



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO O.D.
SECRETARIA DE SALUD

“COMPARACION DE POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS DE
TALLO CEREBRAL EN NIÑOS HIPOACUSICOS CON Y SIN FACTORES DE RIESGO”

TESIS DE POSGRADO
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:
MEDICO ESPECIALISTA EN COMUNICACIÓN
AUDIOLOGIA Y FONIATRIA
P R E S E N T A
DRA. JENNY FUENTES ZARAGOZA



DIRECTOR DE TESIS: DR. PEDRO BERRUECOS VILLALOBOS
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACION
EN COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRIA.
JEFE DEL SERVICIO DE AUDIOLOGIA Y FONIATRIA

MÉXICO, D.F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

**A mi familia
A mis maestros
Al Hospital General de México**

COMPARACION DE POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS DE TALLO CEREBRAL EN NIÑOS HIPOACUSICOS CON Y SIN FACTORES DE RIESGO

INDICE

1.- RESUMEN ESTRUCTURADO	
1.1 Introducción.....	4
1.2 Justificación.....	4
1.3 Hipótesis.....	4
1.4 Objetivos y definición de variables.....	5
1.5 Tipo de estudio, aspectos éticos, material y pacientes.....	5
1.6 Criterios de Inclusión y Exclusión, Procedimientos.....	7
1.7 Resumen de Resultados.....	8
2.- ANTECEDENTES	
2.1 Valoración auditiva.....	8
2.2 Definición de hipoacusia y tipos de hipoacusia.....	9
2.3 Conceptos Anatomofisiológicos.....	11
2.4 Aspectos epidemiológicos.....	36
2.5 Identificación, diagnóstico y Rehabilitación temprana.....	37
3.- BASES Y APLICACIONES CLINICAS DE LOS POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS DE TALLO CEREBRAL	
3.1 Introducción.....	39
3.2 Características de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral..	39
3.3 Potenciales Evocados auditivos en pacientes pediátricos.....	43
3.4 Instrumentación electroacústica y Procedimiento para el registro.....	44
3.5 Ventajas de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral.....	45
4.- RESULTADOS Y ANALISIS ESTADISTICO.....	45
5.- DISCUSION.....	48
6.- CONCLUSIONES.....	49
ANEXOS.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	52

1.- RESUMEN ESTRUCTURADO

1.1 Introducción

La importancia del sentido de la audición en el desarrollo del niño reside en que se trata de la vía habitual para adquirir el lenguaje. Además, el desarrollo del lenguaje además de ser el medio fundamental para la comunicación lingüística, tiene una relación directa con el desarrollo psicológico y con los procesos de socialización del niño.

El diagnóstico y la intervención tempranas, han demostrado ser factores decisivos para el exitoso aprendizaje del lenguaje en el niño.

Una vez hecho el diagnóstico audiológico, es imprescindible la monitorización audiológica y educativa continua.

No existe sustituto de la audición normal. Sin embargo, los niños que reciben una rehabilitación oportuna demuestran un desarrollo del lenguaje oral y de la capacidad escolar, social y cognoscitiva comparable al de los niños normoyentes.

1.1 Justificación

La pérdida del sentido de la audición es la alteración sensorial más común en humanos. Uno de cada 1000 nacidos vivos presentan este problema que cuando no es objeto de un tratamiento oportuno determina severas alteraciones y retraso en la adquisición del lenguaje.

La mitad de los casos de sordera congénita se atribuye a factores genéticos. De estos un 70% se clasifican como no sindrómicos y la forma de transmisión autosómica recesiva es la más frecuente.

Otro grupo de grandes causas que ocasiona sordera en los niños son las lesiones que se presentan en el momento de nacer. El factor etiológico específico puede presentarse inmediatamente antes del parto, durante el mismo o inmediatamente después. Los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de hipoacusia comprenden traumatismos, hipoxia, prematurez, hiperbilirrubinemia e infecciones perinatales.

1.3 Hipótesis

Ho: El tiempo de las latencias absolutas es igual en niños hipoacúsicos con factores de riesgo que en niños hipoacúsicos sin esos factores.

H1: El tiempo de las latencias absolutas es mayor en niños hipoacúsicos con factores de riesgo que en niños hipoacúsicos sin esos factores.

1.4 Objetivos

Objetivos

1. Determinar las características de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral en niños hipoacúsicos de 2 a 5 años de edad con y sin factores de riesgo.
2. Comparar si existen diferencias entre ambos grupos.
3. Corroborar lo descrito en la literatura universal acerca del comportamiento de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral en estos grupos de niños.

Definición de Variables

Objetivos

1. Determinar las características de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral en niños hipoacúsicos de 2 a 5 años de edad con y sin factores de riesgo.
2. Comparar si existen diferencias entre ambos grupos.
3. Corroborar lo descrito en la literatura universal acerca del comportamiento de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral en estos grupos de niños.

Variables

Variable Independiente: La variable independiente es el grupo de factores de riesgo que presentan los niños hipoacúsicos en el estudio.

Variable Dependiente: La variable dependiente es el resultado de los Potenciales Evocados Auditivos en niños hipoacúsicos con y sin factores de riesgo.

1.5 Tipo de Estudio, Aspectos éticos, Material y Pacientes

Tipo de Estudio

Se trata de un estudio transversal, retrospectivo, no experimental y explicativo.

Aspectos éticos

Debido a que la realización de Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral es un estudio no invasivo y de corta duración no requiere de consentimiento informado por escrito.

Se les informo a las madres de los niños de qué se trataba el estudio, en que consistía y para qué se debía hacer la limpieza en la zona de colocación de los electrodos y cuales eran los objetivos del estudio en sus hijos.

Material y Pacientes

Timpanometro marca Interacoustics modelo Audioteest 425.

Equipo de Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral marca Interacoustics modelo Eclipse, versión AUD625, pasta abrasiva y conductora, electrodos y audifonos de inserción (Fig. 1).



Fig. No 1. Timpanometro Audiotest 425 y Equipo de Potenciales Evocados Auditivos Eclipse AUD 625

Se realizaron Potenciales Evocados Auditivos de Latencia Corta a 20 niños hipoacúsicos sin de factores de riesgo y a 20 niños hipoacúsicos que si los tenían, durante el período de agosto de 2008 a diciembre de 2008.

No	Sexo	Edad	Antecedentes de Importancia	Edad en la que se sospechó hipoacusia	Diagnóstico
1	M	5	Gesta IV, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	2 años	Cortipatia Congénita
2	F	4	Gesta I, embarazo, normoevolutivo, parto eutócico	1 año	Cortipatia Congénita
3	M	2	Gesta II, embarazo normoevolutivo, cesárea iterativa	1 año	Cortipatia Congénita
4	M	5	Gesta II, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	2 años	Cortipatia Congénita
5	F	5	Gesta I, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	1 año 10 meses	Cortipatia Congénita
6	F	3	Gesta I, embarazo normoevolutivo, cesárea por DCP	8 meses	Cortipatia Congénita
7	M	2	Gesta I, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	1 año	Cortipatia Congénita
8	M	4	Gesta II, embarazo normoevolutivo, cesárea iterativa	2 años	Cortipatia Congénita
9	M	3	Gesta II, embarazo normoevolutivo, cesárea por DCP	6 meses	Cortipatia Congénita
10	M	2	Gesta I, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	8 meses	Cortipatia Congénita
11	F	2	Gesta I, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	1 año	Cortipatia Congénita
12	F	2	Gesta I, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	1 año 2 meses	Cortipatia Congénita
13	F	3	Gesta II, embarazo normoevolutivo, cesárea iterativa	2 años	Cortipatia Congénita
14	M	5	Gesta III, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	1 año 4 meses	Cortipatia Congénita
15	M	4	Gesta I, embarazo normoevolutivo, cesárea por DCP	10 meses	Cortipatia Congénita
16	F	3	Gesta II, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	1 año 2 meses	Cortipatia Congénita
17	F	5	Gesta I, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	2 años 3 meses	Cortipatia Congénita
18	M	3	Gesta II, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	1 año 8 meses	Cortipatia Congénita
19	F	4	Gesta II, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	11 meses	Cortipatia Congénita
20	M	3	Gesta I, embarazo normoevolutivo, parto eutócico	2 años	Cortipatia Congénita

TABLA 1. Niños hipoacúsicos sin Factores de Riesgo

No.	Sexo	Edad	Historia Familiar de Hipoacusia	Infección Intrauterina	Hipoxia	Hiperbilirru binemia	Prematurez	Ototóxicos	Infecciones Postnatales	Ventilación mecánica mayor a cinco días
1	F	2	No	No	No	No	No	No	Si CMV	No
2	F	2	No	No	Si	Si	Si 32SDG	No	No	No
3	F	3	No	No	Si	Si	No	No	No	No
4	M	5	No	No	Si	Si	No	No	No	No
5	F	4	No	No	Si	Si	Si 31SDG	Si	Si	Si
6	M	3	No	No	Si	No	No	No	No	No
7	M	5	No	Rubéola	No	No	No	No	No	No
8	M	2	No	No	Si	Si	Si 28SDG	Si	Si	Si
9	F	2	Si	No	Si	Si	Si 31SDG	Si	Si	Si
10	M	5	No	No	Si	Si	Si 31SDG	No	No	No
11	M	5	No	Rubéola	No	No	No	No	No	No
12	F	4	No	No	No	No	31SDG	No	No	No
13	F	3	No	No	Si	No	No	No	No	No
14	M	3	No	No	Si	No	No	No	Si Varicela	No
15	M	5	Si	No	No	No	No	No	No	No
16	F	3	No	No	Si	Si (fototerapia)	No	No	No	No
17	M	4	No	Rubéola	No	No	No	No	No	No
18	M	2	No	No	Si	Si	Si 27SDG	Si	Si	Si
19	F	3	No	No	Si	Si	Si 29SDG	Si	Si	Si
20	F	4	No	No	No	No	No	No	Si Rubéola	No

TABLA No. 2 Niños hipoacúsicos con Factores de Riesgo

1.6 Criterios de Inclusión y Exclusión

Inclusión

- Niños de 2 a 5 años de edad con diagnóstico de Hipoacusia sin factores de riesgo.
- Niños de 2 a 5 años de edad con diagnóstico de Hipoacusia con factores de riesgo.
- Niños hipoacúsicos con Timpanograma tipo “A” de Jerger.

Exclusión

- Niños hipoacúsicos con antecedentes de otitis media recurrentes.
- Niños hipoacúsicos con Timpanograma tipo “B” o “C” de Jerger.

Procedimiento

Se realizaron Potenciales Evocados Auditivos de Latencia Corta, con equipo Eclipse Versión AUD625 con niveles de intensidad desde 100db y tasa de 33.1 Hz, previa limpieza con pasta abrasiva en frente, mastoides derecha y mastoides izquierda. Con impedancia adecuada se colocaron electrodos con pasta conductora en mastoides derecha, mastoides izquierda, vertex y tierra. Después de la realización de los Potenciales Auditivos de Latencia Corta se identificaron a 100db tanto en el oído derecho como en el oído izquierdo las ondas I, III y V y se midieron las latencias interonda y los tiempos de conducción central (latencia I-V); así como determinación de umbral de onda V.

En una cita posterior se condicionó a los pacientes para realizar Audiometría Tonal y se obtuvo el promedio de pérdida en las frecuencias de la zona de lenguaje (0.5 – 3.0 kHz);

en aquellos pacientes que no cooperaron se obtuvieron umbrales auditivos comportamentales por juego.

1.7 Resumen de Resultados

Se realizaron Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral de Latencia Corta en 20 niños hipoacúsicos sin factores de riesgo y en 20 niños hipoacúsicos con obtener el promedio de ambos grupos y aplicar la prueba de Xi cuadrada modificada, obteniendo que no hay diferencia estadísticamente significativa, por lo que el comportamiento de los PEATC en ambos grupos se puede considerar similar.

2.- ANTECEDENTES

2.1 Valoración auditiva infantil

El impacto que tiene la hipoacusia no identificada sobre el desarrollo del habla y el lenguaje, logros académicos y sociabilización de los niños impulsó decididamente a los programas de identificación de problemas auditivos en neonatos. Ya desde 1964 Downs y Sterrit propusieron realizar pruebas de identificación de la hipoacusia en lactantes como procedimiento estándar. Los primeros métodos de identificación se basaban en la observación de cambios conductuales evidentes de un lactante en aparente respuesta a un estímulo acústico. Estos procedimientos subjetivos requerían personal muy experimentado, lo que impedía su aplicación amplia entre la población general de neonatos. Posteriormente, otro método que se utilizó como un intento de conseguir objetividad en las respuestas de los pacientes difíciles de examinar fue la Audiometría de Resistencia Dérmica Psicogalvánica o Electrotérmica. Esta se basaba en el registro objetivo de una respuesta obtenida mediante un arco reflejo provocado al combinar un estímulo tonal con un choque eléctrico.

A principios del decenio de 1970, se crearon dos técnicas objetivas para valorar el funcionamiento del sistema auditivo: el Crib-O-Grama y las respuestas auditivas evocadas del tallo encefálico. A finales de dicho decenio, ambos pasaron a ser métodos principales para identificar hipoacusia.

Hecox y Galambos fueron los primeros en observar que podían obtenerse medidas del “umbral” de la onda V en todos los grupos etéreos.

En 1973, el Joint Committee on Infant Hearing (JCIH) publicó los criterios para la exploración física y la anamnesis en recién nacidos con el fin de identificar un subgrupo de lactantes con alto riesgo de hipoacusia. El informe de dicho comité recomendó realizar también pruebas audiométricas en todos los lactantes y niños pequeños en quienes, con base en anamnesis o exploración física, se consideraba la existencia de alto riesgo de hipoacusia. Estos criterios, publicados por primera vez en 1973 y ulteriormente modificados, y publicados de nuevo, se han convertido en lo que se conoce como “registros de alto riesgo” para hipoacusia. Este registro es también un medio para identificar lactantes y niños pequeños que requieren valoraciones o estudios de control para descartar hipoacusia.

Desde entonces hasta la actualidad el JCIH fue desarrollando las principales guías para la detección e intervención temprana de hipoacusia. En 2007 el JCIH apoyó el screening auditivo universal con la evaluación auditiva en todos los recién nacidos (Pediatrics, 2007). El JCIH menciona que la audición en todos los niños debe ser evaluada dentro del primer mes de vida. Aquellos niños que no pasen la prueba de screening auditivo deben tener una nueva evaluación audiológica antes de los tres meses de edad. Y los niños con diagnóstico de hipoacusia deben recibir la intervención apropiada no más allá de los seis meses de edad.

Las principales ventajas de los potenciales auditivos de tallo cerebral como procedimiento de identificación y de control son: 1) el procedimiento es una medida de la respuesta electrofisiológica del sistema auditivo, y como tal no requiere interpretación de respuestas conductuales, y 2) tiene el potencial de brindar información relacionada con los umbrales de audición (Moller, 1985).

2.2 Definición de hipoacusia y tipos de hipoacusia

Hipoacusia es la disminución de la capacidad auditiva (Sebastian, 1999). Se puede caracterizar, en términos generales, con base en tres factores:

- Cuantitativo (superficial, media, profunda y anacusia)
- La localización (uni o bilateral)
- La época de su aparición (pre, peri o postnatal)

A. TIPOS DE HIPOACUSIA

a) Conductiva

Cuando existe un obstáculo en el mecanismo de conducción del sonido (en el conducto auditivo externo, la membrana timpánica o la cadena osicular), sin que el oído interno se encuentre dañado.

Las causas más comunes son: tapones de cerumen, perforaciones timpánicas, lesiones en los huesecillos del oído medio.

b) Neurosensorial

En este caso el sonido es conducido normalmente hasta el órgano de Corti pero el problema se localiza en el oído interno.

Hay dos tipos de hipoacusia neurosensorial:

Cocleares, que son las más comunes, se producen cuando el Órgano de Corti ha perdido células nerviosas (células ciliadas), que son las encargadas de transformar el fenómeno mecánico que se viene transmitiendo hasta este punto a través de oído externo y medio, en fenómeno bioeléctrico.

1. Las características más significativas de este tipo de pérdida son la disminución de la inteligibilidad: desestructuración del mensaje auditivo; reclutamiento positivo y la afectación preferente de la respuesta en las frecuencias agudas.

Retrococlear: este tipo de hipoacusias se presentan como consecuencia de una lesión del nervio auditivo. Las principales características que las diferencian de las cocleares son que no hay: reclutamiento; que la inteligibilidad verbal no está en proporción con los umbrales de audición para tonos puros y que existe adaptabilidad auditiva, es decir, que conforme aumenta el tiempo de exposición a un sonido continuo, disminuye la sensación de sonoridad.

c) Hipoacusia mixta

En realidad no es un tipo diferente de hipoacusia, sino una hipoacusia en la que participan, en proporción variable la hipoacusia conductiva y la neurosensorial.

