se aproximan entre sí, formando una **placoda de fusión**.

Dichas placodas se transformarán en canales, gracias a la muerte celular programada en el área central de fusión epitelial y a la migración de células epiteliales. Los precursores epiteliales de los conductos semicirculares expresan el homeobox del gen del factor de transcripción **Nkx 5-1**, que es necesario para el desarrollo de la porción vestibular dorsal del oído medio.

Para la formación de los **conductos semicirculares** son necesarios factores de transcripción. En ausencia de **Otx-1** no se forma el conducto semicircular lateral y para la formación del anterior y posterior se precisa la expresión del homeobox **Dlx-5**. (**Fig. 5**)

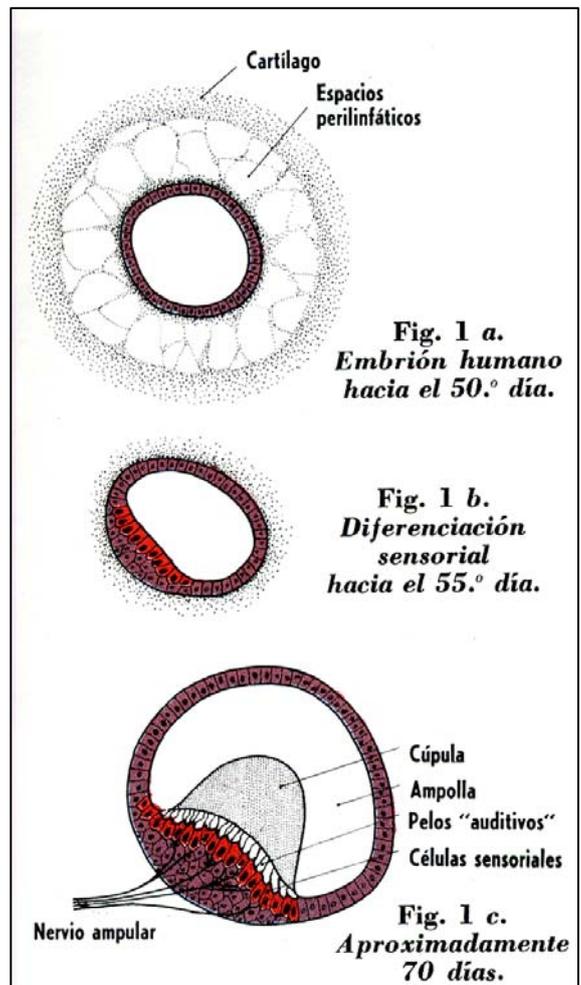


Cuando aparecen los conductos semicirculares, lo hacen como evaginaciones aplanadas de la porción utricular de la vesícula auditiva. Las porciones centrales de la pared de estas evaginaciones eventualmente se adosan y desaparecen, lo que origina los tres conductos semicirculares.

Mientras un extremo de cada conducto se dilata y forma la ampolla, el otro no se ensancha y se denomina rama común no ampular. Sin embargo, dado que dos de los extremos rectos se fusionan, se advierten solamente cinco ramas que penetran en el utrículo: tres con ampolla y dos sin esta dilatación.

Las células de la ampolla forman una cresta, la **cresta ampular**, contiene las células sensitivas relacionadas con el mantenimiento del equilibrio. En las paredes del utrículo y del sáculo aparecen áreas sensitivas semejantes, que aquí se denominan **manchas acústicas**.

Los impulsos generados en las células sensitivas de las crestas y las manchas como consecuencia de un cambio de posición del cuerpo, son conducidos hasta el cerebro por las fibras vestibulares del octavo par craneal. (**Fig. 6**)



El otocisto se estrecha en su punto medio, entre la parte que origina los conductos semicirculares y el origen de la cóclea, formándose el **utrículo y el sáculo**.

Los estatorreceptores (máculas) se desarrollan medialmente por diferenciación del epitelio ectodérmico que tapiza al utrículo y al sáculo, pero en las ampollas de los conductos semicirculares también se forman unos receptores (crestas) similares que responden al movimiento.

