



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

ESPECIALIDAD EN:
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

**“CORRELACIÓN TOMOGRÁFICA DE ESTENOSIS DEL
CONDUCTO AUDITIVO INTERNO CON HIPOACUSIA
SENSORIAL EN PACIENTES DEL INR EN EL PERIODO
2007-2009”**

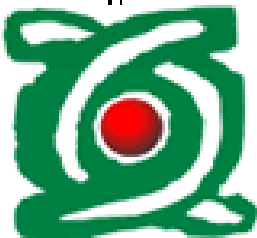
T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

P R E S E N T A :
DR. EDGAR IVÁN SANDOVAL DOMÍNGUEZ

PROFESOR TITULAR:
DRA. XOCHQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESORES:
DRA. DIANA JUDITH GUTIÉRREZ TINAJERO
DR. GARLY DANIEL GONZÁLEZ ROSADO
DRA y M. en C. MARÍA DE LA LUZ ARENAS SORDO



MÉXICO D.F.

FEBRERO 2011



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.

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA
PROFESOR TITULAR

DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA MÉDICA

DRA. DIANA JUDITH GUTIÉRREZ TINAJERO
ASESOR CLÍNICO

DR. GARLY DANIEL GONZÁLEZ ROSADO
ASESOR CLÍNICO

DRA. y M. en C. MARÍA DE LA LUZ ARENAS SORDO
ASESOR METODOLÓGICO

AGRADECIMIENTO

Gracias...

A Dios, por la vida, la salud, la familia a la que me envió. Por su presencia en todo momento, por las oportunidades brindadas, por darme la capacidad de gozar este existir.

A mis padres, por su amor, su comprensión, su apoyo incondicional, su consejo oportuno, su abrazo que da fuerza, sus palabras de aliento, su ejemplo de seres humanos íntegros llenos de amor, profesionistas entregados, personas incansables, saben que los amo, gracias.

A los complices, mis hermanos, por hacer un momento más agradable, por permitirme compartir con ellos una infancia, una juventud y lo que venga.

A mi abuelita, tíos y primos, por su cariño, su presencia en todo momento y por engrandecer mi vida.

A los que en el cielo están, por su presencia constante en situaciones alegres y tristes, en el despertar y anochecer, por sus grandes bendiciones.

.

A los asesores y colaboradores de este trabajo, por su amistad, su tiempo, ayuda y esfuerzo.

ÍNDICE

TITULO	PAGINA
1. Introducción	1
2. Marco Teórico	2
3. Justificación	46
4. Planteamiento del Problema	46
5. Hipótesis	47
6. Objetivo General	47
7. Objetivos Específicos	47
8. Objetivo Secundario	48
9. Material y Métodos	48
10. Resultados	55
11. Gráficas	61
12. Discusión	65
13. Conclusiones	67
14. Bibliografía	69

INTRODUCCION

Las malformaciones del oído interno causan con frecuencia hipoacusias severas a profundas, e incluso restos auditivos dependiendo de la gravedad de la malformación. Estas alteraciones pueden estar asociadas o no a síndromes genéticos. La estenosis del conducto auditivo interno es una malformación que en la mayoría de las veces no se asocia a síndromes genéticos, pero si provoca alteraciones anatómicas del nervio vestibulococlear, pero se desconoce su relación precisa con algún grado de hipoacusia.

Los problemas de audición son una causa frecuente de discapacidad que incide en la calidad de vida de las personas en su desarrollo personal y profesional, por lo que llegar a la etiología exacta de este problema puede brindar una mejor rehabilitación.

MARCO TEÓRICO

EPIDEMIOLOGIA

La estenosis del conducto auditivo interno es una malformación rara, con una incidencia en Estados Unidos de Norte América de 15 en cada 100 000 nacidos vivos. Afecta por igual a hombres y mujeres, en el 70% de los casos es unilateral, sin tener predilección por el oído derecho o izquierdo. La literatura médica reciente manifiesta que un 90% de los pacientes con conducto auditivo interno estrecho presenta alteración en la anatomía del nervio vestibulococlear, de los pacientes con esta alteración, el 90% tendrá aplasia del octavo nervio craneal y el 10% hipoplasia del octavo par craneal., pero no se desconoce la relación exacta que pudiera tener con manifestaciones audiológicas. (4)

DESARROLLO EMBRIOLOGICO DEL OIDO INTERNO

Las anomalías del nervio se presentan aisladas y en asociación a estenosis del conducto auditivo interno y/o malformaciones congénitas del laberinto. Una posible explicación de que sea un hallazgo aislado asociado a anomalías del nervio puede ser por el desarrollo embriológico del laberinto y del nervio craneal VIII. El desarrollo de la cóclea humana inicia cuando aparece la placoda ótica durante la tercera semana de gestación, esta placoda se transforma en vesícula ótica que dará origen al conducto endolinfático, al utrículo, sáculo, conductos semicirculares y cóclea. A la 9ª semana la cóclea está completamente desarrollada e inicia a aparecer el epitelio neural. Los neuroblastos del ganglio coclear se separan del epitelio ótico. Las primeras fibras aferentes entran indiferenciadas al epitelio ótico a las 10 semanas de gestación. (11)

Embriológicamente la osificación del conducto auditivo interno está íntimamente relacionado con la calcificación de la cápsula ótica. Las variaciones en el desarrollo y neumatización del hueso temporal influyen en el tamaño, la forma y la orientación del conducto auditivo interno. La migración de los neuroblastos desde la cresta neural, que constituirán el nervio vestibulococlear, se acompaña de los osteoblastos que formarán el conducto auditivo interno, aún que en algunas ocasiones esta migración no se da de manera coordinada, por lo que podemos tener alteraciones en el octavo par craneal con un conducto auditivo interno de características normales. (11,12)

Las fibras nerviosas al inicio son abundantes conforme se van desarrollando el epitelio neural disminuyen en un 25%, esta organización es llamada estabilización neural. El desarrollo coclear y su diferenciación dependen de dicha estabilización neural. (21)

El desarrollo del oído interno no depende solo de algún estímulo neuronal sino también del desarrollo y diferenciación de las células ciliadas, su localización y especificidad. Existe un trofismo y una cito - diferenciación en las fibras neuronales aferentes. Hay un factor de crecimiento que produce la vesícula ótica que es necesario para la supervivencia de las neuronas y la estabilización neuronal. (21)

El VIII par craneal y/o la rama coclear pueden estar ausentes en pacientes con cóclea normal, debido a una alteración en el efecto trófico que ejerce la cóclea sobre las neuronas cocleares, lo que puede resultar en un buen desarrollo de la cóclea con aplasia del nervio coclear. (12).

Existe la hipótesis que un conducto auditivo interno está formado normalmente sólo ante la presencia de un nervio vestibulococlear normal. Por lo tanto un disturbio en el efecto trófico de la cóclea puede resultar en la disminución de muchas fibras neuronales lo que llevaría a un conducto auditivo interno estenótico. (12)

HISTOLOGIA DEL OIDO INTERNO

El más importante tejido del oído interno es el epitelio sensorial piloso, que en los mamíferos solo se encuentra en el oído interno, este tejido es de origen ectodérmico. Este epitelio se encuentra en todos los órganos del oído interno formando engrosamientos. En cada órgano que se presenta el epitelio tiene características particulares, pero en el oído se observa un patrón histológico común, tiene dos tipos de células: células sensoriales pilosas (también llamadas células ciliadas) externas e internas, y células de sostén o basales. (26)

Sobre su superficie libre tiene un material inerte, que funciona como un acoplador de estímulos mecánicos, que podría llamarse cuerpo de acople mecánico. (26)

La mayoría de las células que forman este epitelio son de tipo cilíndrico 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 cilio y de 40 a 100 pelos sensorios, estereocilios o simplemente cilios, estas estructuras están alineadas en hileras que van de 3 a 5 en cada célula, las hileras se acomodan en forma paralela al quincilio. (26)

Los pelos sensorios de una misma hilera son del mismo tamaño, pero cada hilera tiene distinta altura. Los pelos sensorios presentan una estructura en su interior fibras de actina asociadas en forma compleja con filamentos de fimbrina, constituyendo un paquete hexagonal muy característico, en la base de estos filamentos se forma un haz compacto conocido como raíz del pelo sensorio, que penetra al citoplasma y se asocia a la tropomiosina. Los pelos sensorios están unidos entre sí extracelularmente por microfilamentos denominados uniones cruzadas, que pueden ser de distintos tipos de acuerdo a las interconexiones que le permitan a los pelos sensorios percibir los estímulos. Dos tipos de estas uniones unen a los pelos por sus paredes laterales, otra conexión de la punta del pelo sensorio a la pared lateral se le llama unión de punta o unión vertical. (26)

En el ápice de la célula pilosa se observa una zona más oscura en toda su superficie, zona que corresponde a una condensación de citoplasma en la que se encuentra una densa red de fibrina actina y fimbrina, llama velo red terminal, en este citoplasma se fijan las raíces de los pelos sensorios. (26)

El velo terminal tiene lateralmente una pequeña porción en la que no existen fibras, se conoce como poro cuticular. A través de este poro en las células pilosas de la porción vestibular, se inserta el único cilio, que tiene una estructura tubular interna clásica y está unido a un corpúsculo basal. (26)

El núcleo de éstas células pilosas es grande y se encuentra en la parte inferior de las células, en el resto del citoplasma se observan los organelos celulares comunes en los epitelios, con una gran cantidad de mitocondrias. Hacia la parte basal se observan dos tipos de terminaciones nerviosas que hacen sinapsis, uno aferente y otro eferente. (26)

Las células pilosas se encuentran polarizadas funcionalmente, tienen especializaciones morfológicas en sus polos, hacia la porción apical tienen los pelos sensorios, el velo terminal y una abundante cantidad de mitocondrias, hacia el polo basal observamos la sinapsis y gran cantidad de mitocondrias, lo que marca dos zonas diferentes, en las que se encuentran segregadas las dos funciones que realiza este tipo de células que son: captar señales mecánicas y por otro lado emitir señales nerviosas, en la porción apical está la función sensorial y en la parte basal radica la transmisión. (26)

Las células de sostén son cilíndricas, de la misma altura que las sensoriales, sus núcleos son esféricos y se encuentran hacia la parte basal. Estas células tienen un apartado de Golgi muy desarrollado, abundante condrioma y un complicado citoesqueleto, lo que indica que estas células tienen funciones secretoras. Las células de sostén y sensoriales están unidas por complejos de unión. (26)

ANATOMIA DEL CONDUCTO AUDITIVO INTERNO

El conducto auditivo interno es una estructura ósea, un canal neurovascular, que da paso al nervio vestibular, coclear, facial, el nervio intermedio, la arteria laberíntica y la vena de la fosa craneal posterior.