B. GRADOS DE HIPOACUSIA: Clasificación cuantitativa

Según el grado de audición, el promedio de pérdida en las frecuencias de la zona de lenguaje (0.5 – 3.0 kHz) establece la siguiente clasificación cuantitativa:

- Audición normal, menos de 20db HL ISO
- Hipoacusia leve, entre 20 y 40db HL ISO
- Hipoacusia media, entre 40 y 70db HL ISO
- Hipoacusia profunda, entre 70 y 90db HL ISO
- Anacusia, más de 90db HL ISO

C. HIPOACUSIAS SEGUN EL MOMENTO DE APARICION:

De acuerdo con la edad de aparición, las hipoacusias se pueden clasificar de la manera siguiente:

- Prelingüística, en la que la sordera aparece antes de que el niño aprenda a hablar
- Perilingüística, cuando se presenta en el período de aprendizaje de la lengua oral y
- Poslingüística, cuando se presenta después del período que se considera clave para el aprendizaje del lenguaje oral (0-4 ½ años).

D. CAUSAS DE SORDERA:

Según el momento en el cual el agente etiológico ocasiona la sordera, se considera que ésta es:

- Hereditaria o genética, pudiendo estar presente desde el nacimiento o aparecer paulatina y/o tardíamente a lo largo de la vida de la persona.
- Adquiridas, que se presentan por la acción de las bacterias, virus o medicamentos que actúan sobre el oído interno, nervio auditivo o el área cerebral destinada a la audición o por otro tipo de agentes etiológicos. Según el momento en el que actúan se denominan:
 - Prenatales: durante la gestación (ejem. Rubéola)
 - Perinatales: por factores adversos al nacimiento como la anoxia, cianosis o hiperbilirrubinemia, entre otras causas y
 - Postnatales, las que se presentan después del nacimiento, como en la meningitis, los traumatismos cráneo-encefálicos, el trauma acústico o la administración de agentes tóxicos para el oído, entre otros.

2.3 Conceptos Anatomo-Fisiológicos

A. INTRODUCCION

Llamamos oído a un complicado conjunto de estructuras, algunas de tamaño muy pequeño y otras de tamaño microscópico, que se encuentran en ambos lados de la cabeza. Todas ellas tienen funciones relacionadas con la audición o el equilibrio. De acuerdo con un criterio de anatomía topográfica, el oído se divide en tres regiones: oído externo, oído medio y oído interno.

B. OIDO EXTERNO

El oído externo está conformado para recoger y dirigir hacia el oído medio las ondas sonoras, y está constituido por el pabellón, el conducto auditivo externo y la membrana timpánica.

a) Pabellón auricular

El pabellón auricular está formado por una lámina cartilaginosa plegada en sí misma en diversos sentidos tiene forma ovoide, con su parte ancha hacia arriba. La cara externa presenta una superficie cóncava pero irregular, pues tiene numerosas protuberancias y depresiones; el borde más prominente de éstas se llama helix y se encuentra en su parte superolateral. Por delante del helix hay otra prominencia, a la que se denomina antihélix, que está separada del helix por el surco o canal del helix. El antihélix se divide por arriba en dos ramas, entre las cuales hay una depresión triangular, llamada fosa triangular. El antihélix describe una curva alrededor de una cavidad llamada concha, la cual está dividida parcialmente en dos partes por la raíz del helix; la parte superior se llama cimba de la concha y la parte inferior es el cavum de la concha.(Fig. 2)

Por delante de la concha, proyectándose hacia atrás y tapando parcialmente el conducto auditivo externo, hay una pequeña prominencia puntiaguda llamada trago, la cual oculta los pelos que hay en esta región; frente al trago y separado de él por la escotadura intertrágica, se encuentra un pequeño tubérculo llamado antitrago. Por debajo del antitrago está el lóbulo, formado por tejido adiposo, que se divide por tabiques de tejido conectivo, los que se continúan con la fascia que está por debajo de la piel, que se encuentra ricamente vascularizada.

La cara posterior presenta elevaciones y depresiones que corresponden a las depresiones y elevaciones de la cara externa, y se denominan eminencias de la fosa triangular.

El cartílago es una sola pieza, que consiste en tejido elástico con pequeñas partes de cartílago hialino; sobre él se encuentran ligamentos, músculos y pequeñas porciones de tejido adiposo.

Los ligamentos del pabellón auricular son de dos tipos: extrínsecos e intrínsecos. Los extrínsecos lo unen a la oreja con la parte lateral de la cabeza, y son el ligamento anterior y el ligamento posterior. Los ligamentos intrínsecos unen entre sí las partes cartilaginosas; de estos ligamentos, los principales son dos fuertes bandas fibrosas, una de ellas se extiende desde el trago hasta el principio del helix, completando por delante al conducto y rodeando parcialmente el límite de la concha; la otra banda está situada entre el antihélix y la cola del hélix.

Los músculos también se dividen en extrínsecos e intrínsecos. Los extrínsecos son:

- Músculo auricular anterior
- Músculo auricular superior
- Músculo auricular posterior

Estos músculos unen al pabellón auricular con el cráneo y el cuero cabelludo, y en conjunto, permiten su movimiento.

Los músculos intrínsecos se sitúan de una parte a otra y son:

- Mayor del helix
- Menor del helix
- Músculo del trago
- Músculo del antitrigo
- Músculo transverso auricular
- Músculo oblicuo auricular

Vascularización. Las arterias provienen de la arteria temporal superficial y de la auricular posterior. La arteria temporal superficial irriga el trago y la parte anterior del lóbulo, tanto de la concha como del hélix. La rama terminal anterior de la arteria auricular posterior se ramifica por toda la cara anterior, lo que origina ramos perforadores que se distribuyen en los tercios exteriores de la cara externa.

Las venas drenan hacia delante en la vena temporal superficial, hacia atrás en las venas auriculares posteriores y en las venas emisarias mastoideas, y hacia abajo en la vena yugular externa.

Los vasos linfáticos están formados por una red que puede dividirse en tres territorios de drenaje:

- 1) Anterior. Comprende el trago, la parte anterior del hélix, la fosa navicular y la concha. Este territorio es tributario de los linfonodos (ganglios linfáticos) parotídeos preauriculares.
- 2) Inferior. Este formado por el lóbulo, el antitrigo y la parte inferior de la concha. Los troncos colectores drenan en los linfonodos parotídeos inferiores.
- 3) Posterior. Consiste en la parte posterior del hélix, el antihélix, la parte posterior de la concha y toda la cara interna. Los vasos de este territorio drenan en los linfonodos mastoideos, parotídeos inferiores y laterales profundos del cuello.

Inervación. Los nervios motores para los músculos auriculares provienen del nervio Facial. Los nervios sensitivos se originan en los siguientes nervios:

- Nervio auriculotemporal
- Rama del nervio trigémino, que proporciona ramas a la parte anterior del hélix y al trago.
- Rama auricular del plexo cervical superficial, que inerva al resto del pabellón.

b) Conducto auditivo externo

El conducto auditivo externo es un tubo curvo que se extiende de la excavación de la concha a la membrana timpánica, mide cerca de 2.5cm de longitud y su diámetro varía de acuerdo con la localización (Fig. 2).

En su tercio externo, la pared es fibrosa y cartilaginosa, y en sus dos tercios internos es de tipo óseo, cubierta en toda su extensión por un revestimiento cutáneo, que es una prolongación de la piel de la cara exterior del pabellón auricular.

El cartílago del conducto auditivo está cubierto con piel delgada, muy sensible. Este conducto tiene algunos vellos, que se conocen como tragos, los cuales predominan en el tercio externo, donde también observamos glándulas sebáceas; además hay glándulas especiales llamadas glándulas ceruminosas.

La forma y los diámetros del conducto varían en sus diferentes porciones; el conducto es ligeramente aplanado de adelante hacia atrás, de manera que al corte tiene forma helicoidal; en su aspecto longitudinal muestra una torsión de afuera hacia dentro, que hace que la pared anterior se convierta gradualmente en antero inferior. Debido a esta torsión, el diámetro mayor de elipse se encuentra más inclinado sobre la línea horizontal, cuanto más cerca está de su extremo interno.

El calibre disminuye progresivamente de afuera hacia dentro, hasta donde terminan las tres cuartas partes externas del conducto, lugar que recibe el nombre de Istmo, después del cual aumenta poco a poco hasta llegar a la membrana timpánica. En el istmo el diámetro está entre 6 y 8 mm.

En cuanto a su dirección, el conducto es oblicuo de afuera hacia dentro y de atrás hacia delante y de arriba abajo; además presenta sinuosidades en sentidos horizontal y vertical.

Vascularización. Las arterias de la parte fibrocartilaginosa son las mismas que las del pabellón auricular: las anteriores son ramas de la arteria temporal superficial y las posteriores de la arteria auricular posterior. En cambio, la porción ósea recibe ramas de la arteria timpánica, que a su vez es rama de la arteria maxilar, la cual penetra en el conducto auditivo por la fisura petrotimpánica o fisura de Glasser.

Inervación. La rama auricular del plexo cervical superficial inerva la parte del conducto cercano al pabellón auricular. El nervio auriculotemporal, rama del nervio trigémino, y el ramo sensitivo del conducto auditivo interno procedente del nervio facial inervan el resto del conducto.



Fig. 2. Pabellón Auricular y Conducto Auditivo Externo

c) Membrana timpánica

La membrana timpánica o tímpano, marca claramente el límite entre el oído externo y el oído medio; y se inserta en el surco timpánico mediante un rodete fibrocartilaginoso de forma anular. La membrana timpánica es muy delgada, semitransparente y de forma oval, tiene el aspecto de un embudo aplanado, y esta orientada muy oblicuamente hacia abajo, hacia delante y adentro, formando un ángulo de aproximadamente 55° con el conducto; su diámetro mayor mide de 9 a 10mm, y su diámetro menor es de 8 a 9 mm; en cuanto a su grosor, puede apreciarse que varía entre 30 y 230 micrones. La mayor parte de su circunferencia se encuentra engrosada por un anillo fibrocartilaginoso que la fija al surco timpánico, situado en el extremo medial interno del conducto auditivo. Este surco no existe en la parte superior, y esta zona se llama escotadura de Rivino; de los extremos de la escotadura parten dos bandas o pliegues maleolares anterior y posterior, los que se prolongan hasta el proceso lateral del martillo.

La pequeña porción triangular de la membrana situada por encima de estos pliegues es laxa y delgada, y se conoce como “pars flácida” o membrana de Schrapnell, en oposición con el resto de la membrana, que recibe el nombre de “pars tensa”. El mango del martillo esta firmemente unido a la superficie medial de la membrana hasta su parte central, y se dirige hacia dentro, en dirección de la cavidad timpánica; la cara lateral de la membrana es cóncava y la porción mas profunda de la concavidad se denomina ombligo.

Vascularización. Las arterias forman dos redes en la membrana timpánica, una subcutánea y otra submucosa. La red subcutánea se origina de la arteria timpánica. La red submucosa esta formada por ramos de la arteria timpánica y de la estilomastoidea.

Las venas también forman dos redes: las venas de la red submucosa desembocan a la vena maxilar, que es tributaria de la vena yugular externa, en cambio, las venas de la red subcutánea tienen el mismo destino que las venas de la caja timpánica.

Los vasos linfáticos de la membrana timpánica drenan a los linfonodos parotídeos y a los linfonodos laterales profundos del cuello. Además, los vasos submucosos son tributarios de los linfonodos retrofaríngeos.

Inervación. La inervación de la membrana timpánica también se divide en dos porciones, una para las capas cutáneas, y otra para las capas mucosas, de tal manera que los nervios subcutáneos provienen del nervio auriculotemporal y del ramo sensitivo del nervio del conducto auditivo externo, el cual a su vez proviene del nervio facial. Por otra parte, los nervios mucosos provienen del nervio timpánico (nervio de Jacobson) que es una rama del nervio glossofaríngeo.

Histología. Al corte, esta membrana consta de cuatro capas o túnicas. Del lado del oído externo se encuentra la túnica cutánea, que puede considerarse una forma de piel modificada, que se continúa con la piel que cubre el conducto auditivo externo; tal túnica esta constituida por un delgado epitelio plano estratificado, con un fino estrato córneo.

Debajo de la túnica cutánea se encuentra una capa de tejido conectivo fibroso, que presenta abundantes fibras colágenas y elásticas, dispuestas en gruesos haces. Basándose en la dirección en que los haces se encuentran orientados, la capa de tejido conectivo se divide en dos túnicas: la túnica radial y la túnica circular. La más externa de ellas, la radial, se encuentra en contacto directo con la túnica cutánea y presenta sus haces en forma radial, los cuales parten del mango del martillo, teniendo continuidad con el pericondrio de este.

En la túnica circular, los haces se encuentran colocados transversalmente con respecto a los de la túnica radial y tienen forma recta, circular y parabólica. Hacia la periferia de la membrana forman un anillo de fibrocartilago que se conecta con el surco del anillo timpánico. En la porción flácida del tímpano estas túnicas intermedias son muy delgadas y tienen una escasa cantidad de fibras, lo que da lugar a que esta parte de la membrana tenga una menor tensión.

La última capa de la membrana timpánica es la túnica mucosa, que reviste al tímpano por su cara interna y esta formada por epitelio plano simple, que se continúa con el epitelio de la mucosa de la cavidad timpánica.

C. OIDO MEDIO

a). Hueso temporal

El temporal es un hueso par, de forma irregular, situado en las partes lateral, media e inferior del cráneo; esta formado por cuatro partes: escamosa, timpánica, mastoidea y petrosa. La estructura ósea en cada una de estas partes es variada, pues mientras la escamosa tiene características del diploe de los otros huesos del cráneo, la porción mastoidea es esponjosa, y la timpánica y la petrosa son densas y duras.

La gran importancia de este hueso radica en su contenido, ya que en él se encuentra el oído medio y el órgano vestibulococlear. Asimismo, las relaciones del temporal tienen gran importancia, ya que en su superficie endocraneal esta la

duramadre, despegada del periostio, al nivel de la arteria meníngea media, por lo que en caso de un traumatismo craneal, la sangre se acumula en este sitio (hematoma epidural).

La parte escamosa tiene forma de concha, es fina, translúcida y presenta dos caras, una exocraneal, lisa, que forma parte de la fosa temporal, esta última ocupada por el músculo del mismo nombre; la otra es intracraneal con canaladuras para la arteria meníngea media y sus ramas, lo que le da a su superficie la impresión de ser una hoja de higuera. Esta cara también tiene un borde superior cóncavo, biselado, que se articula con el ala mayor del esfenoides, y un borde posterior que se funde con la porción petrosa, al nivel de la fisura petroescamosa externa.

La parte timpánica es de forma triangular, con el vértice dirigido hacia la parte petrosa. Su cara superior, junto con el ala mayor del esfenoides, forma parte de la fosa mandibular, destinada a la articulación con el cóndilo de la mandíbula. Esta lámina tiene una superficie estrecha, que forma el techo del meato acústico externo. Se une con la parte timpánica por medio de la fisura petrotimpánica, y de esta manera divide a la fosa mandibular en una porción articular de la escama y una no articular.

El proceso zigomático se encuentra situado entre la lámina vertical y la lámina horizontal de la porción escamosa; es una saliente aplanada, con dirección horizontal, que se encamina hacia delante para articularse con el proceso temporal del hueso zigomático, con el que forma el arco zigomático.

La parte timpánica forma el meato acústico externo en sus porciones anterior, inferior y posterior; además de estas porciones, el meato se complementa con una porción de la escama que da origen al techo de este canal cilíndrico. La parte timpánica se articula hacia atrás con la parte petrosa y hacia su borde superior con la parte escamosa por medio de la fisura petroescamosa y hacia su borde superior con la parte escamosa por medio de la fisura timpanoescamosa. En la cara interna de la parte petrosa se encuentra un surco angosto, el surco timpánico, donde se inserta la membrana timpánica.

La parte mastoidea forma la parte posterior del hueso temporal. Su superficie exterior es rugosa y ahí se insertan los músculos occipitales y auriculares posteriores. La parte mastoidea está perforada por numerosos orificios, uno de ellos de gran tamaño, situado cerca del borde posterior llamado agujero mastoideo, por donde pasan la vena que se dirige al seno transversal y una pequeña rama de la arteria occipital, que irriga a la duramadre.

El proceso mastoideo es una saliente cónica en donde se insertan los músculos esternocleidomastoideo, esplenio de la cabeza y complejo menor; en su parte menor hay un surco profundo, la fosa digástrica, donde se inserta el vientre posterior del músculo digástrico.

La superficie inferior de la mastoidea presenta un surco curvo y poco profundo, llamado surco sigmoideo, que aloja parte del seno transversal, donde puede verse la abertura del agujero mastoideo. El borde superior de la mastoidea es ancho y dentado para articularse con el ángulo mastoideo del parietal. El borde posterior, también dentado, se articula con el borde inferior del occipital. Por delante, la porción mastoidea

se encuentra fusionada con el proceso descendente de la porción escamosa y participa en la formación del meato acústico externo y de la caja timpánica.

Un corte coronal de la mastoide muestra ocupada por una gran cantidad de espacios huecos, de forma y número variables, irregulares y llenos de aire, que se denominan celdillas mastoideas. En la parte superior son grandes y en la inferior su tamaño es menor; algunas veces pueden faltar, por lo que la mastoide será totalmente sólida. Alojada en ambas partes de la mastoide existe una gran cavidad irregular, el antro timpánico de la fosa craneal media. Esta pared se conoce como temen del tímpano, en el que el conducto semicircular lateral del oído interno se proyecta en su cavidad. El antro timpánico se abre por delante de la región anterior de la caja timpánica, que se conoce con el nombre de ático o receso epitimpánico.