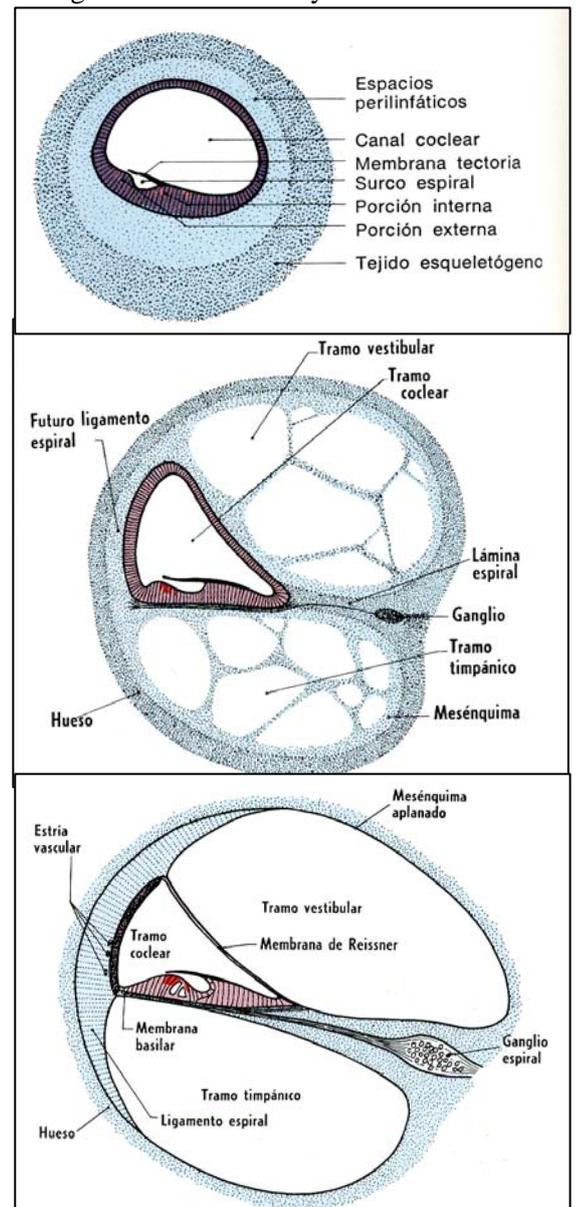
Máculas, se forman a partir del epitelio que tapiza las áreas donde los nervios entran en la pared del sáculo y utrículo. En estas zonas el epitelio se modifica constituyendo una capa pseudoestratificada compleja. Existen dos tipos de células, las sensitivas, que tienen un ribete libre en cepillo, y las de sostén. Las células de sostén secretan una sustancia gelatinosa que forma una membrana almohadillada, la membrana otolítica, que cubre al epitelio modificado y contiene unos depósitos calcáreos superficiales, las otoconias. La diferenciación empieza entre la séptima y la octava semana de la vida fetal. Hacia la décima a duodécima semana se reconocen los tipos celulares distintivos y la membrana otolítica se halla en vías de formación. En los fetos de 14 a 16 semanas las partes individuales de las máculas están bien formadas y son similares a las que se ven en el adulto.

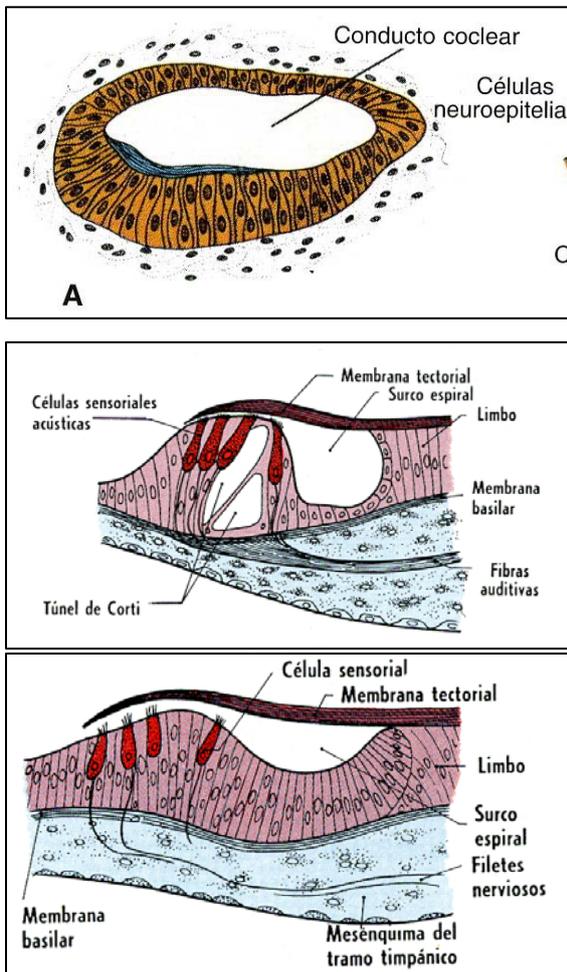
La **cresta** ampular es la porción modificada y elevada del epitelio de una ampolla, dentro de la cual penetran las fibras terminales de un nervio ampular. Aquí el epitelio se eleva, formando un pliegue a modo de cresta, y sus células se modifican de manera similar a la diferenciación que tiene lugar en la mácula. Las crestas ya se disciernen en el feto de 8 semanas como unos montículos. Mientras se produce la diferenciación de la cresta, el tejido mesenquimatoso circundante del feto de 10 semanas se convierte en la pared cartilaginosa del laberinto y en el tejido periódico vacuolado de la etapa de 15 semanas.