Se distinguen tres regiones:

- a).- el meato, localizado en la superficie posterior del hueso temporal;
- b).- el canal
- c).- el fundus. (2)

La duramadre y la aracnoides del conducto auditivo interno se extienden a la lámina cribosa. La cresta falciforme divide a la lámina cribosa en dos porciones una superior y otra inferior, proporcionando alojamiento para la duramadre. (2)

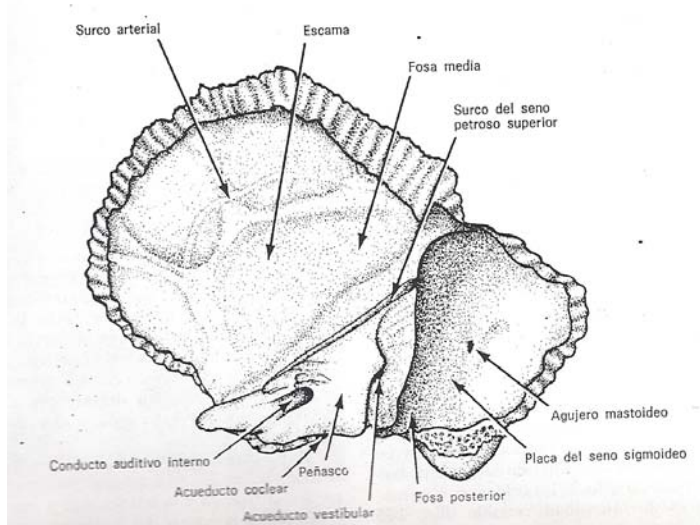


FIG.1: Hueso temporal (25)

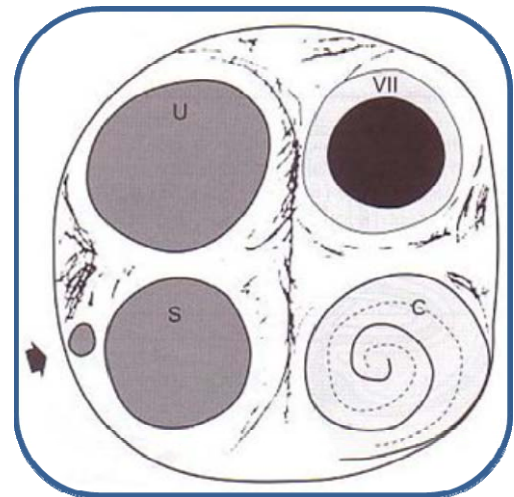


FIG.2: Nervios en el conducto auditivo interno (25)

El compartimento superior también es dividido por una cresta vertical en dos, uno anterior, que contiene al nervio facial y al nervio intermedio y uno posterior que contiene al nervio vestibular superior. En el compartimento inferior el nervio coclear pasa por el cuadrante anterior mientras que el nervio vestibular inferior ocupa el cuadrante posterior. (2,17)

Estudios radiológicos han demostrado que 58% de los conductos tienen una orientación de 80 a 90 grados con respecto al plano sagital y el 37% de los conductos de 91 a 100 grados en el mismo plano. (17)

El conducto auditivo interno nace en la cara postero-superior del peñasco (a nivel de la fosa craneal posterior) y se dirige hacia fuera y hacia atrás. Mide aproximadamente 1 cm. de largo y 0.4 cm. de ancho. Como ya se mencionó el fondo del conducto está dividido en 2 partes, superior e inferior, por una cresta horizontal llamada cresta falciforme. También existe una cresta vertical, bien marcada arriba donde recibe el nombre de Barra de Bill, y poco marcada abajo, que subdivide el fondo del conducto en otras 2 partes anterior y posterior. (2)

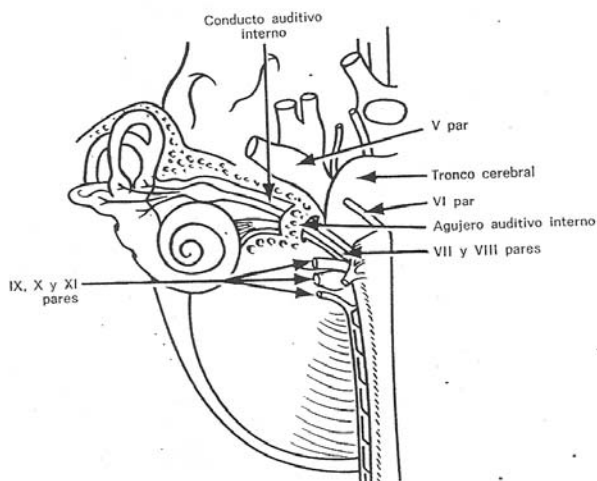


FIG. 3: Conducto auditivo interno y nervio craneal VIII (25)

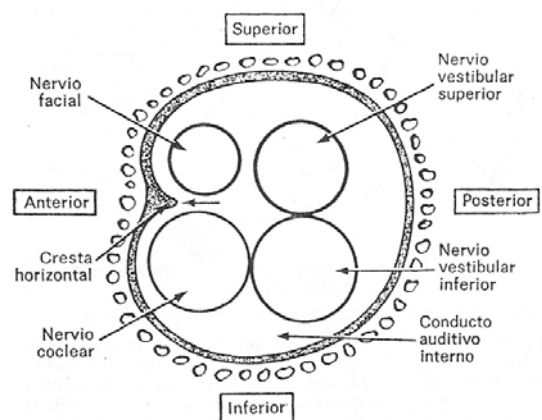


FIG. 4: Disposición de los nervios en el CAI (25)

De este modo queda dividido el fondo del conducto en 4 porciones: antero superior, donde penetra el nervio facial, acompañado por el intermediario de Wrisberg al acueducto de Falopio; antero inferior, donde sale el nervio coclear; posterosuperior, donde sale la rama vestibular superior, y postero inferior, donde sale la rama vestibular inferior. Esta misma disposición anatómica es la que siguen los nervios dentro del conducto mismo, es decir que anteriormente corren por arriba el nervio facial y por abajo el coclear, mientras que posteriormente corren los nervios vestibulares superior e inferior. (2)

A nivel de la fosa craneal media, los principales elementos anatómicos que hallamos por debajo de la duramadre son de adelante atrás: la fosita del ganglio de Gasser, los nervios petrosos superficiales y la eminencia arcuata (que corresponde al conducto semicircular superior). Los 2 últimos tienen relaciones bastante constantes con el conducto auditivo interno, y constituyen los únicos reparos anatómicos para hallarlo desde la fosa craneal media. (2)

Fisch ha observado que el conducto auditivo interno se encuentra formando un ángulo de 60° con la eminencia arcuata, siendo respectivamente los brazos anterior y posterior de dicho ángulo. (21)

Fisch y House abordaron el conducto auditivo interno utilizando la eminencia arcuata como la referencia primaria que tiene una relación cercana con el canal superior, la cual varía dependiendo del grado de neumatización del hueso temporal. Se observó que el canal superior forma un ángulo de 60 grados con respecto al nervio vestibular superior, este hecho se utiliza para localizar el límite posterior del conducto auditivo interno. (21)

Portman y Cohan refieren que el conducto auditivo interno se encuentra 10 mm por delante de la eminencia arcuata, a lo largo de una línea paralela al borde superior del peñasco pero que pase por el ápex del conducto semicircular superior. (21)

El nervio petroso superficial mayor (nervus petrosus major) sale del foramen de Falopio, llegando luego al ganglio geniculado, al facial (nervus facialis) y finalmente al conducto auditivo interno. (21)

En la medición por tomografía del conducto auditivo interno se considera estenosis cuando el eje transversal es menor a 4 mm y en la medición en cortes histológicos cuando es menor a 3 mm, en cualquiera de sus porciones. (14)

En cortes histológicos se ha observado el diámetro horizontal del conducto auditivo interno va de 2.5 mm a 5.26 mm con una media de 3.68 mm y el diámetro vertical va de 2 a 5.8 mm con un promedio de 3.72 mm. La longitud de este conducto en promedio es de 8 mm. (21)

La diferencia en la longitud de los conductos auditivos internos de un oído a otro puede ser hasta de 4 mm. En el diámetro del conducto auditivo interno se refleja de manera indirecta el volumen del paquete neurovascular que pasa por este conducto. La longitud y todos los diámetros de este conducto están determinados en gran medida por el grado de neumatización del hueso temporal. (21)

El conducto auditivo interno es uniformemente cilíndrico con variaciones de 1 a 2 mm en el diámetro vertical. Algunos canales pueden tener forma de embudo, de reloj de arena por disminución de su diámetro vertical en la parte distal o intermedia de su trayecto respectivamente, generando una estenosis del conducto auditivo interno. (13,14)

La mejor exposición del conducto auditivo interno y su contenido se aborda por la fosa craneal media. El abordaje del conducto auditivo interno exige un amplio conocimiento sobre su anatomía y sus variaciones. (13,14)

Al realizar la craneotomía lo primero que se identifica es la arteria meníngea media que pasa por el foramen espinoso, la elevación de la duramadre muestra posteriormente la eminencia arcuata y el seno petroso superior medialmente. La gran longitud del nervio petroso superficial es una referencia crucial para localizar el conducto auditivo interno. (2)

El ganglio geniculado sirve de referencia para el nervio facial que se encuentra medialmente a este. La exposición del conducto auditivo interno es visualizada entre el canal superior y la vuelta basal de la cóclea, justo medial al ganglio geniculado. (2)

Parisier estudió varios especímenes de hueso temporal con alteraciones de osificación de la placoda ótica y sus derivados (cóclea, canal superior, nervio facial y acueducto de Falopio) observó que tenían poca variabilidad con respecto a las grandes variaciones y alteraciones que tienen las estructuras neurales y vasculares. (21)

NERVIOS DEL CONDUCTO AUDITIVO INTERNO

Es necesario utilizar imágenes que tengan cortes de 1 mm o menos para visualizar el nervio facial y el vestibulococlear, por separado dentro del conducto auditivo interno. La visualización de los nervios es mucho mejor con cortes de 0.7mm, los 4 nervios del conducto auditivo interno pueden ser visualizados y diferenciados con este tipo de cortes, la

reconstrucción en tercera dimensión de estas estructuras ofrece una mejor visualización de sus características anatómicas y morfológicas. (19,20)

La reconstrucción parasagital permite visualizar nervios, que en el corte axial no se han podido diferenciar o bien que se encuentran en las porciones antero inferior de la pared del conducto auditivo interno. (19,20)

Los nervios pueden ser medidos con imágenes que tengan una resolución de cortes de 0.66mm. El diámetro del nervio vestibular en su porción superior e inferior es difícil de evaluar. (19)

Algunas veces esta división solo se observa en el fondo del conducto auditivo interno. Los diámetros del nervio coclear y facial son más fáciles de evaluar en imágenes parasagitales del conducto auditivo interno. Frecuentemente la porción coclear del nervio craneal VIII es más larga que el nervio facial. Estos nervios se observan mejor a nivel del ángulo cerebelopontino, el nervio coclear fue encontrado 1.5 a veces más largo que el nervio facial. (19,20)

- **NERVIO VESTIBULOCOCLEAR**

Es el octavo par craneal, tiene 2 porciones: un nervio vestibular que se encarga de enviar las aferencias necesarias para mantener el equilibrio y un nervio coclear que envía aferencias auditivas. Ambas porciones emergen de manera independiente por el tronco del cerebro en el surco formado entre el puente y el bulbo raquídeo. (19,22)

El nervio vestibular permite la coordinación de los movimientos oculares y de la cabeza, junto con el vestíbulo en el oído interno. Se origina en las células del ganglio vestibular o de Escarpa situado al fondo del conducto auditivo interno, atraviesa este conducto junto con el nervio coclear, nervio facial y la arteria laberíntica. Existen cuatro núcleos vestibulares en la unión entre el puente y el bulbo raquídeo en la porción lateral del suelo del cuarto ventrículo. (22).