Al nacimiento, el antro timpánico es una gran cavidad en la que las celdillas mastoideas semejan divertículos; estas hacen su aparición en el momento del nacimiento o antes, pero a los cinco años están bien definidas y su desarrollo se completa en la pubertad.

La parte petrosa contiene en su interior los órganos esenciales para el sentido del oído y los órganos de mayor importancia para el sentido del equilibrio. En ella se estudian una base, tres caras, tres bordes y un vértice.

La base se fusiona con las caras internas de la escama y de la mastoide. El vértice, que es rugoso y desigual, se encuentra en el espacio limitado entre el borde posterior del ala mayor del esfenoides y la porción basilar del occipital, limita con el borde inferior o temporal del occipital, presenta el orificio del conducto carotídeo y forma el límite del agujero rasgado.

La cara anterosuperior forma la parte posterior de la fosa craneal media y se continúa con la cara interna de la escama, a la cual se une por la fisura petroescamosa. En ella se observan impresiones de los giros cerebrales y consta de seis elementos:

1. Eminencia arcuata, situada cerca del centro, indica la posición del conducto semicircular superior.
2. Una depresión anterior, algo por fuera de la eminencia arcuata, que indica la localización de la caja timpánica y el temen del tímpano.
3. Un surco profundo, algunas veces doble a partir del conducto del nervio facial, el cual permite el paso del nervio petroso mayor y de la rama petrosa de la arteria meníngea media.
4. Una pequeña abertura situada por fuera del hiato, por donde pasa el nervio petroso menor.
5. La terminación del conducto carotídeo, que se encuentra cerca del vértice de este hueso.
6. La impresión semilunar, poco profunda, que aloja el ganglio semilunar o trigeminal, que está exactamente en el vértice.

La cara posterosuperior integra a la cara anterior de la fosa craneal posterior. Hacia el tercio medial está el gran orificio del conducto auditivo interno, que es de bordes lisos y redondeados, y forma un conducto de 1 cm. de longitud para el paso de los nervios facial y vestibulococlear, así como para la rama auditiva interna de la arteria

basilar. El meato se encuentra cerrado por una lámina vertical que esta dividida en dos porciones desiguales por una cresta horizontal, conocida como cresta falciforme.

La cara inferior es irregular y forma parte de la base craneal; cerca de la punta, en el área cuadrilateral, permite que se inserte el músculo tensor del velo del paladar y la parte cartilaginosa de la trompa de Eustaquio.

Cavidades del oído medio

El oído medio esta constituido por:

- La cavidad timpánica
- El antro
- La tuba auditiva (trompa de Eustaquio)
- Las celdillas mastoideas

La cavidad timpánica es un pequeño espacio irregular y aplanado lateralmente, sus diámetros antero posterior y vertical son de casi 15mm. El diámetro transversal mide 6mm en la parte superior y 4 mm en la inferior; en la parte lateral, a nivel del centro de la membrana timpánica, mide solamente 2mm. Esta cavidad contiene los huesecillos del oído medio, los que forman un puente óseo desde la pared lateral (externa) a la pared media (interna) de la caja, y lo que es mas importante, constituyen el medio a través del cual penetran los sonidos hasta el oído interno. Independientemente de los huesecillos, esta cavidad esta llena de aire, que se encuentra en comunicación con la porción nasal de la faringe a través de la tuba auditiva o trompa de Eustaquio (TE). La cavidad timpánica cuenta con mecanismos protectores, como la TE que permite igualar la presión del aire que se encuentra a ambos lados de la delicada membrana timpánica. Además, la forma de las articulaciones de los huesecillos y los músculos del martillo y del estribo son mecanismos de protección para el oído interno.

Dentro de la cavidad timpánica hay cuatro paredes: anterior, posterior, lateral y medial; también se observa un techo y un piso.

Pared anterior o carotídea. En la pared anterior se encuentra el orificio posterior de la TE. Por debajo de este orificio esta la parte carotídea de la pared anterior. Este segmento de la pared, oblicuo hacia abajo y atrás, también irregular, es recorrido por trabéculas óseas que limitan pequeños recesos; lo forma una delgada lámina ósea que separa la caja timpánica de la porción vertical y delgada del conducto carotídeo. Esta lámina esta perforada por pequeños orificios por los que pasan el nervio caroticotimpánico y los vasos venosos que provienen de la mucosa timpánica y se dirigen al plexo venoso pericarotídeo. Por arriba del orificio de la TE se observa el conducto del músculo del martillo. En la porción externa de la pared anterior se encuentra el orificio por donde sale de la caja la cuerda del tímpano, el haz de fibras parasimpáticas para el ganglio submandibular y las fibras sensitivas que proceden de las papilas gustativas de los dos tercios anteriores de la lengua; todo esto pasa entre el martillo y el yunque, por la fisura retrotimpánica.

Pared posterior o mastoidea. Esta pared tiene en su parte superior un orificio de forma triangular, por donde entra al antro mastoideo. El orificio se sitúa en la

prolongación del ático: en el ángulo inferior presenta una escotadura, en donde se apoya el extremo de la rama posterior del yunque. Por abajo del aditus, frente al seno timpánico, se levanta una pequeña saliente ósea, de forma cónica, llamada pirámide. El vértice truncado de la pirámide se encuentra a la altura del promontorio, y presenta un orificio abierto hacia delante y ligeramente hacia arriba. Este orificio da entrada a un conducto excavado en la porción petrosa, por delante del segmento descendente del acueducto del nervio facial y así llega hasta la base del cráneo, desembocando por un pequeño orificio, adelante del agujero mastoideo. En este conducto está situado el músculo del estribo, y su tendón sale por el orificio del vértice de la pirámide. En el espesor de la pared posterior de la caja se encuentran dos conductos óseos colocados uno delante del otro, el anterior es corto, y constituye el conducto del músculo del estribo, y el posterior es el segmento vertical del acueducto del facial.

Pared lateral de la caja timpánica. Esta constituida en gran parte por la membrana timpánica, aunque alrededor de ella hay espacios. La membrana timpánica está sostenida en un marco óseo, que la rodea y completa la pared lateral. Esta parte ósea tiene una extensión variable en sus distintos segmentos. Por delante y atrás de la membrana la pared mide 1 o 2 mm de ancho. En la pared anterior de la membrana timpánica, la cuerda del tímpano, el proceso largo del martillo y su ligamento anterior, cruzan la extremidad anterior del hueso timpánico, que presenta a este nivel un surco oblicuo hacia abajo y adelante, llamado surco maleolar.

La parte inferior de la pared tiene unos 2 mm de altura. Por arriba de la membrana la pared ósea es extensa, su altura media es de 5 mm y constituye la pared que limita lateralmente el ático, por lo que se denomina muro de la celdilla, y está constituida por una hoja ósea muy dura, ligeramente oblicua hacia abajo y adentro. Esta pared presenta múltiples orificios que comunican la caja timpánica con celdillas excavadas en el espesor de la pared superior del conducto auditivo externo.

Pared medial o laberíntica. Esta pared de la caja del tímpano contiene al promontorio en su parte central, que es una eminencia redondeada, lisa, que mide de 7 a 8 mm de ancho y de 5 a 6 mm de altura, y hacia dentro corresponde con la primera vuelta de la cóclea.

Por abajo del promontorio donde se une con la pared inferior de la caja, está el orificio superior del conducto del nervio timpánico (conducto de Jacobson), de donde parte un surco que se ramifica sobre el promontorio. El conducto y el surco dan paso a los nervios del plexo timpánico y sus ramas terminales.

Por arriba y atrás del promontorio se encuentra la ventana vestibular, situada en el fondo de una depresión llamada fosa oval. La ventana vestibular es un orificio en forma de boca de horno, de 3 a 4 mm de largo y 1.5 mm de ancho; en esta boca se sitúan la platina del estribo y el ligamento anular que lo une a ella.

Abajo y atrás del promontorio hay una depresión estrecha que tiene una dirección hacia delante, adentro y arriba, y corresponde a la ventana timpánica (redonda) que sigue la misma dirección que la vestibular. La saliente que produce el promontorio oculta en gran parte este orificio, que está obturado por la membrana timpánica secundaria, que cierra el extremo inferior de la rampa timpánica de la cóclea.

Entre las ventanas vestibular y coclear se encuentra una pequeña cavidad, llamada seno timpánico, el cual está separado de la fosa vestibular por la cresta del promontorio. Por arriba y atrás, correspondiente a la segunda parte de acueducto del nervio facial (acueducto de Falopio). Esta parte del acueducto está limitada hacia arriba y atrás por una fosa poco visible que la separa de una saliente lisa y redondeada, producida por el conducto semicircular horizontal.

Arriba y por delante de la ventana vestibular y del promontorio se encuentra un conducto óseo, en el que está el músculo del martillo. El conducto se dirige hacia atrás, arriba y afuera, al principio por encima de la porción ósea de la tuba auditiva, y después sobre la parte más alta de la pared medial de la caja. Algunas veces este conducto es incompleto, por lo que solo forma una canal que termina por arriba de la fosa oval, en una estrecha lámina ósea, curva y saliente hacia la cavidad, como el pico de una cuchara, de donde recibe su nombre.

Pared superior o techo del tímpano. La pared superior de la caja timpánica es una delgada laminilla de 5 o 6mm de ancho, formada por la escama por fuera y por la porción petrosa por dentro. La fisura petroescamosa superior resulta de la unión de la escama y la porción petrosa; esta dirigida siguiendo el eje mayor de la caja y ocupa la parte media del techo de esta.

La fisura produce una saliente alargada, hacia dentro de la caja, llamada cresta petroescamosa superior. Esta pared separa a la cavidad timpánica de la craneal. Entre las dos cavidades hay conexiones muy estrechas, constituidas por medio de finos conductos vasculares que atraviesan la pared a lo largo de la fisura. Estas comunicaciones se hacen más amplias cuando la solución de continuidad de la pared se pierde, y en este caso la mucosa de la caja se adosa a la duramadre.

Pared inferior o yugular. también se denomina piso de la caja o receso hipotimpánico; tiene la forma de un conducto de 2 o 3mm de profundidad y está situada en un plano inferior con respecto al conducto auditivo externo.

La pared inferior se relaciona con la fosa yugular y con el golfo de la vena yugular. Su espesor es variable, cuando es gruesa presenta cavidades celulares, que se separan del golfo de la yugular por una delgada lámina de tejido óseo.

b) Huesecillos del oído.

La caja del tímpano contiene la cadena de tres huesecillos móviles (Fig. 3):

1. El martillo
2. El yunque
3. El estribo



Fig. 3. Huesecillos del Oído Medio

Martillo

El martillo se conoce con este nombre por su forma; se compone de cabeza, cuello y tres procesos (apófisis): el mango, el proceso anterior y el proceso lateral (externo). La cabeza es el extremo superior, tiene forma oval y se articula por atrás en el yunque y queda libre en el resto de su superficie. La faceta para la articulación con el yunque disminuye de diámetro en la proximidad de la parte media, y se compone de una porción mayor y otra inferior que se unen en ángulo recto. Al nivel de la parte estrecha, el borde inferior de la faceta se proyecta en forma de proceso. El cuello es la parte estrecha que une a la cabeza con una prominencia en la que se fijan los dos procesos.

El mango del martillo se encuentra unido por su borde externo a la membrana timpánica. Esta dirigido ligeramente hacia atrás y hacia abajo; disminuye de volumen en su extremo libre, el que se encuentra algo aplanado y curvado en sentido transversal.

El proceso anterior es una delicada especula dirigida hacia delante, hacia la cisura petrotimpánica, a la cual se une por fibras ligamentosas.

El proceso lateral es una ligera prolongación cónica, que se desprende de la raíz del mango del martillo. Esta dirigida hacia fuera y se fija en la parte superior de la membrana del tímpano por medio de los pliegues maleolares anterior y posterior, los que se encuentran en los extremos de la escotadura.

Yunque

Es un pequeño huesecillo ligeramente aplanado en sentido transversal, tiene la forma de un premolar, con dos raíces de diferente longitud muy separadas entre sí, su

nombre se debe a que a semejanza del yunque de los herreros, es el lugar donde ejerce acción el martillo.

El yunque esta formado por un cuerpo y dos ramas. El cuerpo tiene una faceta articular cóncavo-convexa en su cara anterior, por medio de la cual se articula con la cabeza del martillo; las dos ramas se extienden del cuerpo, una superior llamada rama horizontal, que se dirige hacia atrás para unirse por medio de un ligamento a la porción superior de la pared posterior de la caja timpánica. La rama inferior o rama vertical se dirige hacia abajo, casi paralela al mango del martillo, pero queda hacia atrás y hacia dentro de este órgano para articularse con el estribo por medio del proceso lenticular.

Estribo

Este huesecillo se conoce así porque tiene la forma de estribo de las sillas de montar. Este formado por la cabeza, el cuello, dos ramas y la base. La cabeza se articula con la rama vertical del yunque y esta cubierta por cartílago; el cuello es la porción más delgada y ahí se inserta el músculo del estribo. Las ramas, que divergen del cuello y se unen por sus extremos con la base, son la rama posterior y la rama anterior. La base del estribo es una delgada lámina de hueso, de forma oval, sujeta dentro de la membrana vestibular por el ligamento anular; su superficie medial esta en contacto con el espacio perilinfático, de tal manera que cuando se retira el estribo puede verse la parte vestibular del oído interno a través de la ventana vestibular. El ligamento anular es de tipo elástico, lo que permite al estribo desplazarse hacia dentro y hacia fuera de la ventana vestibular, conforme se transmiten a él los impulsos vibratorios que se originan en la membrana timpánica.

c) Músculos de la cavidad timpánica

Estos músculos son el músculo del martillo (tensor del tímpano) y el músculo del estribo (músculo estapedial).

El músculo de martillo es largo y delgado, se encuentra dentro de un conducto óseo, por encima de la tuba auditiva, de la que lo separa una fina lámina de hueso. Este músculo tiene su origen en la porción cartilaginosa de la tuba y en la porción adyacente del ala mayor del esfenoides, así como en su propio conducto óseo. Se dirige hacia atrás, dentro del conducto y termina en un delgado tendón que penetra a la caja por una expansión; se dobla en sentido lateral alrededor del pico de cuchara y se fija en el mango del martillo, cerca de su raíz. Esta inervado por el nervio pterigoideo medial, que es una rama del nervio mandibular del trigémino. El músculo del martillo recibe fibras nerviosas y propioceptivas.

El músculo del estribo tiene apariencia bipeniforme asimétrica; se origina en la pared de la cavidad cónica de la pirámide y su tendón emerge por un orificio que se encuentra en el vértice de éste y se inserta en la cara posterior del cuello del estribo; esta inervado por una rama del nervio facial.

d) Trompa de Eustaquio (TE)

La TE es un largo conducto que se extiende desde la pared anterior de la caja timpánica hasta la nasofaringe; la TE tiene una porción ósea que esta labrada en la parte inferior del hueso temporal, y una porción blanda formada por dos láminas, una fibrosa y otra cartilaginosa. La TE establece comunicación entre la caja timpánica y la faringe y

tiene doble función, por un lado, da paso a las secreciones mucosas producidas en la caja timpánica, y por el otro mantiene el equilibrio de la presión del aire de la caja timpánica con la del medio.

En conjunto, la TE tiene una dirección oblicua, de atrás hacia delante, de afuera hacia dentro y de arriba abajo. Las porciones ósea y fibrocartilaginosa forman un ángulo muy cerrado, inclinándose sobre la porción ósea, por lo que el orificio faríngeo de la tuba queda abierto hacia abajo y adelante.

Si se sigue la TE en toda su longitud, a partir de la caja timpánica se va estrechando poco a poco hacia el ángulo que forman las porciones petrosa y escamosa del temporal, lugar donde se inicia la porción fibrocartilaginosa. Este estrechamiento se conoce como istmo de la TE. Desde este punto, el conducto se ensancha progresivamente hasta su desembocadura en la faringe.

En la mayor parte de su trayecto la TE se encuentra aplanada de adelante hacia atrás y de afuera hacia dentro, de tal manera que los cortes que se le practiquen no serán circulares, sino elípticos, con su eje mayor vertical.

La longitud de la TE es de 35 a 35 mm, correspondiendo dos tercios a la porción fibrocartilaginosa y un tercio a la porción ósea.

En el orificio timpánico, la TE mide aproximadamente 5mm de alto y 5mm de ancho, a la altura del istmo la trompa de Eustaquio tiene 2mm de alto y 1 mm de ancho, y en el orificio faríngeo mide aproximadamente 8 mm de alto y 5 mm de ancho.

Los componentes de la TE son:

- Un aparato de sostén constituido por un armazón de hueso y tejido fibrocartilaginoso.
- Una túnica mucosa que la tapiza interiormente.
- Los músculos que tienen importancia en la función tubaria que son:
 - Músculo elevador del velo del paladar
 - Músculo tensor del velo del paladar

Vascularización. La irrigación arterial de la TE tiene tres orígenes: la arteria faríngea ascendente, que es rama de la arteria carótida externa, la arteria meníngea media que es rama de la maxilar, y por último la vidiana, que también es rama de la maxilar.

Las venas forman una red alrededor de la TE, cuyas ramas eferentes desembocan en el plexo pterigoideo, a través del cual llegan hasta la yugular. Por otra parte, este plexo se comunica con la red venosa de la caja timpánica y con la red venosa faríngea.