Cuando la cresta prácticamente alcanza la estructura y tamaño del adulto en el feto de 23 semanas, se forma la pared capsular en el hueso perióseo y el laberinto periódico queda bien establecido.

La parte ventral o coclear de la vesícula se alarga en forma de espiral hasta dar un total de dos vueltas y media. Se completa la primera vuelta hacia la octava semana, dos vueltas en la décima y el último medio giro en la semana 25. En este momento la conexión del conducto coclear con la porción restante del sáculo se limita a un conducto estrecho, el **ductus reuniens o de Hensen**.

El oído interno (laberinto membranoso) se encuentra englobado por una condensación de mesénquima alrededor del otocisto durante la sexta semana de gestación. El revestimiento del otocisto comienza cuando se produce la inducción del mesénquima circundante por parte del epitelio del otocisto. Esta inducción estimula a las células mesenquimatosas, de origen principalmente mesodérmico, para que se forme una matriz cartilaginosa (esto se inicia alrededor de la octava semana). El cartílago capsular servirá de molde para la formación posterior del laberinto óseo verdadero. La conversión del **laberinto** cartilaginoso en **óseo** tiene lugar entre la 16 y la 23 semanas de gestación. (Fig. 7)





En la décima semana esta corteza cartilaginosa experimenta vacuolización formándose dos espacios perilinfáticos, la **rampa vestibular y la timpánica**. En esta etapa, el conducto coclear queda separado de la rampa vestibular por la **membrana vestibular**, y de la rampa timpánica por la **membrana basilar**. La pared lateral del conducto coclear se mantiene unida al cartílago adyacente por el ligamento espiral, mientras que el ángulo interno está unido y parcialmente sostenido por una larga prolongación cartilaginosa, la columela, el futuro eje del caracol óseo.

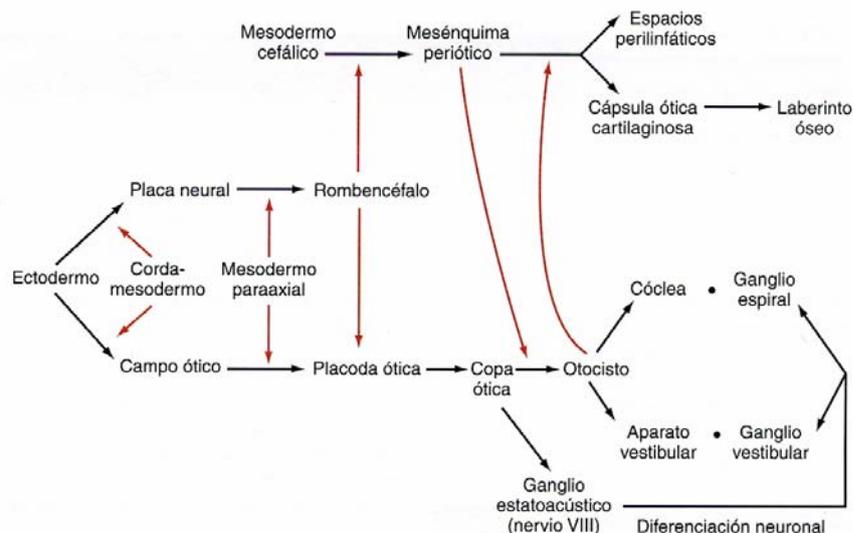
Las células epiteliales del **conducto coclear** son en un principio todas iguales, pero al continuar el desarrollo forman dos crestas: la cresta interna futuro limbo de la lámina espiral, y la cresta externa. Esta última formará una hilera interna y tres o cuatro hileras externas de células ciliadas, que son las células sensitivas del sistema auditivo. Están cubiertas por la **membrana tectoria**, sustancia gelatinosa fibrilar que es llevada por el limbo de la lámina espiral y cuyo extremo se apoya sobre las células ciliadas. Las células sensitivas y la membrana tectoria se llaman en conjunto

órgano de Corti. Los impulsos que recibe este órgano son transmitidos al ganglio espiral y luego al sistema nervioso por las fibras del octavo par craneal o nervio auditivo. (**Fig. 8**)

Las neuronas sensoriales que forman el octavo par craneal (el ganglio estatoacústico) se originan de las células que migran de una parte de la pared medial del otocisto. La parte coclear (ganglio espiral) del octavo par craneal se abre en abanico en estrecha asociación con las células sensoriales (conocidas en conjunto como órgano de Corti) que se desarrollan dentro de la cóclea.

