

Origen de los osículos timpánicos humanos

Embriologic origin of human tympanic ossicula

RESUMEN

Se ha estudiado en un embrión humano de 24 mm cráneo-caudal el origen de los osículos timpánicos humanos. Estos se desarrollan en el mesénquima de los dos primeros arcos faríngeos. La cabeza del martillo, el cuerpo y la apófisis corta del yunque se originan del primer arco mientras que el mango del martillo, la apófisis larga del yunque y la masa del estribo proceden del segundo. La lámina laberíntica de la platina se desarrolla en la cápsula ótica.

PALABRAS CLAVE:

Ontogenesis, Osículos Timpánicos, Embrion Humano.

SUMMARY

The origin of human tympanic ossicular chain was studied in a 24 mm length human embryo. The ossicles develop into the mesenchyme that includes the first and the second pharyngeal arches. The head of the malleus, the body and the short limb of the incus are originated from the first arch, meanwhile the manubrium of the malleus, the long limb of the incus and the body of the stapes are originated from the second one. The laberymtic plate from the platine are developed from the otic capsula.

KEY WORDS:

Ontogeny, Tympanic Ossicles, Human Embryon.

Introducción

Es clásico aceptar cómo el martillo y el yunque derivan del mesénquima del primer arco branquial, mientras que se considera que el estribo deriva del segundo, a excepción de la cara vestibular de la platina que deriva de la cápsula ótica.

El cartílago del primer arco está formado por 2 porciones: dorsal y ventral. En la parte dorsal se aísla una masa mesenquimatosa, el proceso maxilar. La parte ventral corresponde al cartílago de Meckel. HANSON 1959 (1) apunta que en el curso del desarrollo ambas porciones experimentarán un proceso de regresión y desaparición, excepto 2 pequeñas porciones que persisten en los extremos dorsales de ambas, y que formarán respectivamente el yunque y el martillo.

La parte posterior del cartílago del segundo arco o de Reichert, da lugar a la formación del estribo. Para ello la parte dorsal de este cartílago se interpone entre la cara póstero-interna del proceso maxilar y la cápsula ótica cartilaginosa.

En la actualidad las teorías más recientes ARS 1989 (2) y LOURYAN 1993 (3) proponen que el martillo y el yunque derivan parcialmente del primer arco (Meckel) y del blastema derivado del cartílago de Reichert paralelo al receso tubotimpánico, mientras que la superestructura del estribo lo hace del cartílago de Reichert.

Material y Métodos

Se estudió un embrión humano de 24 mm de longitud cráneo-caudal (7 semanas) procedente de un aborto espontáneo. El objetivo era estudiar el origen de los distintos componentes de los osículos timpánicos

El embrión se fijó en formol al 10%, se deshidrató en alcoholes a concentraciones progresivamente crecientes, se incluyó en parafina, y fue cortado con un microtomo LEITZ en serie a 7 µm. en sentido sagital. Finalmente fue teñido con la técnica de Tricómico de Martins.

Resultados

En el embrión de 24 mm (Fig. 1) hemos observado cómo los tres osículos (martillo, yunque y estribo), presentan una estructura cartilaginosa a base de condrocitos de núcleo elipsoideo que se disponen laxamente, uniéndose unos y otros a través de delicadas e invisibles prolongaciones que forman un retículo. El cartílago está delimitado y separado del mesénquima circundante por una capa delgada fibrosa de pericondrio caracterizada por estar constituida por tejido conectivo denso. Los osículos están separados en la zona articular por una interzona de mesénquima condensado, cuyas células indiferenciadas son muy homogéneas. Esta interzona dará lugar a las articulaciones incudomaleolar e incudo-estapedial.

Los cortes seriados nos han permitido establecer claramente el origen de los osículos. Nótese en la figura (a) cómo la cabeza, cuello y apófisis externa del martillo y cuerpo del yunque derivan del mesénquima del primer arco faríngeo (cartílago de Meckel), y como el mango del martillo, la apófisis vertical del yunque y la superestructura del estribo lo hacen del segundo arco (cartílago de Reichert), figura (b, c y d).