Los vasos linfáticos forman una tupida red que ocupa toda la longitud de la TE, que está más desarrollada en la parte inferior. Los vasos linfáticos de la TE también se comunican con la red linfática de la caja timpánica.

Los vasos linfáticos eferentes se dirigen a los linfonodos (ganglios linfáticos) retrofaríngeos, parotídeos anteriores, parotídeos inferiores y laterales profundos del cuello.

Inervación. La inervación de la TE se efectúa por el nervio tubario, que es rama del nervio glossofaríngeo, y el pterigopalatino, que es rama del trigémino.

D. OIDO INTERNO

Dentro de la porción petrosa del hueso temporal se encuentra una serie de cavidades unidas por medio de canales, lo que se conoce como laberinto óseo. Dentro de él podemos observar una serie de sacos membranosos unidos por conductos del mismo tipo, conjunto que se denomina laberinto membranoso. Estas dos entidades tienen aproximadamente la misma forma y son concéntricas una con la otra. Entre el laberinto membranoso y el óseo puede apreciarse un espacio conocido como espacio peri linfático, el cual contiene un líquido tisular al que se conoce con el nombre de perilinfa, mientras que el interior del laberinto membranoso está ocupado por un líquido muy particular llamado endolinfa.

Tanto el laberinto membranoso como el óseo se dividen en tres porciones: el vestíbulo los canales semicirculares y la cóclea (Fig. 4).

Dentro del vestíbulo hay dos vesículas que se conocen como utrículo y sáculo; los canales semicirculares son tres: canal semicircular anterior, canal semicircular posterior y canal semicircular lateral u horizontal. En el hombre la porción coclear tiene un solo órgano, llamado cóclea o caracol.

En el oído interno, además de los órganos mencionados se encuentran algunos canales que los unen entre sí o que comunican al oído interno con los espacios meníngeos.

El conducto coclear está unido al sáculo por un fino conducto, el conducto de unión (conducto de Hensen). A su vez el utrículo se comunica con el sáculo por el conducto utriculosacular.

El oído interno se comunica con los espacios meníngeos por medio de dos conductos: el conducto perilinfático y el conducto endolinfático. El primero parte del espacio peri linfático de la cóclea, en las cercanías del ciego vestibular, y se extiende hasta el espacio subaracnoideo, de tal manera que el líquido cerebrospinal se pone en contacto con la perilinfa a través de él. Es probable que la perilinfa tenga su origen en el líquido cerebrospinal que pasa por este conducto, pues ambos líquidos tienen composiciones químicas muy semejantes.

El conducto endolinfático es un fino tubo membranoso, que parte del conducto utriculosacular y atraviesa el espacio perilinfático y la pared ósea del temporal por medio de un canal denominado acueducto del vestíbulo.

El conducto endolinfático llega finalmente hasta la superficie posterior del peñasco y desemboca en un saco membranoso con forma de embudo aplanado, que

mide entre 6 y 8 mm de largo, y esta en el espacio aracnoideo, por debajo de la duramadre. A este órgano se le conoce como saco endolinfático.

El saco endolinfático puede dividirse en tres porciones: proximal, intermedia y distal. La primera constituye la transición entre el conducto endolinfático y el saco propiamente dicho, se encuentra completamente dentro del acueducto vestibular. La porción intermedia está parcialmente dentro del acueducto y la porción distal está en contacto íntimo con el seno sigmoideo. No se sabe con exactitud el significado fisiológico de estas estructuras, pero se les ha relacionado con funciones de tipo inmunológico, de reabsorción de la endolinfa y la regulación de la presión de los espacios endolinfáticos.

El oído interno se comunica con el oído medio a través de dos aberturas llamadas ventana vestibular y ventana timpánica. La primera está obturada por la base del estribo. A la segunda la cierra la membrana propia de esta ventana, membrana de la ventana timpánica, también conocida como segundo tímpano.

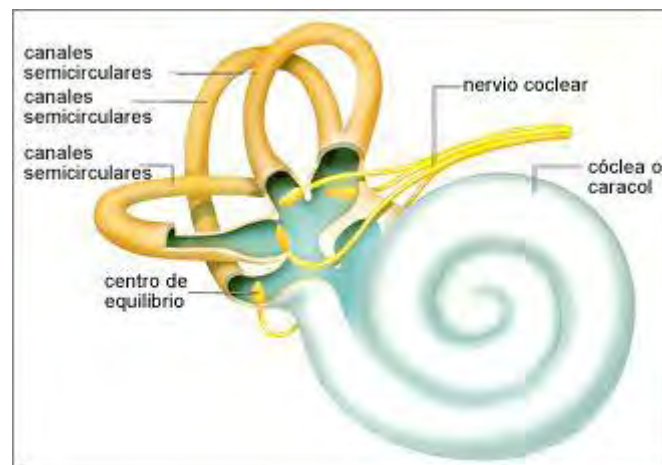


Fig. 4. Oído Interno

Vascularización del oído interno. El laberinto membranoso recibe aportes sanguíneos a través de la arteria laberíntica que nace en la arteria basilar. La arteria laberíntica se divide en varias ramas, un conjunto de ella recibe el nombre genérico de ramas vestibulares que irrigan a las ampollas, a las máculas, a los conductos semicirculares y al tercio inferior de la cóclea.

Otra rama de la arteria laberíntica es la arteria coclear común, la que se dirige hacia la base del modiolos y alimenta las dos vueltas superiores del caracol. La vuelta basal de la cóclea es irrigada por una de las arterias vestibulares, la arteria vestibulococlear.

La sangre se drena del laberinto membranoso por medio de varios vasos, como son la vena laberíntica, que recoge parte de la sangre del vestíbulo y de los canales semicirculares, y en este recorrido acompaña a la arteria laberíntica, pasa a través del conducto auditivo interno y desemboca ya sea en el seno petroso inferior o directamente en la vena yugular interna.

La vena del acueducto del vestíbulo recoge parte de la sangre del utrículo y de los canales semicirculares y acompaña en su trayecto al conducto endolinfático y desemboca en el seno petroso inferior. Finalmente, tenemos la vena del acueducto de la cóclea que drena el tercio basal de esta.

Histología

Epitelio sensorial piloso. Aunque en el oído interno hay varios tipos tisulares, el más importante es el epitelio sensorial piloso. Este tejido es un epitelio especial, de origen ectodérmico, que lleva a cabo la parte más importante de las funciones sensoriales del oído. Tal epitelio tiene características particulares, posee dos tipos de células fundamentales: células sensibles, las células sensoriales pilosas (células ciliadas) y las células de sostén o basales. Se observan dos diferentes tipos de inervaciones, la aferente y la eferente. Sobre su superficie libre tiene una masa de material inerte, que funciona como un acoplador de estímulos mecánicos que podría llamarse cuerpo de acople mecánico. La mayoría de las células que forman este epitelio son de tipo cilíndrico alto y están apoyadas sobre una lámina basal.

Las células sensoriales pilosas son el elemento tisular que transforma los estímulos mecánicos en señales nerviosas; su característica más notable es la presencia de un mechón de prolongaciones celulares en su parte apical. De estas prolongaciones, una es un cilio, el resto entre 40 y 100, son prolongaciones de tipo especial, denominadas pelos sensorios, estereocilios o simplemente cilios.

Estas estructuras tienen forma de clavo y están alineadas en hileras que van de tres a cinco en cada célula; las hileras se acomodan en forma paralela a partir del cilio. Los cilios que pertenecen a una hilera son del mismo tamaño, pero cada hilera tiene diferente altura; junto al cilio se encuentra la hilera con cilios más largos, y a continuación en orden descendente las otras.

Los cilios sensorios presentan una estructura interior de fibras de actina asociadas en forma compleja con filamentos de fimbrina, de tal manera que constituyen un paquete hexagonal muy característico, dispuesto a lo largo de la prolongación, pero en la base estos filamentos forman un haz compacto conocido como raíz del cilio sensorio, que penetra en el citoplasma donde se asocia con tropomiosina.

Los cilios sensorios están unidos entre sí extracelularmente por microfilamentos denominados uniones cruzadas, las cuales pueden ser de varios tipos, dos de estos tipos unen a los cilios por sus paredes laterales. El tercer tipo, al que hasta el momento se le ha encontrado una importancia funcional mayor, se acomoda desde el ápice de cada una de las prolongaciones de cada hilera, hasta la pared lateral de los cilios de la hilera anterior. Este tipo de filamentos se conocen como uniones de punta o uniones verticales.

Hacia la parte basal se observan dos tipos de terminaciones nerviosas que hacen sinapsis, unas son de tipo aferente y otras de tipo eferente.

Las células de sostén son cilíndricas, de la misma altura que las sensoriales, sus núcleos son esféricos y se acomodan hacia la parte basal. Tanto estas células como las sensoriales y ambos tipos entre sí se encuentran unidas por complejos de unión.

a). Vestíbulo

Es la porción central del oído interno, de la que tanto ontológica como filogenéticamente surgen las otras dos porciones. El vestíbulo está formado por dos órganos: el utrículo y el sáculo. De los dos, el utrículo es el más grande, pues mide de 3 a 3.5 mm; dentro del vestíbulo se localiza hacia arriba y adelante, tiene una forma alargada e irregular, y en él desembocan los tres conductos semicirculares. Tanto el utrículo como el sáculo y los canales semicirculares están formados por membranas que se componen de epitelios que cubren una delgada capa de tejido conectivo.

En la pared lateral del utrículo se observa un engrosamiento que se conoce como mácula del utrículo o macula utrículo; tiene forma oval, mide 2 por 3 mm, está orientada horizontalmente, formada por epitelio sensorial piloso. Esta macula tiene sus particularidades y así tenemos que las células pilosas presentan dos variedades, los tipos I y II. Las células del tipo I son piriformes, pues su parte basal es más ancha que la apical, su núcleo es redondo y está colocado en la porción basal.

La característica más importante del tipo celular I es una terminación nerviosa eferente que la envuelve casi totalmente y solo deja libre la porción apical, donde se encuentran los estereocilios y el cilio. Estas terminaciones se conocen con el nombre de terminaciones tipo cáliz. La terminación eferente no tiene contacto con la célula pilosa, sino que hace sinapsis en el cáliz.

Por encima del epitelio hay una masa gelatinosa inerte, abundante en glucoaminoglicanos, en la cual se encuentran inmersas las prolongaciones de las células. Esta masa se denomina membrana estatocónica, pues en la parte superior tiene pequeñas estructuras calcáreas llamadas estatocónias u otolitos, las cuales tienen una matriz orgánica, aunque la mayor parte de su masa está formada de carbonato de calcio.

El sáculo es una vesícula redondeada de menor tamaño que el utrículo, ya que mide 2 a 3 mm de diámetro, se encuentra por abajo y por delante del utrículo; su mácula también es menor que la del utrículo, mide 1.5 mm y tiene su orientación vertical y perpendicular a la del utrículo.

Los conductos semicirculares son tres: superior, posterior y lateral. Sus nombres se originan del hecho de que tienen la forma de un segmento de círculo y están colocados de tal manera que cada uno tiene un ángulo de 90° con respecto a los otros dos. Los tres tienen uno de sus extremos ensanchado, formando un saco denominado ampolla membranosa.

Dentro de la ampolla, que es transversal al plano del canal, se encuentra una prominencia de tejido conectivo, la cresta ampollar. Esta prominencia está revestida de epitelio, y tiene características distintas en las diferentes regiones de la cresta; en la parte superior y en algunas regiones de los lados se observa epitelio sensorial piloso. Las características de este epitelio son diferentes en las distintas zonas de la cresta, pues en la parte apical predominan las células pilosas de tipo I y en la porción basal las de tipo II.

Sobre la cresta, y alojando las prolongaciones de las células sensoriales pilosas, se encuentra una masa de material muy semejante al que forma las membranas estatocónicas, pero en este caso no se observa las estatocónias. A esta estructura se le conoce como cúpula.

El vestíbulo es inervado por la raíz vestibular del nervio vestibulococlear; esta raíz tiene sus neuronas en el ganglio vestibular o ganglio de Scarpa, que tiene dos porciones, llamadas la porción superior e inferior del ganglio vestibular. La parte vestibular del nervio vestibulococlear también se divide en dos: el nervio vestibular inferior, que corresponde con la porción superior del ganglio vestibular e inerva al utrículo y a las crestas de los canales anterior y lateral. La otra rama del nervio vestibular es el nervio vestibular superior, que inerva al sáculo y al canal semicircular posterior, cuyas fibras se originan en neuronas de la porción inferior del ganglio vestibular.

b) Cóclea

En la porción coclear del oído interno descansa la función auditiva. La palabra cóclea significa en latín y en griego caracol. La cóclea se aprecia como un tubo membranoso, enrollado en una espiral que da dos vueltas y media.

El eje en torno del cual se enrolla el caracol es una estructura ósea conocida como modiolos, dentro del cual se encuentra el ganglio espiral, que aporta la inervación de tipo aferente; también dentro del modiolos corren las fibras de tipo eferente y los vasos que irrigan y drenan la zona. A la pared ósea de la parte externa del caracol se le conoce como lámina de los contornos.

De la pared del modiolos sobresale un reborde óseo en forma de repisa, que destaca a la luz del conducto, que recorre a todo lo largo al modiolos, al que se conoce como lámina espiral ósea; a esta estructura se adhiere el caracol membranoso.

Como el resto del oído interno, la cóclea está formada por dos partes concéntricas: el laberinto óseo y el laberinto membranoso, aunque los límites entre uno y otro no son tan claros como en la porción vestibular, pues en este caso el laberinto membranoso se pega parcialmente a las paredes del hueso, lo que divide en dos al espacio peri linfático, de tal manera que dentro del caracol, pueden observarse tres compartimentos que lo recorren longitudinalmente, estos son las rampas timpánica y vestibular, y el conducto coclear; las dos primeras contienen perilinfa y el conducto coclear endolinfa.

De los espacios peri linfáticos uno se abre hacia el vestíbulo, a la altura de la ventana vestibular, por lo que se le da el nombre de rampa vestibular; el otro termina sobre la membrana de la ventana timpánica, lo que también da lugar a su denominación.

Las dos rampas recorren longitudinalmente a la cóclea y en el ápice se unen mediante una estrecha comunicación, el helicotrema.

De los tres compartimentos de la cóclea el más importante es el conducto coclear, pues alberga al órgano que transforma los estímulos mecánicos en corrientes electrobiológicas.

El conducto coclear puede considerarse un tubo membranoso que en sus extremos termina en fondo de saco; el que está en el ápice junto al helicotrema, se denomina ciego de la cúpula, y el que está en el otro extremo se llama ciego vestibular. Al corte, este conducto presenta aspecto triangular y puede decirse que cuenta con un techo, un piso y una pared externa.

El techo esta formado por una membrana fina y semipermeable que separa a la endolinfa de la perilinfa. Esta membrana se denomina pared vestibular del conducto coclear o simplemente membrana vestibular; comúnmente se conoce como membrana de Reissner y tiene un grosor entre 1.2 y 3 micrómetros.

La pared vestibular esta formada por dos capas de epitelio separadas por una delgada membrana basal que mide entre 30 y 50 nanometros de grueso. La capa que esta hacia la endolinfa se llama epitelio endolinfático y consiste en un epitelio simple con células cúbicas bajas, que en su superficie libre muestra numerosas microvellosidades cortas; su membrana celular presenta numerosas microvesículas invaginadas. En el citoplasma de estas células se encuentran dispersos gran número de organitos.

La capa que esta en contacto con el espacio perilinfático se denomina epitelio perilinfático, que esta formado por una capa de células muy delgadas y extendidas; los pocos organitos que se observan, están agrupados alrededor del núcleo.

La pared externa del conducto coclear es una membrana resistente que esta adherida a la pared ósea de la cóclea, y recibe el nombre de ligamento espiral. Este ligamento se abulta en su porción inferior para formar la cresta espiral. Sobre el ligamento se encuentra firmemente adherida una estructura de gran importancia funcional, la estría vascular.

El piso del conducto coclear esta formado en parte por la lámina espiral ósea y en parte por una estructura muy particular, la membrana basilar. La membrana basilar divide en dos a la cóclea; pues se extiende desde la lámina espiral ósea hasta la pared externa de la cóclea, donde se inserta en una cresta de esta, que recibe el nombre de cresta de inserción de la membrana basilar.

Sobre la membrana basilar se encuentra el órgano espiral (órgano de Corti), que es la estructura más extraordinaria y compleja del oído.

E. FISILOGIA DE LA AUDICIÓN

a) Introducción

La cóclea esta formada por miles de diminutas partes móviles, que actuando en forma ordenada y en interacción con las ondas sonoras, permite la fina discriminación y la captación en un amplio intervalo dinámico de la audición en los vertebrados. La audición desempeña una función central en la vida social y cultural del hombre, ya que es con base en esta modalidad sensorial que se desarrolla el lenguaje hablado.

La función primaria del oído es convertir un patrón de vibración temporal, que se produce en el tímpano, en una configuración de movimiento en el espacio, que se genera en la membrana basilar, y este, a su vez, en una serie de potenciales de acción de las neuronas aferentes cocleares. Para un sonido, su frecuencia esta representada por el sitio de la cóclea donde se originan las neuronas que este excita, y su amplitud por la intensidad de la descarga de estas neuronas que se activan. La actividad de las neuronas

aferentes es entonces una función de la intensidad y de las magnitudes relativas de las diferentes frecuencias que componen un sonido.