El nervio coclear se origina en el ganglio espiral o de Corti situado en el modiolo de la cóclea. Las prolongaciones periféricas de estas células bipolares viajan hasta el ganglio espiral desde las células ciliares del órgano de Corti. Los núcleos cocleares están en el bulbo raquídeo, es uno dorsal y otro ventral, ambos en la superficie del extremo rostral del bulbo adyacentes a la base del pedúnculo cerebeloso inferior. (22)

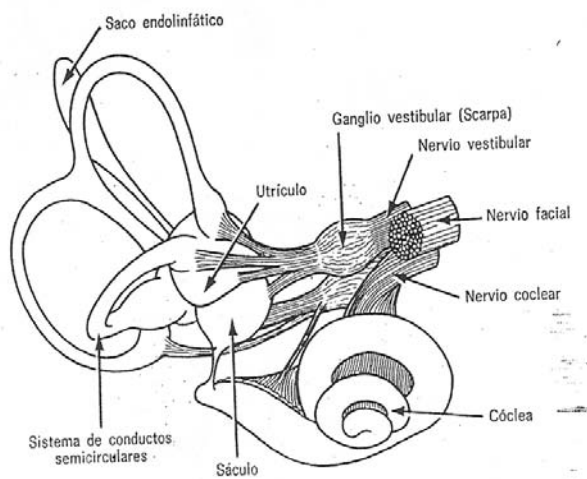


FIG. 5: Nervio vestibulococlear (25)

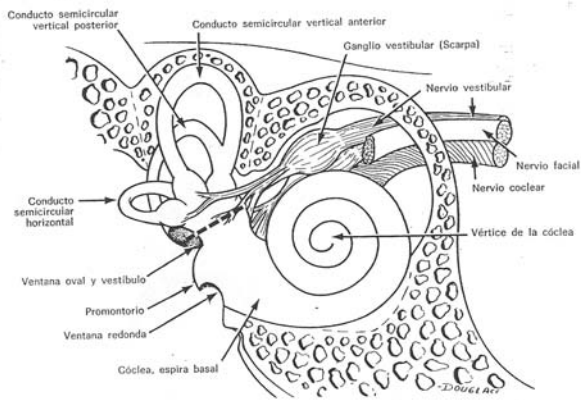


FIG. 6: Ganglio vestibular (25)

Las alteraciones del nervio esteatoacústico en un 75% son unilaterales, 15% bilaterales. El 60% de los pacientes con estenosis del conducto auditivo interno tienen una alteración del octavo par craneal, de estos, el 80% es algún grado de hipoplasia y el 20 % restante aplasia de este nervio. Pacientes con conducto auditivo interno con medidas verticales y horizontales dentro de parámetros normales, el 40% tendrán alguna alteración del octavo par craneal. El 5% de los pacientes con alteración del nervio vestibulococlear padecen algún síndrome genético. (6)

La edad promedio de diagnóstico a nivel mundial de malformación del nervio vestibulococlear es a los 26 meses de edad. Tomar como indicador el diámetro del conducto auditivo interno y la morfología del oído interno no son indicadores de relevancia para determinar la integridad del octavo par craneal. (6)

En pacientes con hipoacusias neurosensoriales se debe determinar la integridad nerviosa con resonancia magnética. Al utilizar tomografía computada para determinar indirectamente la presencia del nervio vestibulococlear a través de las características anatómicas del conducto auditivo interno y morfología del oído interno, puede ocasionar errores diagnósticos. La utilidad de la tomografía computada en estos casos es exclusivamente para visualizar y determinar las características anatómicas óseas del conducto auditivo interno. (6)

En algunos casos no es posible determinar la integridad del nervio mediante resonancia magnética y por lo tanto se debe considerar otros estudios para complementar el diagnóstico, como realizar potenciales auditivo evocados de tallo cerebral, audiometría tonal, logaudiometría y exploración del nervio facial. (6)

CLASIFICACION DE ALTERACIONES ANATOMICAS DEL NERVIO VESTIBULO COCLEAR

Se basa en hallazgos tomográficos, de resonancia magnética, clínicos y sobre el conocimiento del desarrollo embriológico. (1,3)

- **Tipo 1:** Aplasia del nervio craneal VIII asociada a estenosis del conducto auditivo interno:

La resonancia magnética mostró desde el ángulo cerebelo-pontino en ambos cortes tanto axial como en reconstrucción parasagital la presencia e integridad del VIII par craneal. La ausencia de nervio vestíbulo coclear en presencia de una cóclea normal podría explicar una alteración en el efecto trófico (dado por el factor de crecimiento nervioso) que la cóclea ejerce sobre el nervio coclear. (1,3)

La ausencia de un desarrollo normal del nervio vestibulococlear ocasiona una estenosis del conducto auditivo interno. (1,3).

El conducto auditivo interno se forma alrededor de las fibras del nervio craneal VIII pero estas fibras pueden desaparecer cuando hay una alteración en el efecto trófico de la cóclea, lo que resultará en una disminución del desarrollo del conducto auditivo interno. Por separado se evaluó el canal del nervio facial con tomografía computada y resonancia magnética en imágenes de ecogradoiente, que mostró una anormalidad en el nervio que se puede asociar con un desarrollo anormal del canal. (3)

La reconstrucción de cortes parasagitales en resonancia magnética permite visualizar el ángulo cerebelopontino y confirmar o descartar la aplasia del VIII par craneal, es aconsejable evaluar el ángulo pontocerebeloso en pacientes con hipoacusia congénita asociada a estenosis del canal auditivo interno. (11)

La ausencia del nervio vestibulococlear descarta la posibilidad de implante coclear. Una estimulación eléctrica en el promontorio y una resonancia magnética funcional de la corteza auditiva podrían averiguar si existen fibras nerviosas cocleares muy delgadas. (11)

- **Tipo2:** Nervio craneal VIII con aplasia o hipoplasia de la rama coclear:

- A. Tipo 2A: en presencia de una malformación del laberinto. Como ya se mencionó la ausencia de un desarrollo normal de la cóclea puede impedir la cito diferenciación de las fibras cocleares lo que podría explicar la combinación de estas malformaciones. (1,3)

Mediante estudios de estimulación eléctrica del promontorio y resonancia magnética funcional de la corteza auditiva, pueden demostrar fibras cocleares conectadas a un laberinto malformado en aparente ausencia del nervio craneal VIII. (1,3)

- B. Tipo 2B: pacientes con laberinto normal. En pacientes con aplasia de la rama coclear, el VIII par craneal puede ser visualizado en el fondo del conducto auditivo interno sin una clara bifurcación. Rama cocleares muy delgadas pueden ser vistas en ocasiones en cortes parasagitales en imágenes de ecogradiante. (1,3)

La alteración del efecto trófico de la cóclea es decir la ausencia de producción del factor de crecimiento nervioso podría explicar la aplasia de la rama coclear en presencia de una cóclea normal. (1)

En pacientes con laberinto normal y aplasia bilateral de la rama coclear, la estimulación eléctrica del promontorio y/o la resonancia magnética funcional de la corteza podrían utilizarse como herramientas para valorar candidatos a implante coclear. Si la rama coclear se encuentra en el piso del conducto auditivo interno pudiera no ser visa con cortes axiales de imágenes de ecogradiente, por lo que el corte parasagital es mejor para evaluar al nervio. (1)

En el 10 a 15% de los pacientes la rama coclear dentro del conducto auditivo interno es más pequeña que el nervio facial. En el 5% el diámetro del nervio coclear es menor al nervio facial, aunque la longitud del nervio coclear sea mayor a la del nervio facial. (1)

- **Tipo 3:** Nervio craneal VIII con aplasia o hipoplasia de las ramas vestibulares. Teóricamente la sola aplasia o hipoplasia de las ramas vestibulares con una rama coclear normal puede ser concebida, pero aun no se ha detectado por imágenes de resonancia magnética. El vestíbulo se desarrolla más tempranamente que la cóclea, por lo que se pudiera esperar que una malformación del vestíbulo se pudiera relacionar con una de la cóclea, por lo que algunos autores afirman que este tipo 3 no existe. (1)

ESTENOSIS DEL CONDUCTO AUDITIVO INTERNO

La aplasia o hipoplasia del nervio vestibulococlear puede ser causa de pérdida auditiva. El conducto auditivo interno se considera estrecho cuando el diámetro es menor a 4 mm con tomografía computada de alta resolución. Esta malformación constituye el 12% de las anormalidades congénitas del hueso temporal y es generalmente unilateral. (5)

La estenosis de conducto auditivo interno es una rara malformación congénita que generalmente coexiste con otras malformaciones del hueso temporal, así como anormalidades cardíacas, renales, esqueléticas e intestinales. Raramente esta malformación puede existir sola. Hay que descartar malformaciones de oído medio y externo así como otras patologías que puedan ocasionar la estenosis de dicho conducto.