La generación de precursores neuroblásticos sensoriales en el oído interno parece emplear la **vía del gen Notch** para controlar la porción de células epiteliales que se diferencian en neuroblastos y no en células de sostén.

(**Fig. 9**)



DESARROLLO DEL OIDO MEDIO:

La formación del oído medio está estrechamente asociada con el desarrollo del primer y del segundo arcos faríngeos. Tanto la cavidad del oído medio como la trompa auditiva se originan de una expansión de la primera bolsa faríngea denominada surco tubotimpánico. Dicho origen asegura que tanto la cavidad del oído medio como la trompa auditiva estén revestidas por un epitelio de origen endodérmico.

Al final del segundo mes de gestación, el extremo ciego del surco tubotimpánico (primera bolsa faríngea) se aproxima a la porción más interna de la primera hendidura faríngea. Sin embargo, estas dos estructuras todavía se encuentran separadas por una masa mesenquimatosa. Más tarde el epitelio de origen endodérmico del surco tubotimpánico se adosa al ectodermo que reviste la primera hendidura faríngea, aunque ambos siempre están separados por una fina capa mesodérmica. Este complejo, que contiene tejidos procedentes de las tres capas germinales, forma la **membrana timpánica** (tímpano).

Durante la vida fetal se desarrolla el **anillo timpánico**, un hueso en forma de anillo originado a partir de la cresta neural, que servirá de apoyo a la membrana timpánica. Algunos experimentos han demostrado que el anillo timpánico participa activamente en la morfogénesis de la membrana timpánica. En etapas posteriores el anillo timpánico es absorbido por el hueso temporal.

Alrededor de la sexta semana aparece una delgada condensación de mesénquima derivado de la cresta neural, en posición dorsal al final del surco tubotimpánico. De esta condensación, se forman de manera gradual los **huesecillos** del oído medio. (**Fig. 10**) Estos huesecillos, que descansan en un lecho de tejido conjuntivo embrionario muy laxo, se extienden entre la superficie interna de la membrana timpánica y la ventana oval. Aunque la cavidad del oído medio se encuentra rodeada por el hueso temporal en desarrollo, la futura cavidad continúa ocupada por ese tejido mesenquimatoso muy laxo hasta etapas tardías de la gestación. Durante el octavo y noveno mes, la muerte celular programada y otros procesos de reabsorción dejan libre de un modo gradual la cavidad del oído medio, quedando los huesecillos suspendidos en su interior. Incluso en el momento del nacimiento, la permanencia de restos de este tejido conjuntivo en el oído medio puede impedir el libre movimiento de los huesecillos auditivos. Este libre movimiento se adquiere en los dos meses posteriores al parto. La desaparición del tejido conjuntivo de la cavidad del oído medio coincide con la expansión del epitelio de origen endodérmico del surco tubotimpánico, que en última instancia tapiza toda la cavidad. El origen de los huesecillos del oído medio es doble. Los estudios de anatomía comparada indican que se originan del mesénquima derivado de la cresta neural del primer y segundo arco faríngeo.



ORGANOGENÉISIS DE LA CADENA OSICULAR (Fig. 11)

<p>CLASICA Martillo y Yunque derivan el 1er arco braquial Estribo deriva del 2º arco braquial</p>	<p>ACTUALIDAD Martillo y Yunque derivan del 1er y 2º arco braquial Estribo deriva del 2º arco braquial</p>
<p>En ambas teorías la cara laberíntica de la platina se origina del mesénquima de la cápsula ótica.</p>	

Pocos son los trabajos que existen en la literatura acerca de la embriogénesis de las articulaciones de los huesecillos del oído.

Clásicamente se admite que el martillo y el yunque derivan del primer arco faríngeo y el estribo del segundo, excepto de la cara vestibular de la platina estapedial que deriva de la cápsula ótica. BAST (1956), RICHANY (1956) Y HANSON (1962).

El cartílago del primer arco está formado por una parte dorsal, mesenquimatosa, que es el proceso maxilar y otra ventral correspondiente al cartílago de Meckel.

HANSON (1956) apunta que con el desarrollo de estos procesos, maxilar y cartílago de Meckel, sólo persistirán dos pequeñas porciones que son el yunque y el martillo.