En el procesamiento de la información auditiva podemos distinguir al menos tres niveles: uno periférico, que hace referencia a la detección de vibraciones sonoras y que se relaciona con el procesamiento al nivel del oído interno que da origen a las sensaciones primarias como el tono y la intensidad. Un segundo nivel de procesamiento intermedio, que permite detectar las variaciones transitorias en el sonido y su origen, y provee elementos adicionales para la percepción de la cualidad, la identificación del tono y la discriminación de los sonidos. Este procesamiento se lleva a cabo a nivel del tallo cerebral. Finalmente, un último nivel de análisis fino, en el cual los cambios temporales se procesan en los centros cerebrales superiores de la corteza cerebral, lo que permite detectar los atributos de la información auditiva, y en última instancia, lo que denominamos mensaje auditivo.

b) La Cóclea

La cóclea tiene aproximadamente 16 mil células sensoriales ordenadas en una fila de células pilosas cocleares internas y tres de células cocleares externas. Estas forman parte del órgano de Corti (Fig. 5), el cual se apoya sobre la membrana basilar, la cual presenta un cambio gradual en sus dimensiones, ya que aumenta progresivamente su ancho y grosor desde la base hasta el ápex de la cóclea. Esta modificación en la estructura de la membrana basilar es la que confiere sus propiedades como analizador de frecuencias, ya que produce un decremento de 10 mil veces su rigidez desde la base hasta el ápex. Así, cuando la vibración de un sonido se transmite a través de los huesecillos del oído medio hasta la ventana oval, se genera una diferencia de presión entre la rampa timpánica y la vestibular. En consecuencia, la endolinfa se desplaza produciendo una onda que se propaga a lo largo de la membrana basilar. Esto es lo que se denomina onda viajera; en una región específica, esta onda tiene un máximo en su amplitud, lo que depende de la frecuencia del sonido, y después tiende a disminuir rápidamente hacia el ápex de la cóclea.

Los desplazamientos de la membrana basilar hacen que las células pilosas se muevan en relación con la membrana tectoria, y como resultado sean excitadas o inhibidas dependiendo de la dirección del movimiento. La membrana tectoria actúa únicamente como una masa, produciendo una fuerza de desplazamiento horizontal sobre los estereocilios. Entre menor es la frecuencia de vibración del sonido mas cerca del ápex se produce el máximo desplazamiento de la membrana basilar. Para las frecuencias mayores, el máximo desplazamiento se localiza más cerca de la base de la cóclea. Dependiendo entonces de la región de la membrana basilar que oscila con mayor amplitud, las células pilosas de esta área se activan en mayor proporción que sus vecinas, y por consiguiente excitan a las neuronas aferentes que hacen sinapsis con ellas.

Este concepto dio origen al concepto de frecuencia característica, que describe la forma en que las neuronas de la vía auditiva responden con un umbral especialmente bajo para los sonidos de cierta frecuencia característica, y tiene un papel fundamental en

la discriminación de los tonos de un sonido. Cuando cualquier tono se duplica en frecuencia, es decir, se desplaza una octava, la región que resuena de la cóclea se desplaza alrededor de 3.5 a 4mm.

Conforme un sonido incrementa su amplitud, aumenta la amplitud de la onda viajera en la membrana basilar, incrementándose tanto el número de células pilosas que se excitan, como la cantidad de potenciales de acción que generan en la vía aferente. Los centros cerebrales superiores categorizar los tonos con base en la región de la cóclea que se excita y las amplitudes según el número de neuronas activas e intensidad con que estas descargan.

La forma antes descrita de respuesta de la cóclea ante el sonido se conoce como teoría del análisis espectral del sonido.

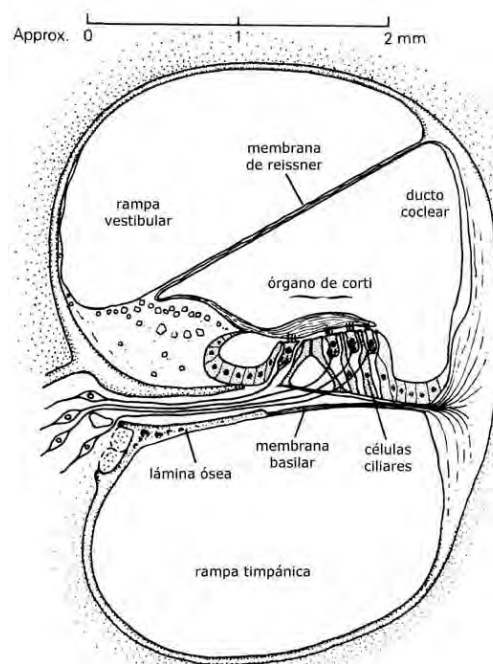


Fig. 5. Órgano de Corti

Composición de la Endolinfa y la Perilinfia

La endolinfa y la perilinfia difieren en su composición iónica. La endolinfa, a diferencia de otros líquidos extracelulares del organismo, tiene un alto contenido relativo de potasio y muy baja concentración de sodio y calcio. En contraste la perilinfia tiene una composición semejante a la del medio extracelular, esto es una baja concentración relativa de potasio y altas concentraciones de sodio y calcio.

Un hecho muy relevante acerca de las diferencias de concentración iónica entre endo y perilinfia, es que determinan una tendencia constante de los iones a moverse de un sitio al otro, lo que genera una diferencia de potencial eléctrico entre ambos compartimientos. Este potencial de alrededor de 80mv, se denomina potencial endococlear, y es fundamental en la transducción mecano eléctrica. Si por cualquier motivo el potencial endococlear decrece o desaparece, la tendencia de los diferentes iones a moverse se pierde, y con ello la posibilidad de acarrear la corriente de mecano transducción.

Existe un consenso en la idea de que la endolinfa se produce esencialmente a nivel de la estría vascular, estructura que desde el punto de vista morfológico y funcional tiene las características adecuadas para realizar tal función.

Células Ciliadas Internas

Las células ciliadas internas (CCI) cocleares tienen forma redondeada, de matraz con el núcleo localizado en su parte media y mitocondrias dispersas por todo el citoplasma. Presentan un conjunto de estereocilios ordenados con el mayor de ellos orientado hacia la parte externa de la cóclea. Tienen una forma y tamaño homogéneos a lo largo de toda la cóclea. Destacan los múltiples contactos sinápticos que estas células realizan con las fibras aferentes. Las neuronas aferentes que inervan a las CCI son 95% de todas las que constituyen el ganglio espiral. Son neuronas del tipo I, grandes células mielinizadas bipolares con una dendrita radial que establece contacto sináptico con una CCI.

La rica inervación aferente de las CCI produce una gran divergencia de la información, lo que indica que las aferentes provenientes de las CCI tienen una función fundamental en la codificación de la información auditiva.

Células Ciliadas Externas

Las CCE tienen una forma cilíndrica muy regular; su núcleo se localiza en la parte basal de las células. Forman cuatro hileras regulares con un número aproximado de 13,000 células. Los cilios de las CCE son los más largos y están unidos a la superficie inferior de la membrana tectoria. Las terminales nerviosas de la CCE son de características aferentes y eferentes.

En 1985, Brownell et al. Encontraron que las CCE presentan una motilidad dependiente del voltaje. Ellos descubrieron que al aplicar un campo eléctrico en torno a una célula ciliada, esta puede contraerse o extenderse la corriente aplicada. Posteriormente se demostró que los desplazamientos de los cilios en la dirección excitadora producen una despolarización de la célula y un acortamiento de su longitud, en tanto que las hiperpolarizaciones inducen un aumento de su longitud. Estos resultados dieron origen al concepto de amplificador coclear, que permite explicar la aguda selectividad de frecuencia que se observa en algunas neuronas aferentes, y que es altamente sensible a diversas sustancias fototóxicas y a alteraciones metabólicas. Se piensa que la capacidad contráctil o electromotricidad de las CCE introduce energía en el movimiento de la membrana basilar, contribuyendo con ello a “focalizar” el máximo en la amplitud de la onda viajera. La electromotricidad de las CCE, además de su función en el amplificador coclear, parece ser fundamental en la producción de sonido, que bajo diversas circunstancias, puede generarse en la cóclea, y originar lo que se conoce como emisiones ototacústicas.

c) Transducción mecano eléctrica

El modelo actual de la transducción mecano eléctrica se basa en las uniones de punta. Las uniones de punta son filamentos muy finos que unen el ápice de un cilio con la pared lateral del que le sigue en magnitud. Se encontró que en el extremo de dichas uniones hay canales iónicos mecanosensibles que se activan por la tracción que ejerce la unión de punta cuando los estereocilios se desplazan en dirección a los más grandes.

Al desplazarse los cilios, las uniones de punta se tensan, lo que induce un cambio molecular que lleva a la apertura de canales iónicos acoplados a ellas.

La hipótesis de transducción mecano eléctrica basada en las uniones de punta permite explicar la sensibilidad direccional de las células ciliadas, ya que desplazamientos de los cilios en dirección al estereocilio de mayor tamaño, producen un aumento en la tensión de las uniones de punta, lo que incrementa la probabilidad de apertura de los canales mecano transductores. Desplazamientos en sentido contrario disminuyen la tensión de las uniones de punta, lo que decreta la probabilidad de apertura de los canales mecano transductores.

Potencial receptor en la célula ciliada

La activación del sistema mecano transductor produce un cambio de potencial eléctrico en la célula sensorial, el cual, a su vez, determina la liberación del neurotransmisor aferente y la consiguiente activación de las neuronas del ganglio espiral que constituyen la vía auditiva aferente, y que junto con las neuronas que inervan el vestíbulo, forman el octavo par craneal.

La entrada de cationes (K y Ca) a través de los canales mecano transductores producen un cambio en el potencial de membrana de la célula ciliada. Cuando los estereocilios se flexionan en la dirección excitadora, aumenta la tensión de las uniones en punta, y consecuentemente, se abren los canales mecano transductores, lo que despolariza la célula. En el caso contrario se produce una hiperpolarización, esto es, una inhibición de la célula. La capacidad de las células ciliadas para responder diferencialmente a los desplazamientos de los estereocilios en una u otra dirección ha dado origen al concepto de polarización funcional de las células ciliadas, el cual tiene gran importancia en la fisiología vestibular y una importancia menor en la fisiología coclear, ya que todas las células ciliadas de la cóclea tienen la misma orientación.

Ante un estímulo excitador, la entrada de iones potasio por el canal mecano transductor despolariza a la célula ciliada en la región apical; ello determina que en la región basal-lateral de la célula, se abran canales iónicos de potasio sensibles al voltaje. Debido a que la concentración de potasio en la perilinfa es baja y no alta como en la endolinfa, el gradiente electroquímico del potasio hace que este Ion tienda a salir y no a entrar al interior celular, como sucede en el caso de la transducción que se realiza del lado endolinfático. De esta manera, cuando el potasio sale por los canales iónicos de la membrana basal-lateral, la célula se repolariza, lo que disminuye la permeabilidad basal-lateral al potasio, con lo que el potencial de membrana de la célula retorna a los niveles de reposo.

Los desplazamientos de iones y los cambios en la resistencia eléctrica del epitelio sensorial de la cóclea dan origen a los potenciales, que históricamente se han conocido como “microfónica coclear”. Estos potenciales microfónicos se producen como consecuencia de los desplazamientos de iones entre la endo y la perilinfa, y constituyen una medida indirecta del potencial receptor del conjunto de células ciliadas.

Cabe hacer notar que además de los canales de potasio, en la membrana basal-lateral existen también canales para el calcio y canales para el potasio dependientes de la concentración de calcio intracelular. Así una despolarización de la célula ciliada produce un incremento en la probabilidad de apertura de los canales de

calcio y lo contrario en caso de una hiperpolarización. Los canales de calcio son fundamentales, ya que provocan la liberación del neurotransmisor.

d). Vía Auditiva. La Vía Aferente

Las CCI hacen contacto sináptico con entre 10 y 30 dendritas de neuronas aferentes. Las neuronas aferentes presentan una descarga basal cercana a 60-80 potenciales de acción por segundo. Aproximadamente una cuarta parte de las neuronas descarga a una frecuencia menor y su media se ubica alrededor de 0.5 potenciales de acción por segundo.

Las neuronas aferentes reciben información de las células ciliadas por la vía de una sinapsis de tipo químico, que se caracteriza a nivel de la célula ciliada, por la presencia de un cuerpo electrodense, el cuerpo sináptico, ubicado en la proximidad de la membrana que afronta la neurona aferente.

Esta sinapsis tiene propiedades particulares, ya que la liberación del neurotransmisor se produce en forma continua y la estimulación de las células ciliadas aumenta o disminuye la cantidad de transmisor liberado. Las neuronas aferentes presentan entonces una descarga basal.

En la actualidad está claro, que al igual que otros sistemas sensoriales, el neurotransmisor entre las células ciliadas y las neuronas aferentes es un aminoácido excitador, probablemente glutamato.

e) Núcleos Cocleares

Los núcleos cocleares constituyen el sitio de sinapsis obligado para todas las fibras del nervio auditivo (Fig. 6). Representan la primera localización en el sistema nervioso central de los procesos y relevos de la información acústica periférica. Son un sitio de divergencia en el que las ramas del nervio auditivo inervan las regiones en las que se subdivide el núcleo coclear. Estas subdivisiones contienen una gran variedad de tipos celulares, muchos de los cuales reciben estímulos directos del nervio auditivo.

El núcleo coclear dorsal contiene tres capas de células, la más prominente es una capa de células granulares pequeñas, mientras que el largo núcleo coclear ventral tiene principalmente células grandes. A su vez, estas subdivisiones están estructuradas de diferentes tipos celulares. Los cuatro tipos principales de células que se encuentran exclusivamente en el núcleo coclear ventral son:

- células arbustivas esféricas
- células arbustivas globulares
- células pulpo
- células estrelladas multipolares

En el núcleo coclear dorsal se encuentran cinco diferentes tipos de células:

- Fusiformes
- Radiadas
- En abanico
- En carreta
- Pequeñas células estrelladas

Las células del núcleo coclear dorsal envían sus axones dentro de la estría acústica dorsal en donde cruzan la línea media y ascienden a la división medial del lemnisco lateral (área de Monakov). Otros axones ascienden desde los núcleos cocleares y finalmente terminan en los núcleos dorsales del lemnisco lateral y en el colículo inferior.

Los cuerpos celulares del núcleo ventral coclear envían sus axones a la oliva accesoria homolateral y a las dendritas mediales de las células de la oliva accesoria contralateral.

f) Complejo Olivar Superior

El complejo olivar superior es el principal centro procesador binaural. Su función más importante es la localización exacta del sonido a lo largo del azimut. Este importante núcleo parece construido idealmente para el procesamiento en la localización binaural del sonido, ya que analiza características como: fase diferencias de intensidad y tiempo interaural. Esta estructura está compuesta por tres núcleos principales: Olivar superior lateral, medial y cuerpo trapezoide medial.

La oliva superior medial proyecta sus fibras bilateralmente en las divisiones mediales del lemnisco lateral, hasta terminar en el núcleo dorsal del lemnisco lateral y el colículo inferior. La oliva superior lateral proyecta homolateralmente hacia la división lateral del lemnisco lateral para terminar en el núcleo dorsal del lemnisco lateral.

g) Núcleo del Lemnisco Lateral

El lemnisco lateral comienza caudalmente, cuando los axones de los núcleos cocleares contralaterales e ipsilaterales del complejo olivar superior se unen para formar un solo tracto; asciende dorsorostralmente a través del tegmento ontigo lateral y finaliza en el colículo inferior. El lemnisco lateral contiene axones ascendentes y descendentes de la vía auditiva, y entremezcladas con estos se encuentran las neuronas que componen estos núcleos.

Las fibras auditivas ascendentes del lemnisco lateral incluyen aquellas que se originan en los núcleos cocleares y el complejo olivar superior; así como aquellas que se originan dentro de los núcleos del propio lemnisco lateral; muchas de estas fibras terminan en el colículo inferior. Un número sustancial de estas fibras originadas en el lemnisco lateral pasan a través del colículo inferior y terminan en el colículo superior, mientras que otras pocas se extienden hasta el núcleo geniculado medial. El lemnisco lateral está formado por tres grandes núcleos morfológicamente distintos, juntos uno de otro de tal manera que forman una cadena que funciona como puente entre el complejo olivar superior y el colículo inferior. Estos núcleos se nombran de acuerdo con su posición, y junto con sus conexiones de entradas y salidas forman vías multisinápticas paralelas a otras vías ascendentes, ellos son:

- Núcleo ventral
- Núcleo intermedio
- Núcleo dorsal

El lemnisco lateral ventral se compone de dos áreas: el área columnar y el área multipolar. El lemnisco lateral ventral recibe proyecciones contralaterales del núcleo coclear. Las neuronas del lemnisco lateral ventral proyectan ipsilateralmente hacia los

núcleos centrales del colículo inferior, y una gran mayoría de proyecciones menores cruzan el tallo cerebral hasta terminar en el colículo inferior contralateral.