Hay 2 hipótesis ampliamente aceptadas acerca de la relación de estenosis de conducto auditivo interno con hipoacusia sensorineural. La primera hipótesis es que en la embriología coclear y vestibular, el crecimiento del nervio vestibulococlear y facial inducen al mesodermo para que se condrifique y calcifique alrededor de estos nervios a la 8ª semana de gestación, por lo que una alteración del nervio llevaría a una malformación del conducto auditivo interno, lo que no se comprueba en todos los casos, ya que existen pacientes con alteraciones en la anatomía del octavo par craneal pero el conducto auditivo interno conserva características normales y viceversa. La segunda hipótesis es que la estenosis primaria del conducto auditivo interno inhibe el crecimiento del nervio vestibulococlear, sin embargo la función del nervio facial generalmente es preservada, así como hay un grosor normal del nervio facial en la mayoría de los casos. (5)

En la actualidad solo hay reportados en la literatura 5 casos de estenosis de conducto auditivo interno con duplicación. Uno de los casos reportados se asocia con vestíbulo amplio y malformación coclear. Se le llama duplicación cuando el conducto auditivo interno es dividido por un septum óseo que lo divide en 2 canales estrechos de menos de 2mm cada uno. El diámetro del conducto auditivo interno puede ser de 2 a 6mm, en promedio 4mm., y se llama estenosis de conducto auditivo interno cuando este mide menos de 4mm en su diámetro vertical demostrado por tomografía computada. (5)

Por tomografía computada se puede demostrar esta patología en 20% de los pacientes con hipoacusia sensorineural, la resonancia magnética permite ver la integridad del nervio vestibulococlear y de los demás nervios que transita por el conducto auditivo interno. (7)

Para el diagnóstico se requiere de una cuidadosa anamnesis, exploración física, estudios audiológicos, tomografía computada de oídos y mastoides de alta resolución, resonancia magnética, la reconstrucción en tercera dimensión de las estructuras nerviosas nos permite ver en medida submilimétrica, las características de los nervios facial y vestibulococlear. Descartar alguna aplasia o hipoplasia del nervio del octavo par craneal, que es de suma importancia para la realización del implante coclear. (7)

La tomografía de alta resolución tiene gran sensibilidad y especificidad para demostrar alteraciones del conducto auditivo interno y del hueso temporal. Se han descrito algunos casos de conducto auditivo interno normal y aplasia e hipoplasia del nervio vestibulococlear que se demostró por resonancia magnética, por ello la tomografía de alta resolución como método único no es efectivo para demostrar tales alteraciones en el nervio vestibulococlear, en pacientes con hipoacusia neurosensorial. (13,14)

La tomografía de alta resolución y la resonancia magnética son los métodos de abordaje en pacientes con hipoacusia neurosensorial donde se sospecha de alguna malformación. La reconstrucción en tercera dimensión por medio de la resonancia magnética nos permite apreciar mejor las características del nervio vestibulococlear y del facial en el conducto auditivo interno para diferencia claramente cuál es el nervio comprometido. (15)

En resumen, las anomalías del oído interno pueden ocurrir en 20% de los pacientes con hipoacusia neurosensorial, la cual se produce por alteración del nervio vestibulococlear. La mayor alteración es por un anormal desarrollo óseo que lleva a disminución del diámetro del conducto auditivo interno. La etiología de la estenosis puede ser explicada por hipoplasia o aplasia del nervio vestibulococlear ya que junto con la migración de los neuroblastos desde la cresta neural van las células germinales óseas. (12)

El crecimiento y desarrollo crucial del hueso temporal se da entre la 4ª y 8ª semana de gestación, cuya alteración llevaría a estenosis del conducto auditivo interno. Causas adquiridas de esta patología podrían ser: osteomas, osteoporosis, enfermedad de Paget, etc. Las manifestaciones clínicas son hipoacusia, acúfeno y vértigo, si hay compromiso del nervio facial habrá paresia o parálisis del mismo. (12)

Hence (1988) realizó un estudio donde no encontró correlación entre estenosis del conducto auditivo interno con síntomas auditivos y vestibulares. (12)

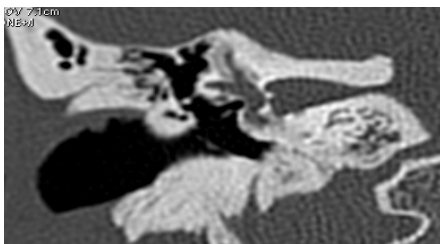


FIG. 7: Estenosis en tercio proximal del conducto auditivo interno. (7)

MALFORMACIONES ASOCIADAS A ESTENOSIS DEL CONDUCTO AUDITIVO.

Las malformaciones asociadas a estenosis del conducto auditivo interno pueden ser sindromicas y no sindromicas, dentro de las sindromicas está el síndrome de Moebius, En las no sindromicas se encuentran: agenesia coclear, disminución de las dimensiones del vestíbulo, doble conducto auditivo interno, malformación de Michel, Alexander, Mondini, Bing Siebemann, Sheibe, la más frecuente de todas las anteriores relacionada con estenosis del conducto auditivo interno es la displasia del hueso temporal que se abordará a continuación. (27,28)

DISPLASIA DEL HUESO TEMPORAL

La displasia fibrosa es una de las patología del hueso temporal más asociada a estenosis del conducto auditivo interno. Se caracterizada por un progresivo reemplazamiento de los elementos normales del hueso por tejido fibroso, formando trabéculas malformadas e irregulares, se presenta más en las primeras dos décadas de la vida con predominio en el sexo masculino con respecto al femenino 2:1. Generalmente el proceso patológico disminuye o se detiene en la pubertad. Su forma de transmisión aún no es bien conocida. (8)

Von Recklinghousen en 1891 fue el primero en describir la displasia fibrosa aunque se conoció con al nombre hasta 1931 por MCune, Bruch y Lichtenstein finalmente introdujo el nombre a la literatura médica en 1938. (8,9)

Su etiología es desconocida. Se caracteriza por la presencia de osteolisis, trabéculas óseas inmaduras, tejidos osteo-fibroso en el interior del hueso afectado. Esta patología se clasifica en 3 subgrupos:

1. Displasia fibrosa que afecta un solo hueso (monoósea)
2. Displasia fibrosa que afecta varios huesos (Poliósea)
3. Síndrome de McCune Albright que se asocia a lesiones de piel y endocrinopatías.(8)

La monoósea es la más frecuente, en el 70% de los casos se presenta afectando huesos craneofaciales. (9)

La poliósea se presenta en el 30 a 50% de los casos que afectan a huesos usualmente del mismo lado del cuerpo.

El síndrome de McCune Albright en el 3% de los casos, más frecuente en mujeres, asociado a endocrinopatías, máculas hiperpigmentadas en piel y talla baja. (9)

La incidencia de displasia fibrosa monoósea craneofacial es del 10% mientras que la forma poliósea craneofacial es del 50%, esta afecta principalmente al hueso esfenoides, maxilar y etmoides. El hueso occipital y temporal son menos afectados en la poliósea. La displasia monoósea afecta al hueso maxilar, mandibular y ocasionalmente el temporal. (8)

La displasia fibrosa del hueso temporal se clasifica en 3 estadios según la progresión de la enfermedad:

A. Fase latente: la fibrosis es incipiente solo puede ser detectada como hallazgo por tomografía de alta resolución.

B. Fase sintomática: hipoacusia conductiva, acúfeno, disfunción temporomandibular.

C. Fase de complicaciones: en esta fase hay afección de conducto auditivo externo con posterior estenosis, erosión de la cadena osicular o la aparición de un colesteatoma. (9)

La forma típica de presentación de esta patología es con estenosis de conducto auditivo externo, otalgia, otorrea, acúfeno, el síntoma otológico más común en la enfermedad displásica monoósea del hueso temporal es la hipoacusia conductiva secundaria a obstrucción del conducto auditivo externo o alteración en la cadena oscicular. Puede existir una pérdida neurosensorial por afección generalizada de la cápsula ótica, la ventana redonda o por disminución del diámetro vertical del conducto auditivo interno. (8)

La alteración del nervio facial se ha visto en 10% de los casos y cuando la patología se asocia a colesteatoma aumenta hasta un 40%. (9)

La química sanguínea esta normal en ocasiones están poco afectados los niveles de fosforo, calcio y fosfatasa alcalina. (9)

Hallazgos radiológicos, la morfología del hueso varía de acuerdo a la cantidad de fibrosis y calcificaciones, la tomografía computada de alta resolución provee mejor información. (9)

La displasia fibrosa en imagenología se caracteriza por una radiodensidad homogénea que se extiende en la cortical del hueso. Se describen tres presentaciones radiológicas:

- La lesión tipo Paget o en vidrio cortado en 66% de los casos.
- El tipo esclerótico en 23% de los casos.
- La forma "Cyst like" en 21% de los casos. (9)

Una tomografía de alta resolución nos ayudaría a ver la prioridad en la corrección quirúrgica, las alteraciones que se podrían encontrar son: estenosis del conducto auditivo externo, afección de oído medio o interno, presencia de un colsteatoma concomitante, afección del nervio facial. (9)

El diagnóstico diferencial es con: enfermedad de Paget, hiperparatiroidismo, osteoma, granuloma eosinofílico y mieloma. Algunas veces para diferenciar el diagnóstico se requiere de estudio histopatológico. (9)

El tratamiento de la displasia fibrosa monoósea es médico, se vuelve quirúrgico en los casos de estenosis de conducto auditivo externo, así como prevenir colesteatoma por acumulo de detritos celulares. (9)

La simple presencia de la enfermedad no es indicativa de la cirugía, se necesitan síntomas severos para que se indique. Las indicaciones quirúrgicas son: estenosis del conducto auditivo externo, colesteatoma e infecciones recurrentes. (9)

El procedimiento quirúrgico tiene 3 objetivos:

- Restauración de la función.
- Prevención de complicaciones
- Estético.