Ambos huesecillos, yunque y martillo comienzan como una condensación de células concéntricas en el extremo caudal del cartílago de Meckel, luego se extenderán perpendicularmente al eje del cartílago hacia la cápsula ótica.

La parte más caudal forma el yunque y la rostral el martillo, este último permanece unido al cartílago hasta el quinto mes de desarrollo.

En la parte dorsal entre estos dos huesecillos se sitúa la futura articulación incudo-maleolar.

La parte posterior del esbozo del cartílago del segundo arco o de Reichert, da lugar al estribo, para lo que su parte posterior se interpone entre la cara posterointerna del proceso maxilar y la cápsula ótica cartilaginosa.

En la actualidad las teorías más recientes (ARS, 1989; LOURYAN, 1993; TAKEDA, 1996; WHYTE, 2003) proponen que el martillo y el yunque derivan parcialmente del primer arco y del blastema derivado del cartílago de Reichert paralelo al receso tubotimpánico, mientras que el estribo lo hace del cartílago de Reichert.

Así la cabeza del martillo y el cuerpo del yunque se originan del primer arco. El mango del martillo, la rama larga del yunque y la supraestructura del estribo, con la capa externa de la

platina, derivan del segundo arco, mientras que la capa interna o laberíntica de la platina, se origina del mesénquima de la cápsula ótica, manteniéndose cartilaginosa durante toda la vida. La apófisis anterior del martillo tiene un origen independiente, apareciendo por primera vez como una espícula de hueso membranoso adyacente al martillo y al cartílago de Meckel (RODRIGUEZ, 1991).

HORNA describe como hacia la tercera semana el precartilago del primer arco se une con el segundo para formar el llamado puente interbranquial, a partir del cual se originan los blastemas del martillo y del yunque. Primero se produce un adelgazamiento del puente interbranquial y hacia la quinta semana del desarrollo se pueden observar los primordios del martillo y del yunque.

WHYTE (2003) observa las primeras manifestaciones de los futuros osículos timpánicos en el embrión de 9 mm y están representadas por tres condensaciones (esbozos) interpuestas entre el receso tubotimpánico y el conducto auditivo externo e inmersas en el seno de un mesénquima que se acumula entorno a los dos primeros arcos faríngeos. Las células mesenquimatosas de los esbozos se diferencian en condroblastos en los embriones de 14mm, 15mm y 16mm.

En los embriones de 21mm y 24mm (7 semanas) y embriones de 30mm, 34mm y 36mm (8 semanas), los blastemas precartilaginosos de los tres osículos se han diferenciado en tejido cartilaginoso.

En el embrión de 30mm destaca la aparición del llamado “os goniale”, futura apófisis anterior del martillo, la cual se desarrolla con independencia del cartílago de Meckel, se sitúa en una posición mediocaudal con respecto a este cartílago y se forma por medio de osificación membranosa.

Al final de la octava semana, embrión de 36mm, los huesecillos timpánicos presentan su forma definitiva al haber fusionado sus distintas partes.

BASTIN Y TRAN BA HUY (1996) describen como los tres huesecillos poseen características comunes:

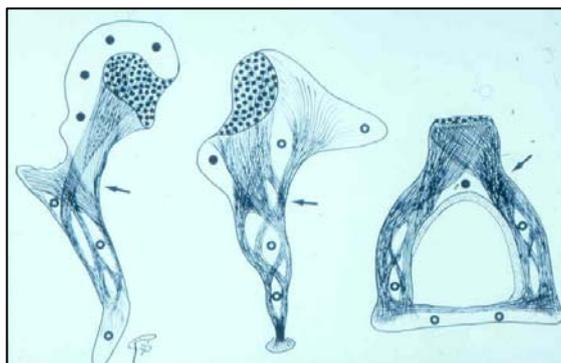
- 1.- Son los primeros huesos del organismo que se osifican y llegan a su talla adulta en el feto.
- 2.- Desde el comienzo la forma de cada uno de los osículos primordiales, sugiere en proporciones diminutas la forma del hueso adulto al que dará origen.
- 3.- Cada huesecillo se osifica desde un centro único, aunque este hecho no es exacto para el martillo y el estribo.
- 4.- Todos ellos conservan cartílago en sus superficies articulares (incudo-maleolar e incudo-estapedial) así como en las superficies pseudoarticulares (base estapedial, cara medial de la rama corta del yunque y manubrio del martillo)

WHYTE (2003) resume en su trabajo sobre la organización de la cadena osicular timpánica a lo largo de su ontogenia, como los osículos se desarrollan por osificación endcondral con excepción de la apófisis anterior del martillo que lo hace por osificación membranosa. En su ontogenia se observan seis estadios:

- 1.- En el primero se produce la formación de sus esbozos por condensación del mesénquima.
- 2.- En el segundo “precartilaginoso” las células de los primordios se diferencian en condroblastos.
- 3.- En el tercero “cartilaginoso” los osículos presentan una estructura cartilaginosa.
- 4.- En el cuarto se forman los centros de osificación primarios, en el quinto aparecen en los osículos el collar perióstico y en su interior hueso endocondral.
- 5.- En el último y quinto estadio el tejido óseo se va extendiendo progresivamente hasta adquirir una estructura ósea compacta.