El lemnisco lateral medial se ha descrito como una zona de transición entre el lemnisco lateral ventral y el lemnisco dorsal. Las neuronas de este núcleo proyectan ipsilateralmente al colículo inferior y probablemente al cuerpo geniculado medial.

El núcleo del lemnisco lateral dorsal está constituido por un gran grupo de neuronas y se encuentra embebido entre las fibras del lemnisco lateral ventral. Está formado por diferentes tipos de neuronas, las cuales se orientan preferentemente en un plano horizontal. Este núcleo proyecta principalmente al colículo inferior, bilateralmente al colículo superior y en menor extensión a la división medial y dorsal del cuerpo geniculado medial. Las proyecciones de esta estructura hacia el colículo inferior son tonotópicas.

h) Colículo Inferior

El colículo inferior se encuentra en el cerebro medio, el sitio en donde la vía auditiva que anteriormente divergía desde los núcleos cocleares hasta los múltiples tractos ascendentes, ahora converge. Aunque el colículo inferior tiene conexiones directas de fibras de segundo orden ipsilaterales y contralaterales que vienen desde los núcleos cocleares, otro gran número de fibras entran por vías que sinaptan en el complejo olivar superior y el lemnisco lateral. Algunas fibras del lemnisco lateral evitan el colículo inferior y terminan directamente en el núcleo geniculado medial. Por tanto, el colículo inferior puede considerarse una estación de relevo obligado de sinapsis para la gran mayoría de fibras entrantes, que de esta manera favorecen la adición de los procesos auditivos del tallo cerebral. El colículo inferior está constituido por diferentes subdivisiones anatómicas. Se definió un gran núcleo central separado en una división dorso medial no laminada y una porción ventrolateral laminada, las cuales son cubiertas por un núcleo pericentral.

El núcleo central recibe proyecciones eferentes auditivas. Las proyecciones auditivas hacia la corteza y núcleos paracentrales son estructuralmente menos gruesas y reciben también proyecciones corticales descendentes somatosensoriales.

j) Cuerpo Geniculado Medial

El núcleo geniculado medial es el relevo auditivo talámico hacia la corteza. Convencionalmente se divide en dorsal, ventral y divisiones mediales. Las proyecciones distantes del colículo inferior van principalmente hacia el cuerpo geniculado medial.

La parte principal del núcleo inferior del cuerpo geniculado medial se compone principalmente a la corteza auditiva primaria. Existe un orden espacial de las proyecciones de las neuronas hacia la corteza auditiva, de esta manera la porción anterior de la parte principal termina en la porción rostral de la corteza auditiva, y la porción posterior de esta estructura termina en la parte caudal de la corteza auditiva.

j) Corteza Auditiva

La corteza auditiva en los humanos está asociada con el giro transversal temporal y está profundamente enterrada en la cisura de Silvio. Estudios con potenciales provocados y diversas consideraciones anatómicas dividen a la corteza auditiva en corteza primaria y corteza secundaria, así como varias áreas de asociación, que incluyen

el campo anterior, el posterior, el ventroposterior y el campo cortical posterior ectosilviano.

En su porción rostral, la corteza auditiva primaria presenta neuronas que responden a altas frecuencias y la porción caudal responde a bajas frecuencias.

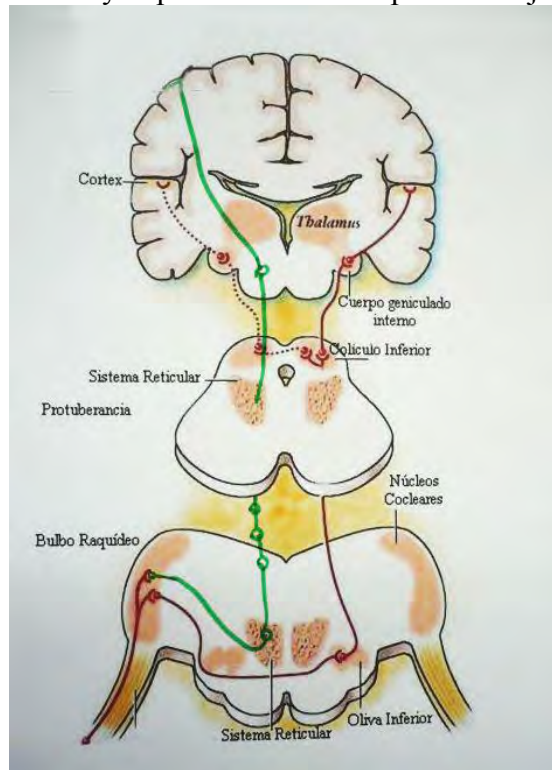


Fig. 6 Vía Auditiva Aferente

k) La Vía Eferente

La vía eferente coclear es sumamente compleja. La vía eferente coclear tiene su origen en conjuntos de células que se localizan en torno a los núcleos medial y lateral de la oliva superior. Los conjuntos de axones que surgen de estas regiones forman el haz olivococlear. Desde el punto de vista estructural se pueden diferenciar dos grandes haces: el haz olivococlear medial y el lateral.

El haz olivococlear lateral inerva principalmente las CCI. Las neuronas que lo forman se encuentran en torno al núcleo lateral de la oliva superior, y proyectan en forma ipsilateral esencialmente hacia las CCI. El haz olivococlear medial inerva principalmente las CCE, se origina a nivel del núcleo olivar medial, y proyecta hacia la cóclea, tanto ipsi como contralateralmente.

Desde el punto de vista funcional, se sabe que la estimulación del haz olivococlear produce una reducción en la onda I de los potenciales evocados del tallo cerebral, equivalente a una reducción en el sonido de alrededor de 20db.

El neurotransmisor del sistema eferente es principalmente la acetilcolina.

2.4 Aspectos Epidemiológicos

A. INCIDENCIA

La incidencia de hipoacusia en recién nacidos es de 1-4 por mil, lo que representa una de las anomalías congénitas más frecuentes (JCIH, Pediatrics, 2007). De allí que por décadas se haya intentado diseñar métodos de detección temprana de estas pérdidas en especial para la detección de hipoacusia en grupos en los que existen factores de alto riesgo de sordera que se anotan de acuerdo con el JCIH en la Tabla 1.

FACTORES DE ALTO RIESGO
Historia familiar de pérdida auditiva
Infección intrauterina (rubéola, citomegalovirus, toxoplasmosis)
Anomalías craneofaciales
Hiperbilirrubinemia
Bajo peso al nacimiento (menor a 1500gr)
Medicamentos ototóxicos
Infecciones Postnatales: Meningitis bacteriana y viral
Apgar de 0-4 al minuto o 0-6 a los 5 minutos
Síndromes asociados a hipoacusia, hipoacusia progresiva o de inicio tardío tales como Neurofibromatosis, osteopetrosis y Síndrome de Usher. Otros frecuentemente identificados incluyen Waardenburg, Alport, Pendred y Jervell and Lange-Nielson.
Ventilación mecánica por más de 5 días
Trauma Craneal principalmente de la base del cráneo o fractura del hueso temporal
Quimioterapia

TABLA No. 1. Factores de Alto Riesgo según JCIH 2007.

Con el transcurrir del tiempo, ha habido grandes avances en la tecnología de miniaturización de equipos, en la aparición de “software” de interpretación, y la simplificación de los métodos de ejecución. Históricamente, hipoacusia moderada a severa en niños no era detectada en el período de recién nacido, e incluso no era inusual que se detectará hasta la edad escolar. Se han desarrollado además, nuevos exámenes auditivos que han permitido una mayor y mejor identificación, con altos niveles de especificidad y sensibilidad. Esto ha hecho posible que esos programas sean posibles y más aún, que se hayan convertido en una realidad en todo el mundo.

2.5 Identificación, diagnóstico y rehabilitación temprana

Esta establecido que los niños que son diagnosticados y rehabilitados en forma temprana (entre los 3 y 6 meses de edad) tienen un desarrollo de lenguaje sin mayores diferencias en comparación con sus pares normales (Elden, 2002). Por otra parte, aquellos que son detectados en forma tardía tienen un retraso importante de lenguaje, que en función del tiempo se van haciendo más difíciles o imposibles de revertir (Fig. 7).

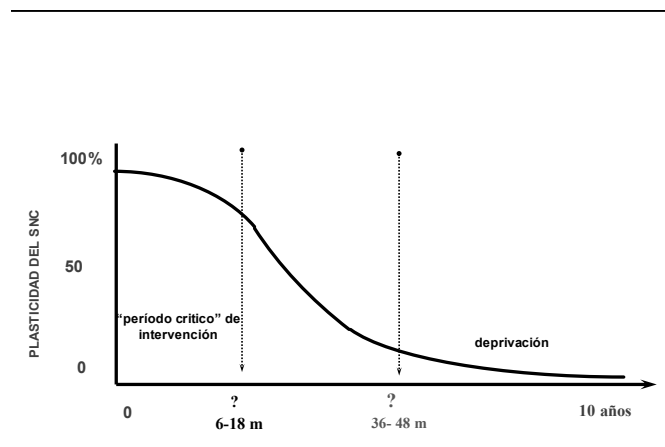


Fig. 7. Plasticidad del SNC para el desarrollo del lenguaje en relación a la edad

Todo esto ha llevado a que en Europa, Estados Unidos y también en México, se estén implementando programas de Tamiz Auditivo Neonatal (TAN) cuyo ideal es que sea universal, es decir, que se aplique a todos los recién nacidos (Berruecos, 2008).

En 1999 la Academia Norteamericana de Pediatría reportó que la incidencia de hipoacusia en niños aparentemente normales era entre un 1 a 3 por mil de recién nacidos. En recién nacidos que requieren de cuidados intensivos la cifra sube de 2 a 4 por cada mil.

Los programas de screening auditivo universal en recién nacidos llevados a cabo en ciudades como Rhode Island y en los Estados de Colorado y Texas arrojaron cifras de hipoacusia entre 2-4 por mil.

La prevención de los problemas auditivos debe enfocarse en sus tres clásicos niveles:

- Prevención Primaria: para evitar el daño y su consecuente disfunción.
- Prevención Secundaria: para que el daño orgánico que no se pudo prevenir, se identifique y detecte lo más tempranamente posible evitando así la discapacidad.
- Terciaria, para que las acciones terapéuticas y protésicas eviten o reduzcan al mínimo la desventaja social, humana, educativa, económica y cultural de quien presenta estos problemas y para que sea así posible su inserción integral en el ambiente en el que deben desarrollarse (Berruecos, 2008).

Prevención Primaria: la prevención del daño y la disfunción

La aplicación de los esquemas de vacunación a mujeres embarazadas, específicamente contra la rubéola y la utilización conciente de antibióticos ototóxicos son acciones que constituyen la prevención primaria.

Otras formas de lograr los objetivos de la Prevención Primaria son: el estudio de los aspectos genéticos de la sordera y la información masiva para que se tome en cuenta la importancia de la audición, el impacto de la sordera, sus causas y las formas como puede prevenirse o atenuarse.

Prevención Secundaria: Prevención de la Discapacidad. Identificación temprana

La prevención secundaria de la sordera se logra por medio de programas específicos de identificación de problemas auditivos. Independientemente de que se presentan en cualquier grupo de edad, se pueden identificar **grupos “blanco”**, en los que concurre una **prevalencia alta o media** y la factibilidad de establecer **medios efectivos de prevención y control**.

Prevención Terciaria: la prevención de la desventaja Habilitación y Rehabilitación

Cuando existen problemas auditivos es necesario llevar a cabo programas de habilitación, cuando las destrezas comunicativas no se llegaron a desarrollar, o de rehabilitación, cuando esas habilidades se habían desarrollado normalmente pero se perdieron al presentarse la patología en los órganos de la comunicación lingüística.

3. BASES Y APLICACIONES CLINICAS DE LOS POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS DE TALLO CEREBRAL.

3.1 Introducción

Los potenciales evocados auditivos de tallo cerebral (PEATC) constituyen una técnica que se refiere a un grupo de pruebas neurofisiológicas utilizadas en Audiología y Neurología, con base en el registro de las variaciones de los potenciales eléctricos que se generan debido a la actividad que producen las neuronas de la vía auditiva, cuando estas son provocadas por medio de estímulos auditivos (Payne, 2007).

Los electrodos que registran la información, se colocan usualmente en la piel del cráneo y en la apófisis mastoides. La elección de la colocación de los electrodos dependerá de que parte del sistema auditivo vaya a evaluarse. Las fuentes generadoras de la actividad eléctrica no se concentran en una sola estructura, sino que se propagan por conducción fisiológica a través de los tejidos vecinos.

La forma más comúnmente utilizada para definir los diferentes tipos de respuestas eléctricas auditivas, se basa en el tiempo en que ocurre la respuesta, en relación con el momento en que se presentó el estímulo. Para fines prácticos se reconocen tres variantes: potenciales de latencia temprana o corta (0 a 10ms) de latencia media (10 a 50ms) y de respuesta tardía o larga (50 a 500ms). Dentro del ámbito audiológico los potenciales de latencia temprana o corta son los que se más se utilizan.

3.2 Características de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral

La medición de los PEATC es un complemento valioso en la batería de pruebas diagnósticas audiológicas y neurológicas, ya que los PEATC son una herramienta no quirúrgica de gran utilidad para determinar la integridad del VIII par craneal y el funcionamiento normal de ciertas áreas y estructuras del tallo cerebral, que participan en la función auditiva.

Las respuestas de latencia corta que un sujeto normal produce como respuesta al estímulo auditivo se generan en forma automática, es decir, el sujeto no tiene que estar despierto ni consciente para producirlas. Por tanto, los PEATC son de gran importancia para determinar el funcionamiento normal de los mecanismos auditivos del tallo cerebral en las siguientes situaciones:

- a) En la evaluación de recién nacidos o niños pequeños cuando en ellos se sospecha de fallas auditivas.
- b) En la evaluación de pacientes inconscientes, en estado de coma, bajo sedación o anestesia general.
- c) Para llevar a cabo un monitoreo durante la administración de medicamentos ototóxicos.
- d) En el diagnóstico de tumores del ángulo pontocerebeloso.
- e) Para realizar monitoreo transoperatorio.

Fuentes generadoras de los PEATC. Estudios recientes en animales y resultados de mediciones transoperatorias sugieren que los componentes de los PEATC se producen por la superimposición de la actividad eléctrica en varios sitios generadores, y que al menos una parte de esta actividad se genera en las fibras de las vías auditivas.

La onda I es un potencial negativo de superficie que se ubica en una pequeña región de la piel del cráneo, cerca del oído estimulado. Las demás ondas (II a V) son potenciales positivos de superficie que tienen una amplia difusión sobre la piel del cráneo.

Las mediciones transoperatorias ubican el origen de la onda I en la porción periférica del VIII PC, ipsilateral al estímulo. Este potencial representa la actividad eléctrica de las fibras que salen de la porción basal de la cóclea.

La onda II, además de tener un componente con origen en los núcleos cocleares ipsilaterales, refleja por un lado, la actividad eléctrica de la porción intracraneal del VIII PC, ipsilateral al estímulo, cuya latencia, medida durante cirugías, corresponde adecuadamente a la latencia observada de la onda II.

La onda III tiene su origen en la parte caudal del puente, y probablemente tal onda representa la actividad del cuerpo trapezoide contralateral o la actividad eferente del complejo olivar superior contralateral que asciende a través del lemnisco lateral.

Los sitios identificados con la onda IV se relacionan con el lemnisco lateral y la onda V con los colículos inferior ipsi y contralaterales.

Las ondas VI y VII no siempre se encuentran presentes en sujetos normales, se refiere que la onda VI se genera en el núcleo geniculado medial, y la onda VII en las radiaciones auditivas.

En unos PEATC de un adulto normal que se registra en condiciones óptimas, pueden identificarse siete ondas (I-VII) durante los primeros 10 ms después de presentar el estímulo auditivo. Las ondas I, II, III, IV, V son constantes y se encuentran en todo sujeto normal. Las ondas VI y VII son variables y solo se registran en 84% (oído

ipsilateral) y 43% (oído contralateral) de una población de personas con audición normal.

Los parámetros utilizados en la evaluación clínica con PEATC, incluyen:

- 1.- Las latencias absolutas de las ondas I, III, V.
- 2.- Las latencias interonda I-III, III-V y I-V.
- 3.- La amplitud de las ondas I y V.
- 4.- La relación de amplitud de las ondas V y I.
- 5.- La función latencia-intensidad.
- 6.- La diferencia entre las latencias interaurales.
- 7.- La respuesta a cambios en la frecuencia de presentación de los estímulos.
- 8.- La morfología y la reproducibilidad de las ondas.
- 9.- Los umbrales electrofisiológicos.

1. Latencia absoluta. Las latencias absolutas de las ondas que conforman los PEATC medidas desde la aplicación del estímulo al vértice de la onda, proveen un fundamento clínico importante para la interpretación.

2. Latencias interonda. Las latencias interonda generalmente se definen como los periodos entre los puntos máximos de una onda y otra. Las latencias interonda de las ondas I-III y III-V deben ser aproximadamente de 2.0ms y el intervalo interonda I-V debe ser de alrededor de 4.0ms. Tomando en cuenta el límite de la desviación normativa de la latencia absoluta, aquel de las latencias interonda es aproximadamente de 0.4ms.