La radioterapia se utiliza cuando se maligniza la patología en el 44% de los casos. El pronóstico es bueno en la mayoría de los casos dependiendo de la severidad del problema. El seguimiento es clínico y radiológico. La transformación maligna de la enfermedad no se ha reportado en el hueso temporal, pero si en otros sitios. Dos tercios de lo que tienen esa transformación maligna se convierten en osteosarcomas en 13.5 años. (9)

TOMOGRAFIA COMPUTADA

La tomografía axial computarizada, es una técnica de diagnóstico. Tomografía viene del griego *tomos* que significa corte o sección y de *grafía* que significa representación gráfica. Por tanto tomografía es la obtención de imágenes de cortes o secciones de algún objeto. (3)

El tomógrafo emite un haz muy fino de rayos X. Este haz incide sobre el objeto que se estudia y parte de la radiación del haz lo atraviesa. La radiación que no ha sido absorbida por el objeto, en forma de espectro, es recogida por los detectores. Luego el emisor del haz, que tenía una orientación determinada (por ejemplo, estrictamente vertical a 90°) cambia su orientación (por ejemplo, haz oblicuo a 95°). (13,14)

Este espectro también es recogido por los detectores. El ordenador 'suma' las imágenes, promediándolas. Nuevamente, el emisor cambia su orientación (según el ejemplo, unos 100° de inclinación). (13,14)

Los detectores recogen este nuevo espectro, lo 'suman' a los anteriores y 'promedian' los datos. Esto se repite hasta que el tubo de rayos y los detectores han dado una vuelta completa, momento en el que se dispone de una imagen tomográfica definitiva y fiable. (13,14)

Una vez que ha sido reconstruido el primer corte, la mesa donde el objeto reposa avanza (o retrocede) una unidad de medida (hasta menos de un milímetro) y el ciclo vuelve a empezar. Así se obtiene un segundo corte (es decir, una segunda imagen tomográfica que corresponde a un plano situado a una unidad de medida del corte anterior. (14)

A partir de todas esas imágenes transversales (axiales) un computador reconstruye una imagen bidimensional que permite ver secciones del objeto de estudio desde cualquier ángulo. Los equipos modernos permiten incluso hacer reconstrucciones tridimensionales. (13) .Estas reconstrucciones son muy útiles en determinadas circunstancias, pero no se emplean en todos los estudios, como podría parecer. Esto es así debido a que el manejo de imágenes tridimensionales no deja de tener sus inconvenientes. (14)

La representación de las imágenes tridimensionales sería inútil si no fuera posible lograr que cualquier tipo de densidad que se elija no se vea representada, con lo que determinados tejidos se comportan como transparentes. (13)

Aun así, para ver completamente un órgano determinado es necesario mirarlo desde diversos ángulos o hacer girar la imagen. Pero incluso entonces veríamos su superficie, no su interior. (13)

Para ver su interior debemos hacerlo a través de una imagen de corte asociada al volumen y aun así parte del interior no siempre sería visible. Por esa razón, en general, es más útil estudiar una a una todas las imágenes consecutivas de una secuencia de cortes, que recurrir a reconstrucciones en bloque de volúmenes. (13)

Los primeros tomógrafos fueron instalados en España a finales de los años 70, servían solamente para estudiar el cráneo, fue con posteriores generaciones de equipos cuando pudo estudiarse el cuerpo completo. Al principio era una exploración cara y con pocas indicaciones de uso. Actualmente es una exploración de rutina de cualquier hospital, habiéndose abaratado mucho los costos. Ahora con la tomografía helicoidal, los cortes presentan mayor precisión distinguiéndose mejor las estructuras anatómicas. Las nuevas tomografías multicorte incorporan varios anillos de detectores (entre 2 y 320), lo que aumenta aún más la rapidez, obteniéndose imágenes volumétricas en tiempo real. (13)

Entre las ventajas de la tomografía se encuentra que es una prueba rápida de realizar, que ofrece nitidez de imágenes que todavía no se han superado con la resonancia magnética nuclear como es en la visualización de ganglios, hueso, etc. (14)

Entre sus inconvenientes se cita que la mayoría de veces es necesario el uso de contraste intravenoso y que al utilizar rayos X, se reciben dosis de radiación ionizante, que a veces no son despreciables. (14)

TOMOGRAFIA COMPUTADA Y CONDUCTO AUDITIVO INTERNO

La tomografía computada resulta ser el estudio de gabinete de elección para evaluar la anatomía y el diámetro del conducto auditivo interno. Existen evidencias histológicas de que un nervio coclear ausente puede presentarse incluso en presencia de un oído interno normal y un conducto auditivo interno normal. (17)

Jackle y cols han sugerido que la presencia de un conducto auditivo interno estrecho es indicativo de aplasia del nervio vestibulococlear lo que nos podría llevar a que un conducto auditivo interno estrecho es contraindicación absoluta de implante coclear. Investigaciones recientes han demostrado que el tamaño del conducto auditivo interno y la morfología del oído no son factores confiables para definir la integridad del nervio esteatoacústico, por lo que en caso de estar frente a una estenosis del conducto auditivo interno, se debe utilizar la resonancia magnética, así como potenciales auditivos evocados de tallo cerebral, emisiones otoacústicas, audiometría y examen físico para valorar la presencia del nervio. (17)

La tomografía de alta resolución ha sido utilizada ampliamente en pacientes con pérdidas profundas. Se han identificado varias anomalías como malformaciones de oído interno, estenosis del conducto auditivo interno o hipoplasia del mismo. Si solo se utilizará tomografía computada en pacientes con pérdida sensorineural no hubiéramos detectado aquellos que tuvieran ausencia del nervio, lo que en pacientes candidatos a implante coclear hubiera llevado a colocar dichos implantes de manera incorrecta. (14)

Por lo tanto, se recomienda el uso de resonancia magnética como enfoque principal como parte de la evaluación de todos los pacientes con pérdidas sensoriales severas a profundas. (14)

RESONANCIA MAGNETICA

La resonancia magnética nuclear es un fenómeno físico basado en las propiedades mecánico-cuánticas de los núcleos atómicos, constituye un método científico para estudiar moléculas, macromoléculas, así como tejidos y organismos completos. (11)

Todos los núcleos que poseen un número impar de protones o neutrones, tienen un momento magnético y un momento angular intrínseco, en otras palabras. Los núcleos más comúnmente empleados en resonancia magnética nuclear son el protón (^1H , el isótopo más sensible después del inestable tritio, ^3H), el ^{13}C y el ^{15}N , aunque los isótopos de núcleos de muchos otros elementos (^2H , ^{10}B , ^{11}B , ^{14}N , ^{17}O , ^{19}F , ^{23}Na , ^{29}Si , ^{31}P , ^{35}Cl , ^{113}Cd , ^{195}Pt) son también utilizados. (11)

Las frecuencias a las cuales resuena un átomo dentro de una molécula son directamente proporcionales a la fuerza del campo magnético ejercido. La literatura científica hasta el 2008 incluye espectros en un gran intervalo de campos magnéticos, desde 100 nT hasta 20 T. Los campos magnéticos mayores son a menudo preferidos puesto que se correlacionan con un incremento en la sensibilidad de la señal. Existen muchos otros métodos para incrementar la señal observada. El incremento del campo magnético también se traduce en una mayor resolución espectral, cuyos detalles son descritos por el desplazamiento químico. (11)

La resonancia magnética nuclear estudia los núcleos atómicos al alinearlos a un campo magnético constante, para posteriormente perturbar este alineamiento con el uso de un campo magnético alterno, de orientación ortogonal. La resultante de esta perturbación es el fenómeno que explotan las distintas técnicas de este estudio de gabinete. (6)

La resonancia magnética hace uso de las propiedades de resonancia aplicando radiofrecuencias a los átomos o dipolos entre los campos alineados de la muestra, y permite estudiar la información estructural o química de una muestra. Sus aplicaciones más frecuentes se encuentran ligadas al campo de la medicina, la bioquímica y la química orgánica. (6)

La resonancia magnética nuclear fue descrita y medida en rayos moleculares por Isidor Rabi en 1938. Ocho años después, en 1946, Felix Bloch y Edward Mills Purcell refinan la técnica usada en líquidos y en sólidos, por lo que compartieron el Premio Nobel de física en 1952. (11)

La obra de Purcell fue producir y detectar energía de radiofrecuencias, y sobre absorciones de tales energías de radiofrecuencia por la materia, precediendo al descubrimiento de la resonancia magnética nuclear. Descubrió que los núcleos magnéticos podían absorber energía de radiofrecuencia cuando se colocaban en un campo magnético de una potencia específica y así lograban identificar los núcleos. Cuando esa absorción ocurre, los núcleos se describen como en estado de resonancia. Diferentes núcleos atómicos dentro de una molécula resuenan a diferentes frecuencias de radio para la misma fuerza de campo magnético. La observación de tales frecuencias resonantes magnéticas de los núcleos presentes en una molécula permite al usuario entrenado descubrir información esencial, química y estructural acerca de las moléculas. (15)

El desarrollo de la resonancia magnética nuclear como técnica de química analítica y de bioquímica, fue paralela con el desarrollo de la tecnología electromagnética y su introducción al uso civil. (11)

RESONANCIA MAGNETICA Y OIDO.

La resonancia magnética nuclear constituye el estudio de gabinete de elección para evaluar la anatomía e integridad de nervio vestibulococlear dentro del conducto auditivo interno. (6)

La resonancia magnética es aceptada como el método de elección para ver las anomalías de tejidos blandos, en pacientes con hipoacusia sensorial y/o vértigo. Provee información en pacientes con malformación congénita de oído interno especialmente en candidatos a implante coclear. Sus cortes submilimétricos permiten observar el contenido del conducto auditivo interno y el ángulo pontocerebeloso. El nervio facial, las porciones inferior y superior vestibular y la porción coclear son vistas en cortes axiales de tercera dimensión y determinar la existencia de aplasia o hipoplasia del nervio craneal VIII como posible causa de pérdida neurosensorial. (6)

La rama coclear, vestibular superior e inferior pueden ser visualizadas con cortes axiales, y la reconstrucción parasagital de las imágenes permite observar el nervio facial y el octavo par craneal a nivel del ángulo pontocerebeloso. Las 3 ramas del nervio craneal VIII y el facial pueden ser separadas una de otra por reconstrucción en cortes parasagitales del fondo del oído interno. (15)

Con la utilización de la resonancia magnética nuclear se han podido determinar las siguientes características del paquete nervioso que atraviesa el conducto auditivo interno:

- Se ha observado que el nervio esteatoacústico tiene de 1.5 a 2 veces mayor diámetro que el nervio facial en pacientes con oído interno normal.
- La rama coclear es más larga que el nervio facial en el 70% de los pacientes.