Por último la característica general de los osículos es que permanecen incluidos en el mesénquima hasta el octavo mes, cuando el tejido circundante se disgrega y el revestimiento epitelial endodérmico de la cavidad timpánica primitiva se extiende gradualmente.

DESARROLLO DE LAS ARTICULACIONES DE LA CADENA OSICULAR (Fig. 12)



La ontogenia de la articulación incudo-maleolar ha sido estudiada por RICHANY (1954), que en el embrión de 28mm ve totalmente independiente el martillo y el yunque en la zona de su articulación. En el embrión de 100mm el espacio donde se situará la futura cavidad articular aumenta considerablemente.

LOURNAY (1993) observó en el embrión de 27,5mm una interzona articular bien definida. CASTELLOTE (1997) observa cómo en el embrión de 120mm, se aprecian las superficies articulares que dejan la interlínea articular bien visible formando la futura diartrosis en encaje recíproco clásicamente admitida. Es de destacar la delgadez de la cápsula articular, cuyo grosor no es uniforme a lo largo de su perímetro ya en esta época, coincidiendo su zona más débil con la intersección del futuro menisco, que no se ve todavía en esta etapa del desarrollo. Este autor destaca como dato estructural de interés que en esta fase del desarrollo y siguientes, las fibras colágenas que constituyen la cápsula articular de la articulación incudo-maleolar, se atan en la placa cartilaginosa de las epífisis y muy escasamente en la porción ósea de las mismas.

Con respecto a la ontogenia de la articulación incudo-estapedial, RICHANY (1954) observó cómo las extremidades de la rama larga del yunque y de la cabeza del estribo, próximas a la articulación, retrasan su desarrollo siendo dicha zona totalmente cartilaginosa en el embrión de 40mm.

CASTELLOTE (1997) no está de acuerdo al incluir en dicha articulación como una enartrosis ya que en lo que respecta a su ontogenia, esta articulación se mostró en todo momento como una artrodia.

HORNA (1990) sugiere cómo, cuando la base del estribo ha alcanzado su estado adulto, el mesénquima del borde de la ventana oval se convierte en tejido fibroso elástico, mediante un proceso de desdiferenciación, que se ciñe a la base del estribo y se une al borde de la ventana oval configurando la articulación estapedio-vestibular.

En embriología comparada, la morfogénesis, desarrollo y crecimiento de las articulaciones de los osículos han sido estudiadas por NAKANISHI (1990) y OKAMURA (1993) quienes no observan formación de interzonas en la articulación estapedio-vestibular; MADURA (1987), ve como la platina tiene una estructura bilaminar. Para NISHIZAKI (1997), cuando se compara el desarrollo del oído medio de las aves y de ratones, éstos son muy similares al humano, salvo en la presencia de la arteria estapedia que en el humano es un vestigio y en el ratón persiste como un vaso importante.

El desarrollo de las articulaciones de la cadena osicular en embriones y fetos humanos es estudiado por WHYTE y GONZALEZ (2002) llegando a las siguientes conclusiones: la articulación incudo-maleolar exhibe las características de una diartrosis en “encaje recíproco”, presenta:

- Una interzona homogénea a las 7 semanas de desarrollo
- Una interzona trilaminar a las 8 semanas
- Los primeros signos de cavitación a las 9 semanas

- La presencia de una cavidad a las 10 semanas
- La presencia de cartílago hialino que recubre las superficies articulares se observa a partir de las 20 semanas de desarrollo.

La articulación incudo-estapedial tiene las características típicas de una diartrosis tipo enartrosis. Presenta una interzona homogénea a las 7 semanas manteniéndose hasta las 12 semanas, y no completa su cavitación hasta las 16 semanas de desarrollo. La presencia de un cartílago hialino en sus superficies la hemos observado a partir de las 29 semanas.

La articulación estapedio-vestibular tiene características de una sindesmosis. El primordio del rodete anular deriva de la diferenciación del cartílago, tanto de la platina del estribo como de la cápsula ótica que la rodea, el mesénquima y su posterior transformación a tejido fibroso, alcanzando sus características definitivas a partir de las 12 semanas.