Existen pocos factores que pueden alterar las latencias interonda en sujetos normales. En ausencia de hipotermia o inmadurez cerebral (en neonatos y niños pequeños), una prolongación de las latencias interonda es una indicación de disfunción de la conducción auditiva central. La latencia interonda I-III representa la conducción de la parte proximal del VIII PC al segmento caudal de la vía auditiva del tallo cerebral, mientras que la latencia interonda III-V es un indicador de la conducción en el área rostral de la región del puente y de la porción de la vía auditiva en el mesencéfalo. El intervalo I-V representa la totalidad de la conducción central a través del tallo cerebral.

Las anomalías de latencia, generalmente se definen como una prolongación de la latencia absoluta y de una latencia interonda de por lo menos dos desviaciones normativas mayores que el promedio en sujetos normales.

3. Amplitud de las ondas I y V. La medición de las amplitudes de las ondas I y V generalmente se hace a partir del pico de la onda, hasta el punto más bajo de la negatividad que sigue al pico. El intervalo de amplitud de las ondas observadas en el análisis de los PEATC es aproximadamente de 0.1 a 1 mv. Las amplitudes absolutas de las ondas individuales que conforman el PEATC, no son tan importantes de la evaluación clínica debido a la variabilidad marcada entre sujetos.

4. Relación entre las amplitudes de las ondas V y I. En pacientes con funciones cocleares normales, la amplitud de la onda V debe ser igual o mayor que la amplitud de la onda I. Por tanto, la proporción característica es mayor o igual que uno. En los recién nacidos se considera que la onda I tiene la misma amplitud que la onda V o es de mayor amplitud.

5.- Función latencia-intensidad. Cuando la intensidad del estímulo disminuye de 90db a 60db nivel de audición normativa, la latencia de todas las ondas tiene aumentar lentamente. La función latencia-intensidad de la onda V puede utilizarse para distinguir entre las lesiones conductivas, cocleares y retrococleares. Cada una de estas condiciones muestra una función latencia-intensidad característica, que difiere del patrón normal.

6.- Diferencias en la latencia interaural. Cuando la sensibilidad auditiva periférica es similar en ambos oídos, la latencia de la onda V de cada oído debe ser similar. Cuando existe una diferencia en el valor de la latencia de la onda V entre los oídos que sea mayor que 0.4ms, probablemente exista una anomalía.

7.- Respuesta a cambios en la frecuencia de presentación de estímulos. En sujetos normales la latencia de la onda V tiende a incrementarse cuando la frecuencia del estímulo aumenta, de alrededor de 10 estímulos por segundos a 100 estímulo por segundo. Se considera normal un aumento de latencia de la onda V de aproximadamente 0.5ms. Un incremento del valor de 0.7 a 0.8ms se considera anormal. La amplitud de la onda V tiende a mantenerse constante aunque la latencia aumente.

8.- Morfología y reproducibilidad. Los resultados de los PEATC deben mostrar claramente las ondas I a V. La latencia de los PEATC en un sujeto dado, debe ser consistente, así como reproducible dentro de un intervalo de 0.1ms.

9.- Los umbrales electrofisiológicos. Se considera la intensidad umbral aquella que es la mas baja en la cual se puede distinguir solo la onda V.

Factores que pueden afectar los PEATC. Existen una serie de factores que puedan alterar las amplitudes y latencias de las ondas que conforman el PEATC.

Temperatura. Todas las latencias absolutas e interonda tienden a incrementarse en cuanto disminuye la temperatura basal del cuerpo, y llegan a desaparecer totalmente a temperaturas alrededor de 20 °C o inferiores.

Sexo del sujeto. La latencia absoluta de todas las ondas, especialmente la onda V, son mayores en hombres que en mujeres. Por lo general, los hombres muestran latencias de la onda V significativamente más altas que lo que se observa en las mujeres. Aunque no existe una diferencia entre ambos sexos con respecto a las latencias interonda III-V, las latencias interonda I-III y III-V tienden a ser mayores en los hombres.

Aunque estas diferencias generalmente se atribuyen a diferencias en el tamaño de la cabeza (y en la longitud de las vías auditivas correspondientes), por sí solas no parecen suficientes para explicar toda la variedad observada.

Edad del sujeto. La maduración del sistema nervioso central durante los dos primeros años de vida produce cambios marcados en los PEATC.

Intensidad del estímulo. La intensidad del chasquido que se presenta como estímulo, afecta la amplitud, latencia y forma de las ondas que conforman los PEATC. La onda V es la ultima en desaparecer, y puede registrarse en algunos sujetos hasta llegar a una intensidad de 10db. Con una disminución en la intensidad del estímulo, las latencias

absolutas de todas las ondas aumentan en forma casi idéntica. Por tanto, en general se considera que la disminución de la intensidad no afecta las latencias interonda.

Frecuencia de presentación de los estímulos. Se observa una pequeña prolongación de la latencia interonda I-V, de aproximadamente 0.3 a 0.45ms, con un aumento de la frecuencia de estímulo de 10 a 70 u 80 chasquidos/s.

Fase acústica (polaridad) de los estímulos. Si la onda inicial mueve el diafragma del audífono hacia el oído del sujeto- lo que produce un movimiento hacia dentro de la membrana timpánica- el estímulo es un “chasquido de condensación”. La contraparte de este fenómeno se conoce con el nombre de “chasquido de rarefacción”, que se produce cuando el primer movimiento del diafragma del audífono se realiza en sentido contrario, moviendo la membrana timpánica hacia fuera.

La fase del estímulo (condensación o rarefacción) tiene consecuencias importantes sobre la amplitud, latencia y forma de los componentes de los PEATC. En 60% de los sujetos, los chasquidos de rarefacción reducen la latencia absoluta de la onda I. En 70% de los casos, los chasquidos de rarefacción producen una mayor definición de la onda IV y una mejor separación de las ondas IV y V, en comparación con los chasquidos de condensación.

Modo de presentación del estímulo. En el caso de la estimulación binaural, un estímulo aplicado simultáneamente en ambos oídos puede aumentar la amplitud de las ondas III, IV y V en 65 a 70% de los sujetos, porque estas ondas reciben una contribución bilateral.

3.3 Potenciales evocados auditivos en pacientes pediátricos

Sensibilidad auditiva en lactantes.

La evaluación de pacientes pediátricos para la detección de hipoacusia puede iniciarse poco después de nacer, aunque la inmadurez del sistema nervioso auditivo debe tomarse en consideración en tales casos. Las ventajas de los PPATC para el examen auditivo en niños de edad temprana incluyen la posibilidad de evaluar cada oído por separado y también de utilizar estímulos por conducción aérea y ósea.

No obstante, los PEATC realmente no evalúan la respuesta auditiva global. La ausencia de los PEATC no es un indicador infalible de la pérdida severa de la audición periférica. En lactantes, la ausencia de los PEATC puede deberse a la inmadurez del sistema nervioso central y, por tanto, a la falta de sincronización neuronal.

Evaluación de recién nacidos y lactantes. Se puede recomendar el uso de los PEATC para evaluar a recién nacidos y lactantes que presentaron factores de alto riesgo al nacer y que muchos de ellos provienen de la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN), o niños que tengan alta probabilidad de presentar disfunción auditiva por otras razones con conductas sospechosas de hipoacusia como:

- Familiares hipoacúsicos o con problemas neurológicos
- Atresia congénita u otra malformación del oído.
- Antecedente de asfixia neonatal severa o con apgar menor de tres al minuto
- Hiperbilirrubinemia
- Malformaciones craneofaciales congénitas
- Hemorragia intracraneal.
- Exposición a fármacos ototóxicos
- Procesos sépticos y/o meningitis
- Peso menor al nacer de 1,500gr.

La evaluación de los PEATC en neonatos y niños generalmente muestra resultados consistentes con los de otros métodos de evaluación audiológica, tales como impedanciometría y pruebas de observación conductual. Los programas de evaluación de recién nacidos con pruebas de PEATC producen información objetiva y relativamente confiable. Se ha visto que 10% de los neonatos de alto riesgo de la UCIN pueden egresar del hospital con problemas auditivos en uno o ambos oídos, y de ellos, alrededor de 2% tendrán problemas tan severos que requerirán el uso de auxiliares auditivos (Hirsch, 1984).

Se estima que 1 de cada 1000 recién nacidos presenta alteración de la audición, pero de ameritar cuidados intensivos neonatales, el riesgo es de 1 en 50, lo que representa una incidencia 20 veces mayor que para neonatos en condiciones normales.

Se han hecho numerosos estudios sobre la incidencia de disfunción auditiva en este tipo de población, entre los cuales hay reportes exagerados sobre esta estimación a tasas tan altas como 59%, y la razón de este error estimativo se debe a que también hay una alta incidencia de hallazgos falsos positivos y a los sesgos inducidos por estudiar muestras de pacientes no representativas.

Criterios de evaluación pediátrica. Así como en los adultos, la correlación neuropatológica en pacientes pediátricos incluye: prolongación de las latencias interonda, anomalías de amplitud relación I/V y retardo significativo de las latencias con el incremento en la latencia del estímulo. Muchas enfermedades o alteraciones pre, peri y postnatales pueden causar secuelas neurológicas dando anomalías de los PEATC tanto en forma reversible como irreversible, por lo que hay que ser muy cuidadosos para emitir nuestro pronóstico

FRECUENCIA		31/SEG				
EDAD	I	III	V	I-V	I-III	III-V
R.N	2.20	5.03	7.44	5.04	2.77	2.27
3/12	1.98	4.60	6.68	4.56	2.50	2.11
9/12	1.96	4.39	6.34	4.45	2.44	2.20
18/12	1.99	4.32	6.24	4.43	2.43	2.09
30/12	1.94	4.19	6.16	4.12	2.28	2.08
36/12	1.84	4.06	5.85	3.90	2.11	2.00

TABLA 2. Valores normales de Latencia en mseg.

3.4 Instrumentación electroacústica y Procedimiento para el registro

Condiciones del Paciente. Idealmente el paciente deberá de encontrarse en reposo, tranquilo y confortable y dentro de una cabina sonoamortiguada.

Electrodos. Deberán ser colocados idealmente sobre la piel cabelluda con la técnica necesaria para reducir la impedancia eléctrica a un grado menor a 5000 ohms, señalando a la derivación Cz-A1 para los estímulos del oído izquierdo y Cz-A2 para los estímulos del oído derecho, vigilando que cada uno de ellos tenga una impedancia similar; el tercer electrodo , se conecta a tierra con el objeto de cancelar el “ruido” eléctrico proveniente de otras señales eléctricas diferentes a las que captan los electrodos registradores, como el EEG, la contracción muscular y la señal de 60 ciclos en la línea eléctrica.

Amplificación. Sirve para aumentar la amplitud de la señal eléctrica recogida por el electrodo en orden de microvoltios, una amplificación entre 10 y 25 mcvs, es útil para obtener este resultado de manera confiable.

Filtros de Banda Pasante. Tienen como objeto eliminar en lo posible la mayor parte del ruido de entrada sin distorsionar la amplitud y la morfología de las respuestas; deberán seleccionarse aquéllos que atenúen el ruido y permitan pasar sin afectar la frecuencia que contiene la señal. En los PEATC la mayor contribución de la señal está concentrada por encima de los 150Hz, mientras que la mayor parte del ruido está por debajo de los 100Hz.

Promediación. Una respuesta al ser sumada y promediada sobre el ruido de fondo prevalece como la señal del potencial provocado transformándolas en valores digitales.

Estímulo. El inicio del estímulo deberá ser preferentemente muy rápido, es por eso que el click o chasquido descrito como un pulso cuadrado de banda amplia con duración menor a 1mseg es el estímulo que ha sido más utilizado.

3.5 Ventajas de los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral

- Detectan precozmente la pérdida auditiva mejorando la posibilidad de rehabilitación audiológica y de lenguaje en un niño sordo en sus primeras etapas de la vida.
- Permiten observar objetivamente la integridad de la vía auditiva en sus primeras sinapsis.

4. RESULTADOS Y ANALISIS ESTADISTICO

Se realizaron Potenciales Evocados Auditivos de Latencia Corta en ambos oídos a 20 niños entre dos y cinco años sin factores de riesgo y a 20 niños entre dos y cinco años con antecedentes de factores de riesgo, obteniendo los siguientes resultados:

FRECUENCIA		31/SEG				
EDAD	I	III	V	I-V	I-III	III-V
R.N	2.20	5.03	7.44	5.04	2.77	2.27
3/12	1.98	4.60	6.68	4.56	2.50	2.11
9/12	1.96	4.39	6.34	4.45	2.44	2.20
18/12	1.99	4.32	6.24	4.43	2.43	2.09
30/12	1.94	4.19	6.16	4.12	2.28	2.08
36/12	1.84	4.06	5.85	3.90	2.11	2.00

TABLA 3. Valores normales de Latencia en mseg.

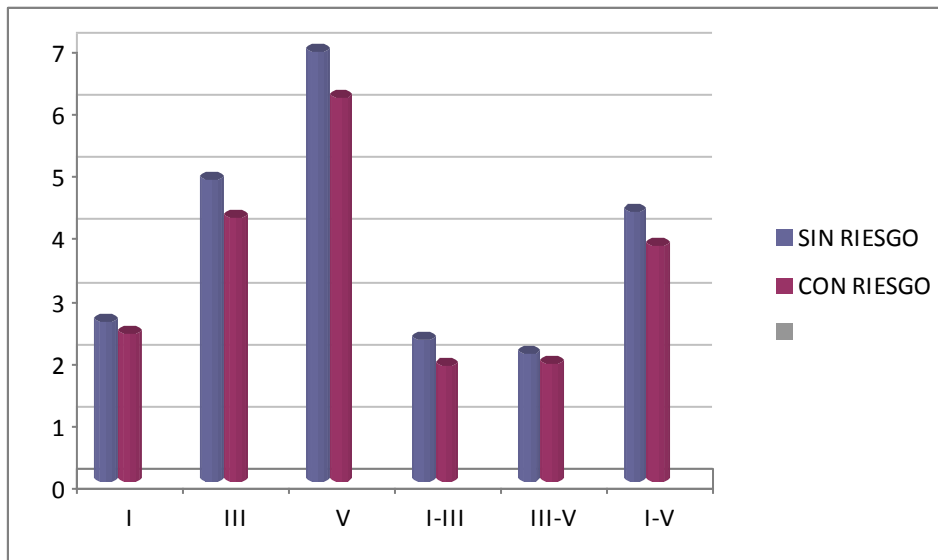
COMPARATIVO DE PROMEDIO DE LATENCIAS POR OIDO

OIDO DERECHO

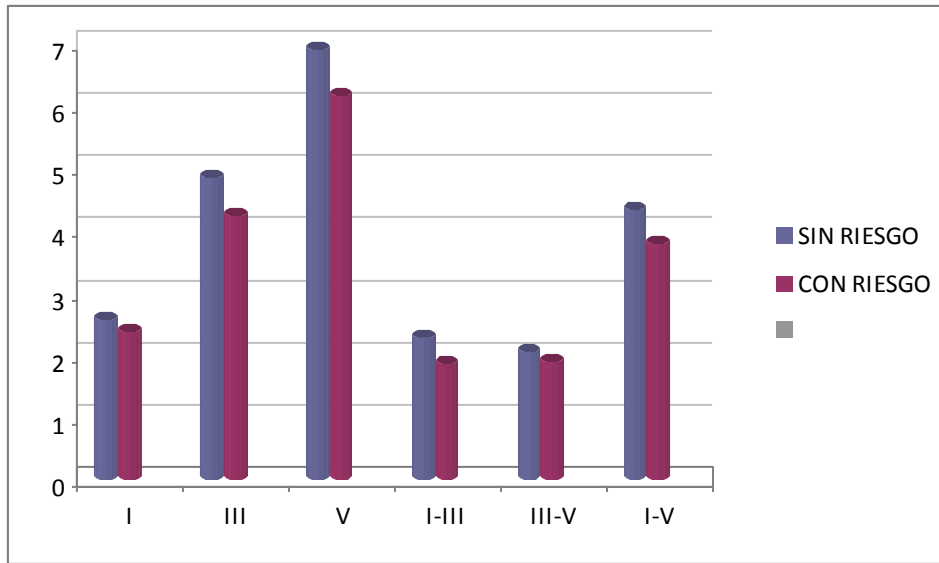
	I	III	V	I-III	III-V	I-V
SIN RIESGO	2.48	4.78	7.01	2.28	2.23	4.52
CON RIESGO	2.24	4.12	6.12	1.87	1.99	3.96