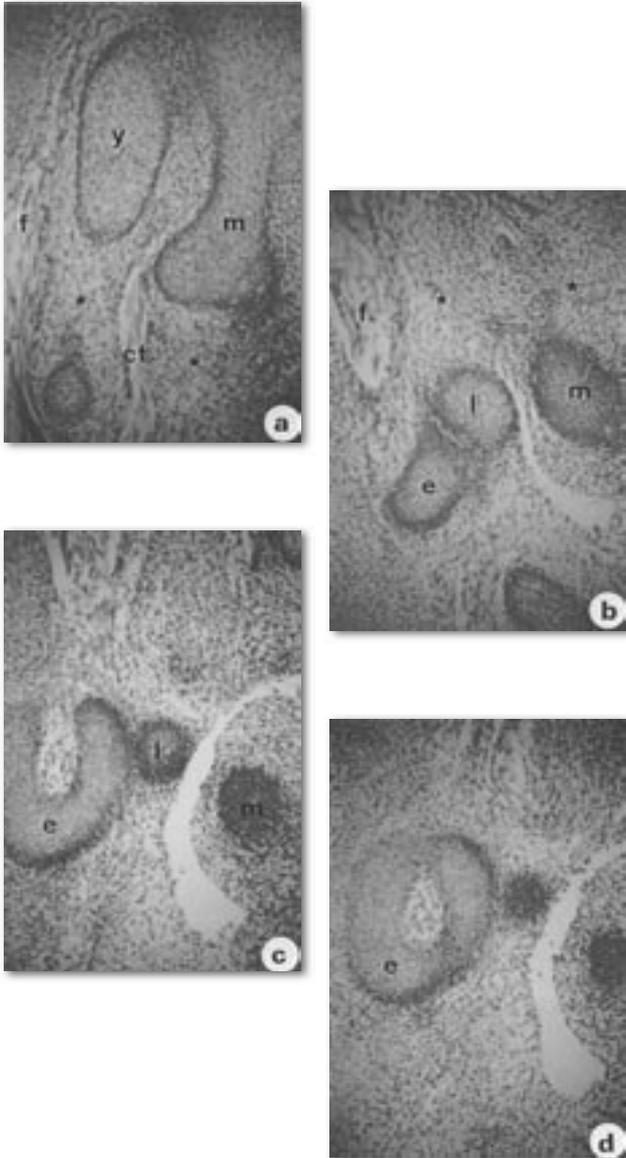


Fig.1: Embrión Humano de 24 mm.

Nótese en cortes sagitales seriados el origen de los osículos timpánicos y cómo en su formación intervienen los dos primeros arcos faríngeos.

En (a) cómo la cabeza del martillo (m) y el cuerpo del yunque (y) con estructura cartilaginosa se originan del mesénquima del primer arco.

En (b, c y d) cómo el estribo (e), la apófisis lenticular del yunque (l) y el mango del martillo (m) se originan del segundo arco.

*Separando los modelos cartilagosos de los osículos derivados del primer y segundo arco faríngeo se interpone mesénquima (**). Facial (f), Cuerda del Tímpano (ct)*

Técnica del Tricómico de Martins 10x respectivamente.

Destacamos cómo los derivados cartilaginosos del primer y segundo arco faríngeo se desarrollan en dos amplias bandas paralelas entre sí y separadas por mesénquima de aspecto reticular (**). Es importante observar en la iconografía que dicho mesénquima marca de forma muy manifiesta las diferentes partes de los osículos provenientes de los distintos arcos.

Discusión

En cuanto al origen de los osículos timpánicos existen dos hipótesis. La primera defiende cómo el martillo y el yunque derivan del primer arco faríngeo, y el estribo del segundo arco. La segunda sugiere que parte del martillo (cabeza) y del yunque (cuerpo) se originan en el primer arco, mientras que el mango del martillo, la rama vertical del yunque y gran parte del estribo (superestructura) se originan del segundo arco. En ambas teorías la cara laberíntica de la platina se origina del mesénquima de la cápsula ótica.

Nuestras observaciones en el embrión humano de 24 mm muestran cómo los osículos se desarrollan en dos amplias bandas independientes y paralelas separadas entre sí por el mesénquima que rellena la caja del tímpano. En la banda craneal unidos al cartílago de Meckel hemos observado la futura cabeza del martillo y el cuerpo del yunque, en la banda caudal se aprecia con claridad la apófisis lenticular y la cabeza del estribo ambas separadas por una interlínea muy homogénea, por delante de la articulación incudo-estapedial, el receso tubo-timpánico y el futuro manubrio del martillo. Estas observaciones contradicen los trabajos clásicos de BAST y ANSON 1949 (4) sobre el origen de los osículos que todavía son citados en tratados de Embriología de ediciones recientes: MOORE y PERSAUD 1999 (5), LANGMAN 2001(6), LARSEN 2002 (7).

Esta hipótesis del doble de los osículos es ratificada por McPHEE y VAN de WALTER (8) basándose en datos patológicos provenientes de pacientes con malformaciones de la cadena osicular timpánica.

En el plano experimental, actualmente se está estudiando cómo el origen de los componentes esqueléticos del oído medio derivan de la cresta neural craneal LE DOURAIN, 1993 (9). Las células migran en corrientes difusas a través del mesénquima craneal para alcanzar los arcos faríngeos.

Los estudios filogénicos en aves NODEN 1984 (10), NOVACEK 1993 (11), indican una especificidad muy marcada en la relación entre los orígenes de la cresta neural en el rombómero, y su destino final dentro de los arcos faríngeos y la expresión de ciertos productos de los genes.

El anillo timpánico se desarrolla desde el cerebro medio y la cresta neural rombómero 1. El martillo derivará desde el cerebro medio y la cresta neural rombómero 1 y 2. El yunque desde los rombómeros 1 y 2. El estribo derivará del rombómero 4.