Estos mismos autores estudian al desarrollo de la pseudoarticulación del mango del martillo con la membrana del tímpano, observando varias etapas en su ontogenia. En la primera el mango se adhiere íntimamente al mesénquima de la membrana del tímpano primitiva, en la segunda dicho mesénquima se hace laxo y en él aparecen capilares, en la tercera aparecen fibras de colágeno de disposición radial, y en la cuarta el ahuecamiento del tapón meatal da independencia a la membrana del tímpano del conducto auditivo externo.

La porción distal del mango, incluida en la membrana del tímpano, permanece con una estructura cartilaginosa. Las fibras de colágeno a nivel del umbo rodean al extremo terminal del mango mientras que en el resto de él lo hacen solamente en su arista anterior.

MÚSCULOS MOTORES:

La transmisión del sonido a lo largo del oído medio está modulada por la acción de dos músculos en esa zona.

El **músculo tensor del tímpano**, que se inserta en el martillo, deriva del mesoderma del primer arco y es innervado por el nervio trigémino (V).

Ocupa un conducto óseo situado en la pared laberíntica de la cavidad timpánica. Se origina en el extremo posterior de la pared superior del cartílago de la trompa auditiva, entre el hueso temporal y el ala mayor del esfenoides y en las paredes del conducto óseo donde está situado.

Este músculo termina en un tendón delgado que atraviesa la cavidad timpánica, sale por el llamado “pico de cuchara” y se inserta en la parte superior del manubrio del martillo.

Este músculo tracciona medialmente del manubrio y tensa la membrana timpánica, al mismo tiempo la cabeza del martillo bascula lateralmente, llevándose consigo el cuerpo del yunque que con su rama larga hunde el estribo en la fosita de la ventana vestibular.

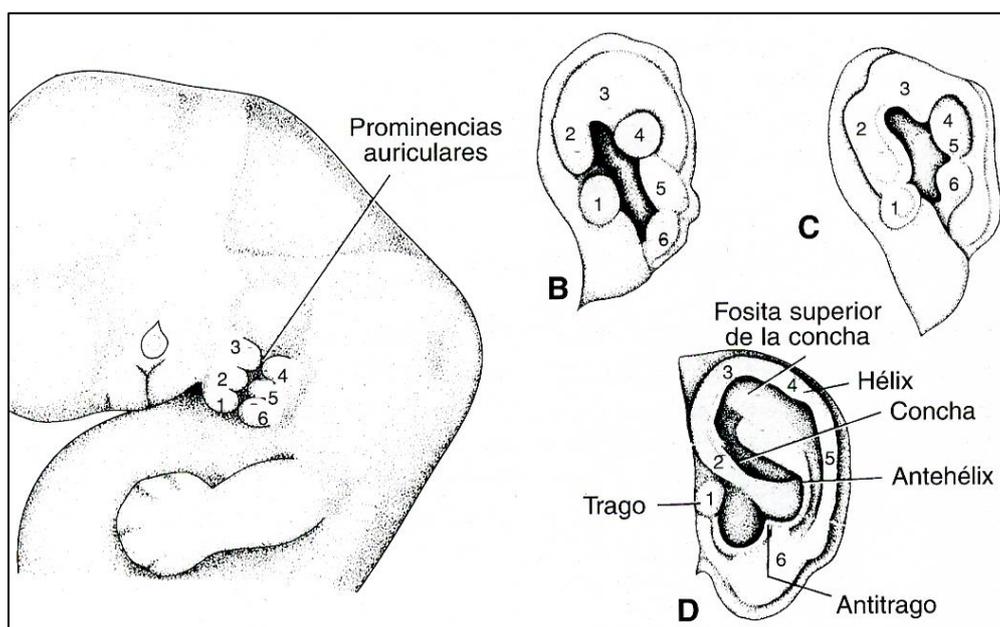
El **músculo estapedio**, asociado al estribo, se origina a partir del segundo arco y es innervado por el nervio facial (VII), que inerva las estructuras derivadas de dicho arco.

Se encuentra situado en un conducto óseo excavado en el espesor de la pared mastoidea de la caja del tímpano, este conducto del músculo estapedio o conducto de la eminencia piramidal, se localiza cerca de la segunda porción del acueducto del nervio facial. Termina en un vértice con orificio (pirámide) por donde sale el tendón muy delgado que se inserta en el lado posterior de la cabeza del estribo.