- Las malformaciones óseas y membranosas del oído interno unilaterales tienen una prevalencia del 60%, dentro de las malformaciones de oído interno las alteraciones bilaterales son extremadamente raras.
- De un 30 a 40% de los pacientes con laberinto óseo y membranoso normales tienen estenosis del conducto auditivo interno.
- En 10% de los pacientes con alguna malformación del oído interno existe ausencia del nervio vestibulococlear.
- Malformaciones de laberinto óseo y membranoso se asocian con gran frecuencia en pacientes con estenosis del conducto auditivo interno.
- En un 85% de los pacientes con alteraciones del paquete nervioso que pasa por el conducto auditivo interno tienen alteraciones del nervio coclear y de estos el 90% es hipoplasia del mismo. (15)

Por años la tomografía fue la mejor técnica para evaluar malformaciones congénitas de oído interno, pero la llegada de la resonancia magnética permitió visualizar el nervio y su recorrido por las diferentes estructuras anatómicas hasta la corteza auditiva en cortes T2. Posteriormente estudios con medio de contraste del tipo de gadolinio con cortes T1 se utilizaron para excluir neurinomas acústicos, laberintitis y otras posibles patologías en el ángulo pontocerebeloso, conducto auditivo interno y laberinto membranoso. (15)

Recientemente el estudio en T2 ha sido el más utilizado para estudiar el oído interno. Este tipo de imágenes permite evaluar estructuras pequeñas del oído interno y detectar algunas anomalías del ángulo pontocerebeloso. Las imágenes de un buen ecogrado nos permiten evaluar y diferenciar el líquido intralaberíntico, nervios y hueso. (11)

Las malformaciones congénitas detectadas con tomografía ahora puedan ser reconocidas con imágenes de ecogrado. La gran ventaja es que se pueden detectar una variedad de malformaciones de oído interno en pacientes con hipoacusia neurosensorial. La tomografía y la resonancia magnética nuclear de oídos en conjunto permiten evaluar de manera integral a los candidatos para implante coclear. Las aplasias o hipoplasias del octavo par craneal son detectadas solo con cortes T2 de imágenes de ecogrado. (11)

CORRELACION ENTRE TOMOGRAFIA COMPUTADA Y RESONANCIA MAGNETICA

Aproximadamente 3 de 1000 recién nacidos presentan hipoacusia neurosensorial moderada a severa y unilateral o asimétrica. Estos pacientes tienen una base genética para su pérdida auditiva. La pérdida auditiva unilateral, frecuentemente es diagnosticada hasta la edad preescolar o en algunas ocasiones en grados escolares más avanzados. La prevalencia de hipoacusia neurosensorial en niños se estima en un 0.1%. (6)

Las anomalías radiológicas del oído interno son relativamente comunes en niños con hipoacusia neurosensorial y su identificación tiene gran impacto en el pronóstico y tratamiento. La tomografía computarizada de alta resolución del hueso temporal es el estudio de primera línea en niños con diferentes grados de hipoacusia neurosensorial. (6)

En los niños la resonancia magnética, se ha utilizado recientemente para detectar anomalías en tejidos suaves como el nervio vestibulococlear y tejidos intracraneales que no se pueden identificar en la tomografía. Se prefiere la resonancia magnética para el estudio de niños con hipoacusia neurosensorial unilateral, bilateral o asimétrica. (7)

La prevalencia de anomalías por tomografía en la hipoacusia fueron del 35% para la unilateral y del 52% en la asimétrica. El porcentaje de anomalías por resonancia magnética en hipoacusia neurosensorial fue del 25% para unilateral y del 50% para la asimétrica. En 6% de los pacientes se puede encontrar malformación de Arnold Chiari tipo I asociado a hipoacusia neurosensorial unilateral o asimétrica, las teorías para explicar la relación de hipoacusia neurosensorial y Arnold Chiari son el estrechamiento del octavo par craneal, compresión del mismo y una compresión directa del núcleo coclear por amígdalas cerebelosas. El algoritmo ideal para pacientes con hipoacusia neurosensorial unilateral o asimétrica es controvertido, se sugiere que todos los pacientes deben tener una tomografía computada de alta resolución de hueso temporal y una resonancia magnética de cerebro y hueso temporal. (16)

HIPOACUSIA

La hipoacusia es un déficit auditivo, por alteración anatómica o funcional del oído externo, medio o interno. La hipoacusia puede ser perceptiva o sensorial, cuando el daño radica en alguno de los elementos neurosensoriales del oído interno como el órgano de Corti o en el nervio vestibulococlear, o bien, conductiva o de transmisión, cuando existe una obstrucción física o mecánica para el paso del sonido, en el oído externo o medio. Cuando ambos mecanismos se combinan puede haber hipoacusias mixtas, de predominio conductivo o sensorial según sea al caso. (18,23)

La hipoacusia se clasifica según su severidad en: superficial cuando el nivel de audición se encuentra de 25 a 40 dB, media de 41 a 60 dB, severa de 61 a 80 dB y profunda debajo de 80 dB. Para medir estos grados de hipoacusia se utiliza la audiometría tonal, cuyo resultado se corroborará con una logaudiometria, de dichos estudios se hablará a continuación. (18)

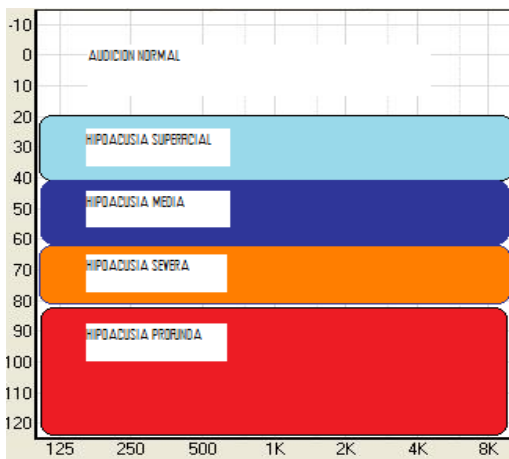


FIG. 8: Grados de hipoacusia. (Iván Sandoval)

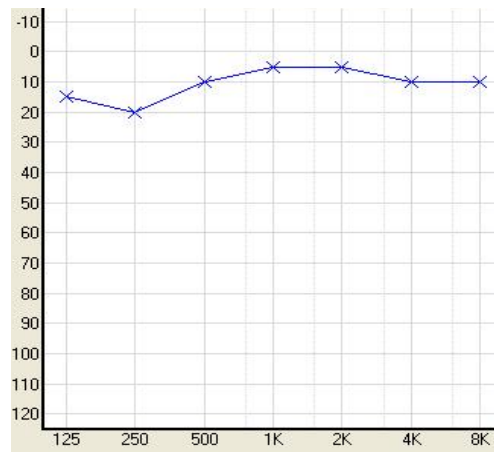


FIG. 9: Curva de audición normal (Iván Sandoval)

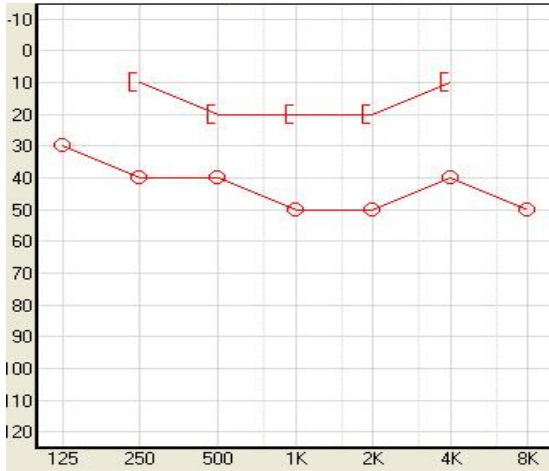


FIG. 10: Curva de tipo conductivo (Iván Sandoval)

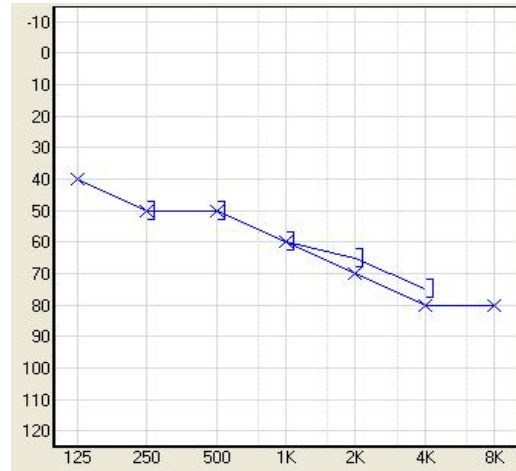


FIG. 11: Curva de tipo sensorial (Iván Sandoval)

AUDIOMETRIA TONAL

La audiometría tonal es un estudio subjetivo, que requiere de la colaboración del paciente y que nos permite identificar el umbral de audición. Consiste en pasar al paciente sonidos puros (que solo se pueden reproducir a través del audiómetro o de los diapasones), estos van de frecuencias bajas de 125 Hz hasta 8 Khz. El paciente tendrá que presionar un botón en cuanto detecte el sonido, esto se corroborará en tres ocasiones. Esto nos permitirá conocer si existe algún grado de hipoacusia, y si esta es sensorial o conductiva. (24)

La logaudiometría es un estudio que consiste en que el paciente repita una serie de monosílabos que escuchará por los auriculares, lo cual nos determina los umbrales de voz, palabra, máxima inteligibilidad y máxima discriminación, que corroborará nuestro estudio audiométrico. (24)

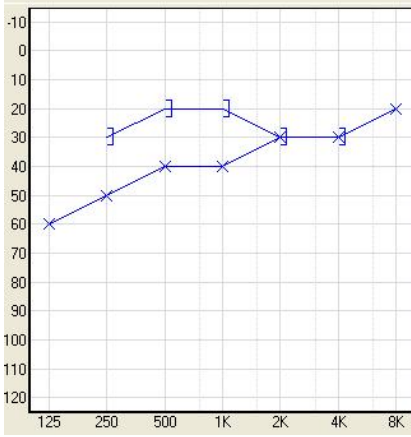


FIG. 12: Curva de tipo mixto con predominio conductivo (Iván Sandoval)

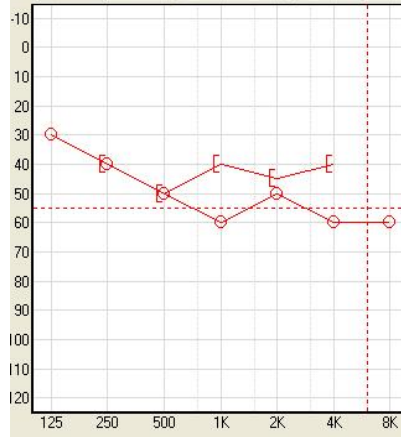


FIG. 13: Curva de tipo mixto con predominio sensorial (Iván Sandoval)

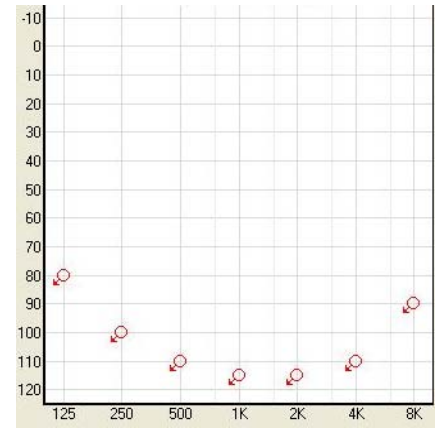


FIG. 14: Anacusia (Iván Sandoval)

MEDICION DE LA CONDUCCION AEREA.

CAMPO DE AUDICIÓN O ÁREA DE WEGEL.