OIDO IZQUIERDO

	I	III	V	I-III	III-V	I-V
SIN RIESGO	2.56	4.85	6.90	2.28	2.05	4.33
CON RIESGO	2.38	4.24	6.14	1.86	1.90	3.77



Comparativo de Promedio de Latencias en Oído Derecho

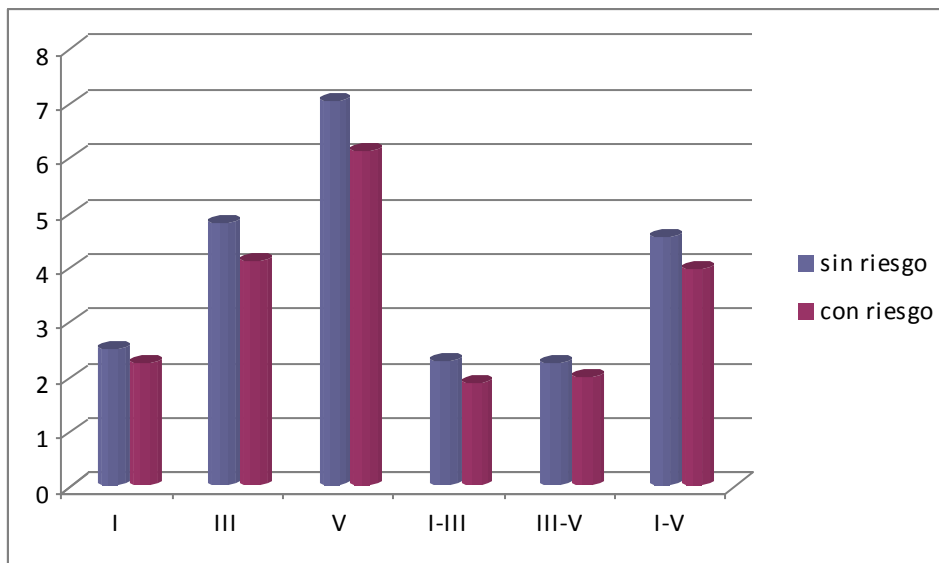


Comparativo de Promedio de Latencias en Oído Izquierdo

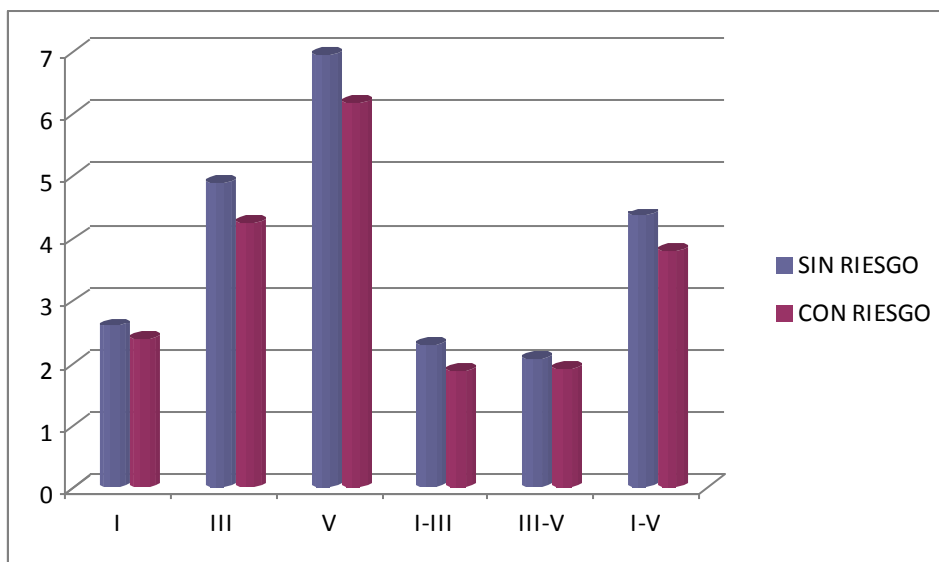
COMPARATIVO DE MEDIANA

	DERECHO						
	I	III	V	I-III	III-V	I-V	
sin riesgo		2.51	4.8	7.05	2.28	2.25	4.53
con riesgo		2.25	4.12	6.12	1.87	2	3.97

	IZQUIERDO						
	I	III	V	I-III	III-V	I-V	
SIN RIESGO		2.58	4.86	6.93	2.28	2.06	4.35
CON RIESGO		2.38	4.25	6.15	1.86	1.91	3.77



Comparativo de Medianas en Oído Derecho



Comparativo de Medianas en Oído Izquierdo

5.- DISCUSION

La audición es uno de los órganos de los sentidos esenciales para la integración del ser humano en la sociedad ya que de ella depende la adquisición del lenguaje en la infancia y el desarrollo de otras aptitudes como la lectura y la escritura.

Si un niño no oye no podrá integrarse adecuadamente a su entorno social y el impacto socioeconómicos será mayor proporcionalmente a la tardanza de la identificación oportuna de la hipoacusia.

Por eso debe pensarse en la identificación temprana de los problemas auditivos desde el nacimiento, en todos los neonatos. La mitad de los niños que nacen sordos presentan

uno o más factores de riesgo pero la otra mitad, proviene del grupo que no tuvo ningún factor de riesgo de sordera. Esta es la razón para que la identificación neonatal de sordera sea preferentemente universal y no se limite selectivamente, a los niños con riesgo de sordera.

De acuerdo a los datos reportados en el INEGI en el año 2000 en México existen tres personas con discapacidad auditiva por cada mil habitantes, es decir 281,793 personas con discapacidad auditiva de las cuales 3451 son menores de cinco años. De ahí la importancia de realizar pruebas de identificación oportuna de gran precisión en etapas tempranas de la vida. En esta forma el diagnóstico oportuno redundará en un tratamiento oportuno y en la disminución del impedimento que ocasiona la discapacidad auditiva dando iguales oportunidades de desarrollo a los niños identificados con hipoacusia.

En esta tesis se trata de comparar las características de los Potenciales Evocados Auditivos de tallo Cerebral en niños hipoacúsicos sin factores de riesgo y niños hipoacúsicos con factores de riesgo, con el fin de caracterizar el comportamiento del estudio y su utilidad clínica; los resultados obtenidos demuestran que no existe una diferencia estadísticamente significativa mediante la prueba de Xi cuadrada modificada en el promedio de las latencias en el grupo de niños hipoacúsicos sin factores de riesgo y en el grupo de niños hipoacúsicos con factores de riesgo como podría pensarse debido a la influencia sobre la audición en niños que presentan factores de riesgo, por lo que el estudio de PEATC puede ser aplicado de igual forma y con la misma confianza en todos los pacientes.

La utilidad de los PEATC es indiscutible en la audiología infantil. Es posible realizarlo a cualquier edad; permitiendo la determinación global de los niveles auditivos, sin embargo es imprescindible mencionar que sería imposible realizar el estudio de PEATC a todos los recién nacidos ya que el costo y el tiempo de realización del estudio es mayor en comparación al de Emisiones Otoacústicas, por lo que solo aquellos niños que no pasen la prueba de emisiones Otoacústicas o presenten alto riesgo de hipoacusia se les debe realizar el estudio de PEATC.

6.-CONCLUSIONES

- a) Aplicando la prueba de Xi cuadrada modificada se encuentra que la diferencia que existe entre el grupo de niños hipoacúsicos sin factores riesgo y el grupo de niños hipoacúsicos con factores de riesgo no es estadísticamente significativa por lo tanto el comportamiento de los PEATC en ambos grupos se puede considerar similar.
- b) Las latencias de los PEATC no muestran una diferencia estadísticamente significativa para ambos grupos por lo que se considera que tienen un comportamiento similar.
- c) De lo anterior se concluye que al no haber diferencia estadísticamente significativa en ambos grupos la realización de los PEATC en niños hipoacúsicos sin factores de riesgo y niños hipoacúsicos con factores de riesgo es tan segura y eficaz para la determinación global de los niveles auditivos.
- d) Con los resultados obtenidos se comprueba la hipótesis Ho: El tiempo de las latencias absolutas e interonda es igual en niños hipoacúsicos con factores de riesgo que en niños hipoacúsicos sin esos factores.
- e) La utilidad de los PEATC es indiscutible en la audiolología infantil; es posible realizarlo a cualquier edad con una confiabilidad superior al 94% constituyen la prueba audiológica más sensible para la detección de problemas auditivos.
- f) La tesis nos da la posibilidad en un futuro de ampliar el estudio al analizar otros datos que nos proporciona el estudio de PEATC como es el analizar la amplitud y la latencia de niños hipoacúsicos en comparación con niños normoyentes en un mismo grupo de edad. Igualmente se podría analizar en un futuro el comportamiento de los PEATC al analizar determinados factores de riesgo o por el número de factores de riesgo.

ANEXO 1
NIÑOS HIPOACUSICOS SIN FACTORES DE RIESGO

No.	SEXO	EDAD	I (ms)	III (ms)	V (ms)	I-III (ms)	III-V (ms)	I-V (ms)	Umbral Onda V (db)
1	M	5	OD 2.93 OI 2.87	5.2 5.23	7.7 7.53	2.27 2.37	2.5 2.3	4.77 4.67	70 70
2	F	4	OD 1.88 OI 1.9	3.9 4.0	6.2 6.4	2.02 2.1	2.3 2.4	4.32 4.5	80 80
3	M	2	OD 2.3 OI 2.4	4.3 4.5	6.7 6.9	2 2.1	2.4 2.4	4.4 2.4	80 70
4	M	5	OD 1.33 OI 1.4	3.8 3.67	5.7 5.47	2.47 2.27	1.9 1.8	4.37 4.07	70 70
5	F	5	OD 2.30 OI 2.28	4.18 4.33	6.05 6.12	1.88 3.84	1.87 1.79	3.75 3.84	90 90
6	F	3	OD 2.2 OI 2.2	4.21 4.30	6.33 6.29	2.01 2.1	2.12 1.99	4.13 4.09	60 70
7	M	2	OD 2.1 OI 2.3	4.5 4.6	6.9 7.0	2.4 2.3	2.4 2.4	4.8 4.7	70 70
8	M	4	OD 2.5 OI 2.4	4.6 4.4	6.8 6.3	2.1 2	2.2 1.9	4.3 3.9	60 60
9	M	3	OD 1.8 OI 1.83	3.73 4.13	6.1 6.03	1.93 2.3	2.37 1.9	4.3 4.2	80 80
10	M	2	OD 2.67 OI 2.73	4.33 4.5	6.63 6.8	1.67 1.77	2.3 2.3	3.97 4.07	80 80
11	F	2	OD 1.87 OI 1.92	3.9 4.1	6.03 6.22	2.03 2.18	2.47 2.12	4.5 4.3	60 60
12	F	2	OD 4.23 OI 4.47	6.07 6.2	7.77 8.03	1.83 1.73	1.7 1.83	3.53 3.57	70 80
13	F	3	OD 2.0 OI 2.14	4.2 4.36	6.33 6.51	2.2 2.22	2.13 2.15	4.33 4.37	80 80
14	M	5	OD 2.4 OI 2.5	4.8 4.8	6.3 6.2	2.4 2.3	1.5 1.4	3.9 3.7	70 70
15	M	4	OD 1.9 OI 1.9	3.6 3.5	5.8 5.9	1.7 1.6	2.2 2.4	3.9 4.0	60 60
16	F	3	OD 2.1 OI 2.3	4.3 4.2	6.0 6.1	2.2 1.9	1.7 1.9	3.9 3.8	90 90
17	F	5	OD 1.77 OI 1.75	3.85 3.9	6.21 6.40	2.08 2.15	2.36 2.5	4.44 4.65	90 90
18	M	3	OD 2.3 OI 2.5	4.5 4.4	6.6 6.7	2.2 1.9	2.1 2.3	4.3 4.2	70 70
19	F	4	OD 1.77 OI 1.83	4.62 4.73	6.9 6.8	2.85 2.9	2.28 2.07	5.13 8.63	80 80
20	M	3	OD 2.1 OI 2.3	4.4 4.5	6.4 6.33	2.3 2.2	2 1.83	4.3 4.03	90 90

TABLA No.4. Latencias Absolutas, Intervalos interonda y Umbral de onda V

ANEXO 2
NIÑOS HIPOACUSICOS CON FACTORES DE RIESGO

No.	SEXO	EDAD	I	III	V	I-III	III-V	1-V	Umbral Onda V
1	F	2	OD 2.30 OI 2.37	4.15 4.20	6.05 6.1	1.85 1.83	1.9 1.9	3.75 3.73	90 90
2	F	2	OD 2.0 OI 1.9	3.97 4.17	6.0 6.17	1.97 2.27	2.03 2	4.0 4.27	70 70
3	F	3	OD 2.2 OI 2.3	4.0 3.99	6.22 6.13	1.8 1.69	2.22 2.14	4.02 3.83	70 80
4	M	5	OD 2.5 OI 2.6	4.53 4.55	6.67 6.53	2.03 1.95	2.14 1.98	4.17 3.93	80 80
5	F	4	OD 1.4 OI 1.4	3.7 3.9	5.17 5.2	2.3 2.5	1.47 1.3	3.77 3.8	80 80
6	M	3	OD 2.17 OI 1.9	4.03 4.2	5.93 5.9	1.87 2.3	1.9 1.7	3.77 4.0	90 80
7	M	5	OD 1.34 OI 1.4	3.7 3.67	5.8 5.7	2.36 2.27	2.1 2.03	4.46 4.3	70 70
8	M	2	OD 2.75 OI 2.90	5.35 5.24	7.40 7.35	2.6 2.34	2.05 2.11	4.65 4.45	60 70
9	F	2	OD 1.70 OI 1.55	4.65 4.50	6.35 6.62	2.95 2.95	1.7 2.12	4.65 5.07	90 90
10	M	5	OD 2.0 OI 1.93	3.95 3.91	6.12 6.23	1.95 1.98	2.17 1.98	4.12 4.3	80 70
11	M	5	OD 1.71 OI 1.68	3.71 3.55	5.22 5.22	2.00 1.87	1.51 1.67	3.51 3.54	70 70
12	F	4	OD 2.23 OI 2.23	4.25 4.32	6.12 5.98	2.02 2.09	1.87 1.66	3.89 3.75	90 90
13	F	3	OD 2.0 OI 2.14	4.21 4.23	5.99 6.03	2.21 2.09	1.78 1.8	3.99 3.89	80 80
14	M	3	OD 1.87 OI 1.93	3.75 3.87	6.23 6.12	1.88 1.94	2.48 2.25	4.36 4.19	80 70
15	M	5	OD 1.85 OI 1.9	3.66 3.75	6.01 6.12	1.81 1.85	2.35 2.37	4.16 4.22	90 90
16	F	3	OD 2.1 OI 2.3	4.03 4.21	5.89 6.12	1.93 1.91	1.86 1.91	3.79 3.82	80 80
17	M	4	OD 1.77 OI 1.75	3.6 3.56	6.24 6.14	1.83 1.81	2.64 2.58	4.47 4.39	90 80
18	M	2	OD 2.4 OI 2.5	4.1 4.1	5.89 5.87	1.7 1.6	1.79 1.77	3.49 3.37	70 70
19	F	3	OD 1.75 OI 1.83	3.67 3.57	5.80 5.78	1.92 1.74	2.13 2.21	4.05 3.95	70 70
20	F	4	OD 2.2 OI 2.4	4.1 4.3	6.2 6.22	1.9 1.9	2.1 1.92	4.2 3.82	80 80

TABLA No. 5. Latencias Absolutas, Intervalos interonda y Umbral de onda V

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Academia Americana de Pediatría, Junta del Comité de la Academia Americana de Pediatría sobre hipoacusia infantil (2007) Comunicado del consenso. *Pediatrics*.
- 2.- Beagley HA, Sheldrake JB (1987). Diferencias en la respuesta de tallo cerebral por edad y sexo. *British Journal of Audiology*. Vol12, Issue 3, pp 69-77.
- 3.- Berruecos VP, Flores L (2006) Los problemas de audición en la edad preescolar: Identificación, diagnóstico y tratamiento del niño sordo. Ed. Trillas, pp 75-79.
- 4.- Berruecos VP (2008). Diagnóstico y Tratamiento de los Problemas de audición y lenguaje. En: Narro RJ, López BJ y Rivero SO (Eds): Diagnóstico y tratamiento en la Práctica Médica. El Manual Moderno y UNAM, México pp 149
- 5.- Elden L, William P (2002) Screening y prevención de hipoacusia en niños. *Current opinion in Pediatrics*. Vol. 14, Issue 6: pp 723-730.
- 6.- Hirsch A, Kankunen, A. (1984) Historia de alto riesgo en la identificación de hipoacusia en recién nacidos. Vol3 Issue 4, pp 177-182.
- 7.- Moller, F. (1985). Fisiología del Sistema auditivo y su relación con el uso de Potenciales evocados auditivos de tallo cerebral en el diagnóstico: Evaluación de la disfunción del sistema auditivo central y correlación clínica. Williams and Williams Publishing Co, Ed Baltimore pp 23-41.
- 8.- NIH (1993) Comunicado sobre Identificación temprana de discapacidad auditiva en niños. 11: 1-24.
- 9.- Payne MS y Carol AR. (2003) Estimación de hipoacusia en niños: Comparación de Potenciales de estado estable y Potenciales de Tallo cerebral. *Am J Audiol*, 12:125-136.
- 10.- Pruszewicz A, Pospiech, I (2001). Bajo peso al nacimiento como factor de riesgo para hipoacusia. *Scandinavian Audiology*, Vol. 30, Issue 1, 52, pp 152-159.
- 11.- Sebastian GD. (1999) Audiometría Clínica. En *Audiología Práctica*. Editorial Médica Panamericana, 5a. Ed. Bs. As. Cap 17. 171.
- 12.- Robinslaw HM (1995). Intervención temprana de la discapacidad auditiva: diferencias en el desarrollo de la comunicación y la lingüística. *Br J Audiol* 29(6): 315-34.
- 13.- Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK et al. (1998) Lenguaje de niños con hipoacusia identificada temprana y tardíamente. *Pediatrics*. 102(5): 1161-71.