La acción del músculo estapedio es contraria a la del músculo del martillo. Atrae el estribo hacia detrás y lateralmente, con lo que provoca el movimiento lateral de la rama larga del yunque. El cuerpo del yunque bascula medialmente junto con la cabeza del martillo, mientras que el manubrio del martillo se dirige lateralmente.

DESARROLLO DEL OÍDO EXTERNO:

El oído externo (pabellón) deriva de tejido mesenquimatoso del primer y segundo arco faríngeo, que flanquean a la primera hendidura faríngea (hiomandibular). Durante el segundo mes, a cada lado de la primera hendidura faríngea comienzan a desarrollarse tres masas nodulares de mesénquima (**tubérculos auriculares**). Los tubérculos auriculares se agrandan de manera asimétrica hasta coalescer en una estructura reconocible como el oído externo. Durante su formación, los pabellones auriculares se desplazan desde la base del cuello hasta su localización normal en el adulto a ambos lados de la cabeza. Debido a su estrecha relación con los arcos faríngeos y a la complejidad de su origen, el oído externo es un indicador sensible de un desarrollo anómalo de la región faríngea. Otras alteraciones del primer y segundo arcos faríngeos están acompañados a menudo de deformidades o localizaciones anómalas de los pabellones auriculares. (**Fig. 13**)



El meato auditivo externo toma toda su forma al final del segundo mes, a partir de una invaginación de la primera hendidura faríngea. A principios del tercer mes, el epitelio ectodérmico del meato en desarrollo comienza a proliferar, formando una masa sólida de células epiteliales denominada tapón meatal. En las últimas etapas del período fetal (alrededor de la semana 28) se forma un canal en el interior del **tapón meatal**, que extiende el meato auditivo externo existente hasta el nivel de la membrana timpánica. El desarrollo del oído externo y del meato auditivo externo es muy sensible a la acción de ciertos fármacos. La exposición a agentes como la estreptomycin, la talidomida y los salicilatos durante el primer trimestre puede provocar agenesia o atresia de ambas estructuras. La morfología normal del pabellón auditivo es muy variada, debido a los múltiples orígenes de sus componentes. Entre las variaciones se incluyen malformaciones evidentes, como los apéndices o senos auriculares. Muchas malformaciones del oído externo no presentan repercusiones funcionales significativas, pero se asocian con otras anomalías del desarrollo, como malformaciones renales y de los arcos branquiales.

BIBLIOGRAFÍA:

BRUCE M. CARLSON. *Human Embryology and Developmental Biology*, 3rd edition. Ed. Elsevier-Mosby 2005:306-312. Saint Louis.

WHYTE J, CISNEROS A, URIETA J, YUS C, GAÑET J, TORRES A, SARRAT R. *Peculiaridades en la organización de la cadena osicular timpánica humana a lo largo de su ontogenia*. Acta Otorrinolaringol Esp 2003; 54:1-10.

WHYTE J, GONZALEZ L, CISNEROS A, GAÑET J, Y US C, AZUA J, TORRES A, SARRAT R. *Contribución al desarrollo de la unión del mango del martillo y la membrana del tímpano en fetos humanos*. Acta Otorrinolaringol Esp 2002; 53:73-78.

WILLI UB, FERRAZIZINI MA, HUBER AM. *The incudo-malleolar joint and sound transmission losses*. Hear Res 2002; 174:32-44.

WHYTE J, GONZALEZ L, CISNEROS A, YUS C, TORRES A, SARRAT R. *Fetal development of the human tympanic ossicular chain articulations*. Cells Tissues Organs 2002; 171:241-249.

GIMÉNEZ BLASCO I: *Desarrollo de las articulaciones de la cadena osicular timpánica: articulación incudomaleolar*. Tesina de licenciatura 2007:12-21.

BASTIAN D et TRAN-BA HUY P: *Organogenèse de l'oreille moyenne*. Encycl Méd Chir, Paris, ORL. 1996; 2005 A 30,4-12.

MOORE K, PERSAUD TVN: *Embriología Clínica*, 6th ed. México D.F., McGraw-Hill Interamericana, 1999.

O'RAHILLY R y MULLER F: *Embriología y Teratología Humanas*. Barcelona, Ed MASSON, 1998.

GRAY H. Anatomía, Tomo II. Williams, P.L. & Warwick, R. (eds.). Barcelona, Ed. Salvat. 1985.

PALABRAS CLAVE:

- Vesícula ótica u otocisto
- Utrículo y sáculo
- Conductos semicirculares
- Órgano de Corti
- Membrana Timpánica
- Cadena Osicular
- Músculos Tensor del Tímpano y Estapedio
- Tubérculos auriculares