Se define como la zona dentro del espacio acústico en la que el oído humano es capaz de detectar la presencia de sonidos. Dentro de esta área se encuentra la zona que corresponde al campo del lenguaje. (23)

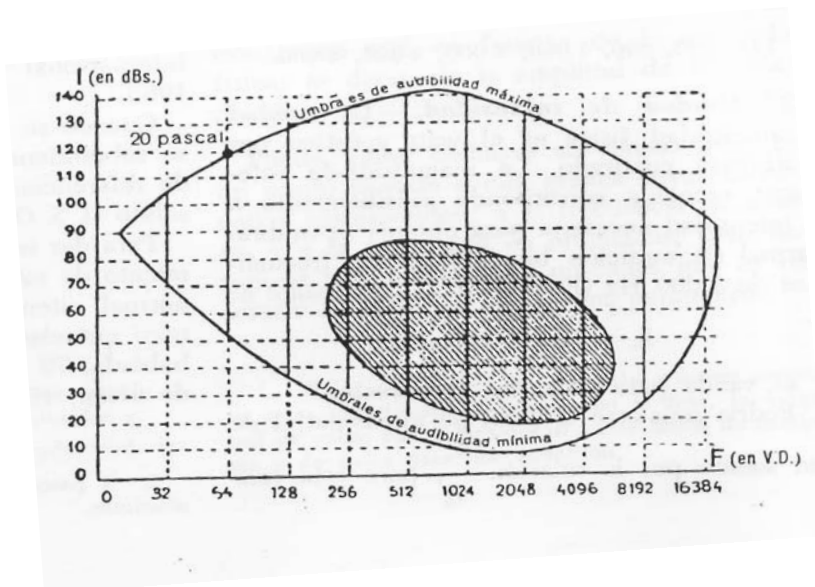


FIG. 15: Área de Wegel (23)

Se hace oír a un sujeto un sonido de determinada frecuencia con una intensidad creciente a partir del cero absoluto, ($0 \text{ dB} = 2 \times 10^{-5} \text{ pascal}$), llega el momento en que el oído empieza a percibir el sonido: *umbral de audibilidad mínima*. Amplificando aun más la intensidad se llega al umbral del dolor: *umbral de audibilidad máxima*, a partir del cual la vibración acústica no es percibida en forma de sonido, sino como dolor. Si lo anterior se realiza en toda la escala tonal inscribiendo los resultados en una gráfica donde se ponen en abscisas las frecuencias y en ordenadas los decibelios obtendremos lo siguiente:

- A. La curva de umbral de audibilidad mínima, con una zona óptima para las frecuencias 1000 a 2000 Hz.
- B. La curva de audibilidad máxima, con una zona óptima para las frecuencias 1000 a 2000 Hz. En los extremos, la curva desciende, reuniéndose con la curva de umbral mínimo para las frecuencias bajas a 16 Hz y para las frecuencias altas a alrededor de 18 000 Hz. (24)

Estas dos curvas delimitan una superficie correspondiente al *campo auditivo*. Toda vibración acústica cuya representación gráfica esta situada por fuera de este campo no es percibida por el oído humano. (23)

UMBRAL PARA TONOS PUROS

La audiometría tonal liminar es la investigación de los umbrales mínimos de audición mediante el uso de auriculares en el caso de la vía aérea. Su objetivo principal es cuantificar el grado de hipoacusia. (24)

Para vía aérea se exploran las frecuencias comprendidas entre 125 y 8000 Hz. La comparación entre vía aérea y la conducción ósea provee un índice fundamental para la función auditiva y para el diagnóstico otológico. Los umbrales de tonos puros son un componente importante para el diagnóstico, evaluación de los auxiliares auditivos y para el plan de rehabilitación.

NOTACIÓN DE LA VÍA AÉREA.

El audiograma es una gráfica que indica en abscisas las frecuencias y en ordenadas la pérdida (en dBHL). El cero audiométrico es estadístico por lo que es posible que en algunos casos el umbral este por encima del cero. Se utilizan dos gráficas (oído derecho-rojo y/o circulo y oído izquierdo –azul y/o cruz).



FIG. 16 Notaciones audiométricas.

www.xtec.cat

La habilidad para reconocer la voz es una de las más importantes en el sistema auditivo. El medir la audición de tonos puros proporciona información sobre la sensibilidad, pero poca información sobre la recepción y discriminación del lenguaje. La palabra humana está constituida por sonidos múltiples, unión de varios sonidos puros de frecuencia determinada y transitoria. (24)

La zona conversacional es la banda de frecuencia emitida en el momento de la palabra, coincide con la zona hipersensible del campo auditivo y se extiende desde alrededor de la frecuencia de 250 hasta la frecuencia de 4000, con un máximo de utilización de las frecuencias medianas 1000 y 2000. En lo que concierne a la intensidad, la palabra es emitida entre 30 y 70 dB (35 voz débil, 55dB voz mediana, 70 dB voz alta). El menor nivel en el cual se detecta la voz pero no se entiende el lenguaje se llama umbral de detección. El reconocimiento o entendimiento del estímulo no ocurre hasta 8 o 9 decibeles por debajo de éste nivel. (24)

MEDICIÓN DE LA CONDUCCIÓN ÓSEA

El desarrollo filogenético del oído medio en el hombre, alcanza una eficacia extraordinaria, por lo que la vía aérea llega a hacer su forma habitual de oír. No por ello ha perdido su importancia la conducción ósea, que es de suma relevancia en el diagnóstico de múltiples afecciones otológicas. Cuando un tono es presentado a un oído por medio de un auricular común, se puede pasar hasta 50db de intensidad (atenuación interaural) sin temor a que estimule la cóclea del otro lado, lo que obliga a enmascarar el oído no examinado, para estar seguros del umbral obtenido en el oído examinado. (24)

En la vía ósea, se debe tener en cuenta que ambas cócleas están colocadas en un mismo estuche óseo (el cráneo), la excitación de una de ellas por vía ósea pone automáticamente en vibración ambas. Los 5db que algunos autores sostienen que existen de diferencia entre el umbral de una cóclea y el de la otra, prácticamente carece de valor, siendo necesaria la eliminación automática del oído no examinado, cuando realizamos la medición del otro por vía ósea. (24).

El vibrador óseo o transductor se compone de un imán con una bobina de excitación cerrada por un circuito magnético. Al pasar corriente eléctrica por el transductor, ésta se transforma en energía mecánica, la cual hace vibrar el aparato produciendo sonido, con los mandos de audiómetro se pueden variar la frecuencia e intensidad. (22)

RENDIMIENTO DE LÍMITE.

La intensidad que pueden emitir los vibradores de la vía ósea es bastante inferior a la intensidad suministrada por lo auriculares de la vía aérea. Los valores máximos según Portmann, se presenta a continuación: (22)

Frecuencia	Intensidad
250Hz	40db
500Hz	60db
1000Hz	70db
2000Hz	70db
4000Hz	70db

FIG. 17: Máximas intensidades en vía ósea. (22)

AUDIOMETRIA VERBAL O LOGOAUDIOMETRIA

El mayor problema que aqueja al paciente hipoacúsico es precisamente su dificultad para entender el lenguaje hablado y por lo tanto, la audiometría verbal, al ser funcional, es la prueba audiológica que valora la discriminación del lenguaje. Se debe considerar la capacidad de una persona para entender el habla como el parámetro mensurable más importante en el estudio de la función auditiva. (25)

Mediante la logaudiometria se busca la captación y la discriminación del oído para el lenguaje, estableciendo el porcentaje de palabras entendidas correctamente con la necesaria intensidad para que sean medidas y expresadas en decibeles relativos. (18)

Hoy esta universalmente aceptada la estrecha relación entre la media tonal en las frecuencias 500, 1000 y 2000 Hz (llamadas frecuencias conversacionales o del habla) y la intensidad a la que se percibe el lenguaje. (18)

LENGUAJE Y AUDIOMETRÍA VERBAL

El lenguaje es considerado como un conjunto sistemático y convencional de signos que se utiliza con fines comunicativos, presenta una estructura cuyo estudio se suele abordar desde diferentes niveles: pragmático, léxico-semántico, morfosintáctico y fonético, todos estos aspectos se ven afectados si existe hipoacusia. Las pruebas logaudiométricas, trabajan con una unidad concreta, la palabra. (18)

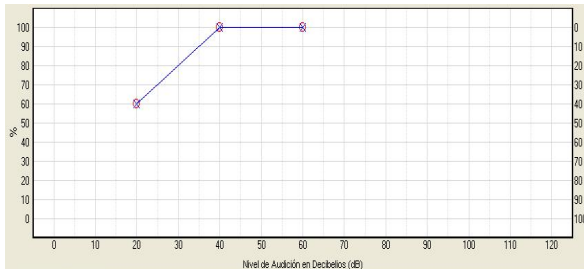


FIG. 18: Logaudiometría de audición normal (Iván Sandoval)

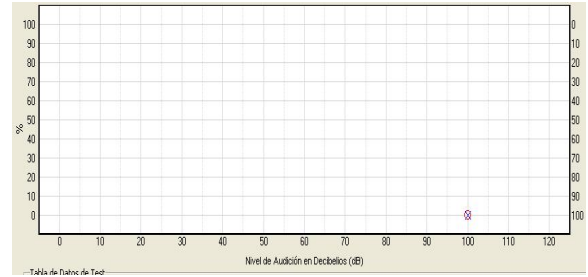


FIG. 19: Logaudiometría sin respuesta (Iván Sandoval)

Las palabras más comúnmente usadas son bisílabos o palabras sueltas, las cuales generalmente se usan para determinar el umbral de recepción verbal, aunque algunas pruebas utilizan monosílabos. (25)

Las listas de palabras pueden ser presentada a través de una cinta un disco o con voz en vivo monitoreada, lo cual ofrece mayor flexibilidad y menor tiempo de detección del umbral. Esto es de particular importancia en el caso de los niños con periodos de atención cortos e individuos que tienen vocabulario limitado, o con dificultad para responder a los materiales grabados. Esto debe ser cara a cara o a través de un micrófono. Se recomienda evaluar primero el oído que tenga mejor audición. (24)

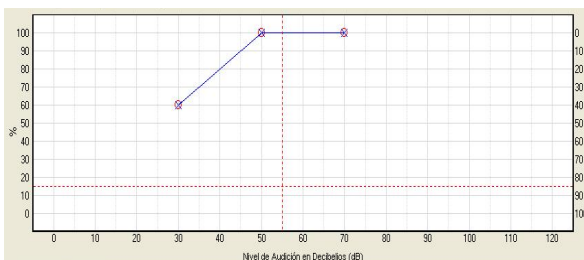


FIG. 20: Logaudiometría de tipo conductivo (Iván Sandoval)

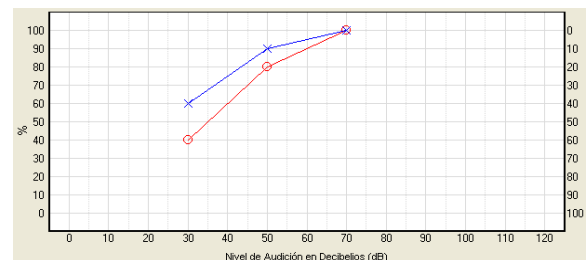


FIG. 21: Logaudiometría de tipo sensorial (Iván Sandoval)

UMBRALES DE DETECCIÓN

- Umbral de detección de voz.- es la intensidad a la que se detecta el sonido, pero aun no se alcanza a discriminar la palabra. En un normoyente este umbral está entre 13 y 15 dB.
- Umbral de detección de la palabra.- es la intensidad a la que se inicia a discriminar una palabra, en un nomoyente se encuentra entre 15 y 17 dB.
- Umbral de recepción verbal o de inteligibilidad.- es la intensidad a la que el oyente puede repetir correctamente el 50% de las palabras presentadas, se encuentra en 25 dB en una persona con audición normal.
- Umbral de máxima discriminación: es el umbral en decibeles en el cual el oyente puede repetir el 100% de las palabras presentadas, está a 35 dB en un normoyente.