Aunque estos autores no están completamente seguros sobre la precisión de esta extrapolación a la especie humana, hay algunos datos experimentales que sugieren que podrían ser válidos. Los trabajos de WEBSTER 1986 (12), PRATT 1987 (13) y MALLO 1997 (14) han descrito una gran variedad de malformaciones de oído por un comportamiento defectuoso de la cresta neural, lo que indica que estas células contribuyen a la formación de los elementos esqueléticos del oído medio.

A todo esto tenemos que sumar las investigaciones comparativas de la migración de la cresta neural en embriones de aves y roedores. LUMSDEN 1991 (15) y OSUMI-YAMASHITA 1994 (16) han demostrado que se comportan de forma muy similar y que los arcos faríngeos están poblados por células de la cresta neural que han surgido desde las mismas áreas rostrocaudales del cerebro en desarrollo. Incluso se ha postulado que los huesecillos del oído se desarrollan desde regiones similares en aves y mamíferos KONTGES 1996 (17).

Aunque en un primer momento se pensó que el origen de la cápsula ótica es mesodérmico CAULDWELL 1942 (18); los experimentos descritos han demostrado que parte de la cápsula ótica deriva de la cresta neural. Este área se localiza en la zona de la ventana oval y se piensa que la platina estapedial podría tener origen en la cresta neural. Esta posibilidad está apoyada por los experimentos de MALLO (14) en los que la interferencia con la cresta neural en estadios concretos producen fallo en la platina estapedial.

De acuerdo con todos estos datos y de forma algo artificial, las primeras células de la cresta neural que emigran son las destinadas a la cabeza del martillo, y las segundas al cuerpo del yunque; las siguientes en emigrar contribuyen a la platina del estribo. A continuación lo hacen las destinadas al mango del martillo y al anillo timpánico, seguidas de las que contribuyen al arco estapedial y al cuello del martillo, y por último las destinadas a formar el proceso largo del yunque.

Bibliografía

1. Hanson J, Anson B, Bast TH. The early embryology of the auditory ossicles in man. *Q Bull Northw Univ Med Sch* 1959; 33: 358-379.
2. Ars B. Organogenesis of the middle ear structures. *J Laryngol Otol* 1989; 103: 16-21.
3. Louryan S. Le development des osselet de l'ouïe chez l'embryon humain: correlations avec les donnees recueillies chez la souris. *Bulletin de l'Association des Anatomista* 1993; 236: 29-32.
4. Bast TH, Anson BJ. The temporal bone and the ear. Vol 1 Springfield, Charles C Thomas Edit, 1949.
5. Moore K, Persaud Tvn. *Embriología Clínica*. 6 Ed. McGraw-Hill Interamericana 1999.
6. Langman J. *Embriología médica*. 8 Ed. Panamericana. 2001.

7. Larsen W. *Embriología Humana*. 3 Ed. Elsevier Science. 2002
8. McPhee JR, VAN De WATER TR. Structural and funtional development of the ear. En Jahn AF, Santos-Sanchi J, eds: *Physiology of the ear*, Nueva York 1988; 221-242.
9. Le Douarin NM, Ziller C, Couly GF. Patterning of neural crest derivatives in the avian embryo. In vivo and in vitro. *Dev Biol* 1993; 159: 24-49.
10. Noden DM. The role of the neural crest in patterning of avian cranial skeletal, connective, and muscle tissues. *Dev Biol* 1983; 96: 144-165.
11. Novacek MJ. Patterns of diversity in the mammalian skull. In the *Skull*. Vol 2 Eds Hanken and BK Hall. University of Chicago Press.1993; 438-545.
12. Webster WS, Johnston MC, Lammer EJ, Sulik KK. Isotretinoin embryopathy and the cranial neural crest: an in vivo and vitro study. *J Craniofac Genet Dev Biol* 1986; 6: 211-222.
13. Pratt RM, Goulding EH, Abbott BD. Retinoic acid inhibits migration of cranial neural crest cells in the cultured mouse embryo. *J Craniofac Genet Dev Biol* 1987; 7: 205-217.
14. Mallo M, Brandlin I. Segmental identity can change independently in the hidbrain and rhombencephalic neural crest. *Dev Dynamics* 1997; 210: 146-156.
15. Lumsden A, Sprawson N, Graham A. Segmental origin and migration of the neural crest cells in the hindbrain region of the chick embryo. *Development* 1991; 113: 1281-1291.
16. Osumi-Yamashita N, Ninomiya Y, Doi H, Eto K. The contribution of both forebrain and midbrain crest cells to the mesenchyme in the frontonasal mass of mouse embryos. *Dev Biol* 1994; 164: 409-419.
17. Kontges G, Lumsden A. Rhombencephalic neural crest segmentation is preserved throughout craniofacial ontogeny. *Development* 1996; 122: 3229-3242.
18. Cauldwell EW, Anson BJ. Stapes, fissula ante Fenestram and associated structures in man. III. From Embryos 6,7 to 50 mm in Length. *Ach Otolaryng* 1942; 36: 891-925.

Correspondencia

Dr. J. Gañet Solé
Paseo Ruiseñores, 16
50006 ZARAGOZA