(25)

Enmascaramiento en la audiometría verbal

Siempre que haya la sospecha de intervención del oído contrario en los resultados, es decir siempre que se enmascara la vía aérea en la audiometría tonal, se debe enmascarar la logaudiometría. El objetivo es evitar que llegue a la cóclea que enmascaramos un ruido igual o superior a la señal verbal que le pueda llegar desde el oído explorado. La señal presentada por vía aérea pierde unos 40 dB por la atenuación interaural al transmitirse a la cóclea contraria. La intensidad de ruido enmascarante debe ser igual a la intensidad de la señal menos la atenuación interaural. (24)

Los resultados de la audiometría verbal pueden ser los siguientes:

- *Hipoacusias de Transmisión:* existe una barrera en el oído medio o externo, si pasamos este impedimento por aumento de la intensidad, la curva será igual que en el normal, solamente estará desplazada.
- *Hipoacusias de percepción:* la curva varía según el grado de sordera pero no llegará al 100% de discriminación, y algunas veces cuando existe reclutamiento al aumentar la intensidad desciende. (24)

JUSTIFICACIÓN

La estenosis del conducto auditivo interno afecta a 15 de cada 100 000 recién nacidos vivos. Su diagnóstico es difícil en países que no cuentan con los recursos necesarios para solicitar a todos los pacientes tomografía computada y resonancia magnética de oído. Estos pacientes forman parte del grupo de las hipoacusias de etiología no bien definida, es decir, sin un diagnóstico preciso de la causa de su hipoacusia. En la literatura mundial existen pocos estudios sobre la correlación entre la estenosis del conducto auditivo interno y algún grado de hipoplasia del octavo par craneal, pero no hay algún estudio que haya investigado si existe una relación directa entre la estenosis del conducto auditivo interno evidenciada por tomografía computada y alguna manifestación audiológica como la hipoacusia sensorial. El presente estudio intenta llenar este vacío, explicando si existe dicha relación. En países de bajos recursos económicos, esto tendrá gran impacto para ayudar a establecer el diagnóstico de hipoacusias de etiología indeterminada, ya que en pacientes con hipoacusias sensoriales y evidencia tomográfica de estenosis de conducto auditivo interno, se podrá inferir una posible alteración anatómica del nervio vestibulococlear.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Es la estenosis de conducto auditivo interno, causa de hipoacusia sensorial?

HIPÓTESIS

La estenosis del conducto auditivo interno es causa de hipoacusia sensorial.

OBJETIVO GENERAL

Establecer si existe correlación de la estenosis del conducto auditivo interno con hipoacusia sensorial, en pacientes del área de audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación del 2007 al año 2009.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el grado de estenosis del conducto auditivo interno en cada corte tomográfico (axial y coronal) por oído.
- Determinar el grado y tipo de hipoacusia en cada uno de los pacientes.
- Establecer el tipo de logaudiometría en cada uno de los pacientes.
- Correlacionar si a mayor grado de estenosis del conducto auditivo interno mayor hipoacusia sensorial.
- Establecer en que oído es más frecuente la estenosis del conducto auditivo interno en la población estudiada.

- Identificar si el predominio de estenosis del conducto auditivo interno es unilateral o bilateral.
- Determinar en qué sexo es más frecuente la estenosis del conducto auditivo interno.

OBJETIVO SECUNDARIO

- Proponer una forma de medir y clasificar la estenosis del conducto auditivo interno.

MATERIAL Y METODOS

RECURSOS HUMANOS

- Edgar Iván Sandoval Domínguez. Médico residente de tercer año de Comunicación, Audiología y Foniatría
- Diana Judith Gutiérrez Tinajero. Médico Adscrito al servicio de Audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación
- María de la Luz Arenas Sordo. Médico Adscrito al servicio de Genética del Instituto Nacional de Rehabilitación.
- Garly Daniel González Rosado. Médico adscrito al servicio de Tomografía del Instituto Nacional de Rehabilitación.

RECURSOS MATERIALES

Equipo:

- Otoscopio Welch Allyn.
- Audiómetro Orbiter Madsen 922
- Cámara sonoamortiguada.
- Computadora HP Pavilion Entertainment
- Impresora Hewelett Packard Deskjet, 6540
- Software para calcular y gráfica el índice de Spearman y la P.
- Tomógrafo multídetector GE LIGHT SPEED 64 VCT
- Estación de trabajo GE ADVANTAGE WORK STATION

Material:

- Historia clínica consultada en el sistema de administración de información intrahospitalaria SAIH.
- Material de papelería y consumibles.
- Placas tomográficas.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio retrospectivo, transversal, unicéntrico, y observacional. El cual consistió en revisar 1250 tomografías de oído del año 2007 al 2009 del archivo radiológico del Instituto Nacional de Rehabilitación. Se seleccionaron 50 tomografías por sospecha de estenosis de conducto auditivo interno, a las cuales se les realizaron las mediciones del conducto.

Para medir el diámetro transversal del conducto auditivo interno de cada oído éste se dividió en 3 tercios: proximal, medial y distal; las mediciones se llevaron a cabo en cada uno de los tres tercios, en cortes tanto sagitales como axiales tomográficos.

Se obtuvo un promedio de las medidas de los tres tercios por cada corte (axial y sagital) y un promedio general (tomando en cuenta tanto el corte axial y como el sagital) de cada tomografía por cada oído (FIG. 22, 23). Se encontró que los 50 pacientes tenían algún grado de estenosis del conducto auditivo interno en alguna de parte de su trayecto, en uno o ambos de sus oídos, de dichos pacientes, se seleccionaron 35 que tuvieron hipoacusia sensorial, hipoacusia mixta con predominio sensorial o anacusia audiométrica en uno o ambos oídos para determinar si existía una correlación estadística de estos tipos de hipoacusia con la estenosis del conducto auditivo interno.

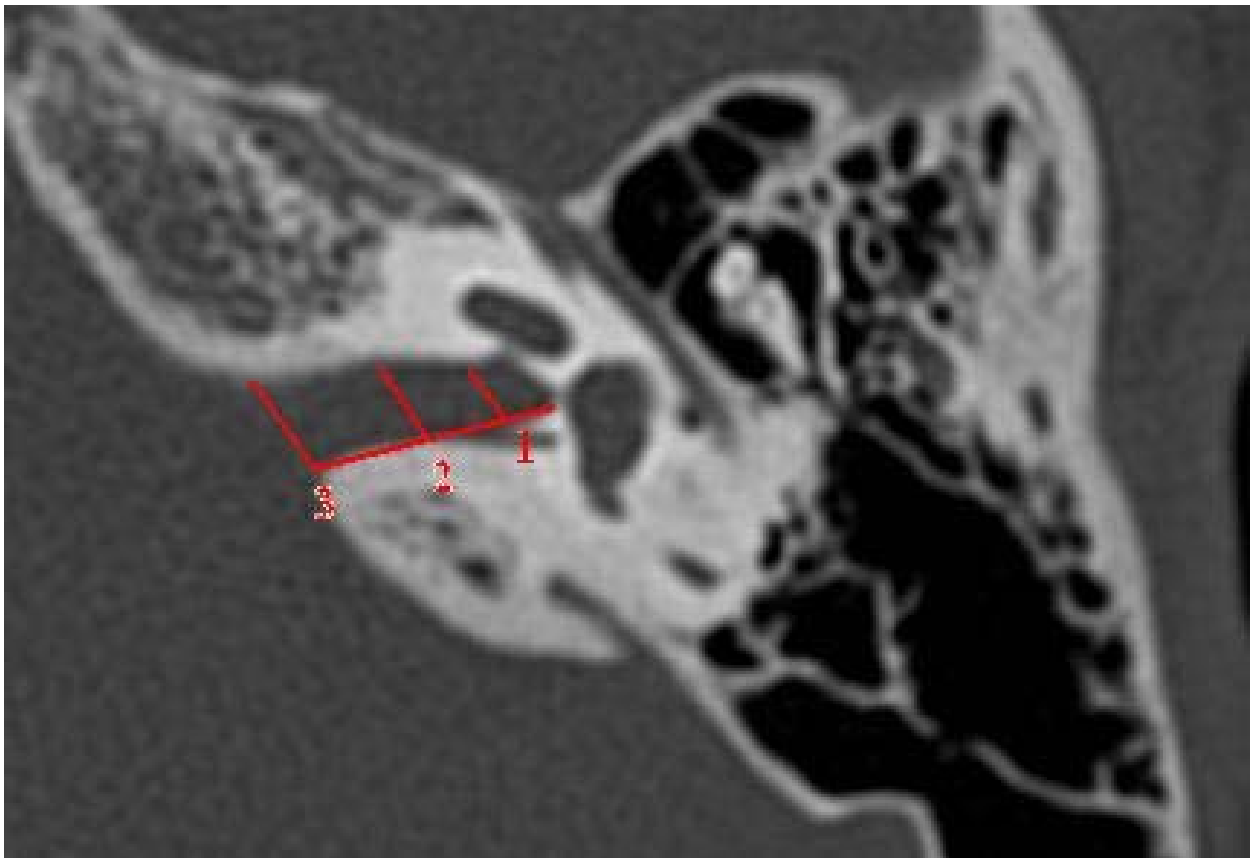


FIG. 22: Corte Axial del Conducto Auditivo Interno

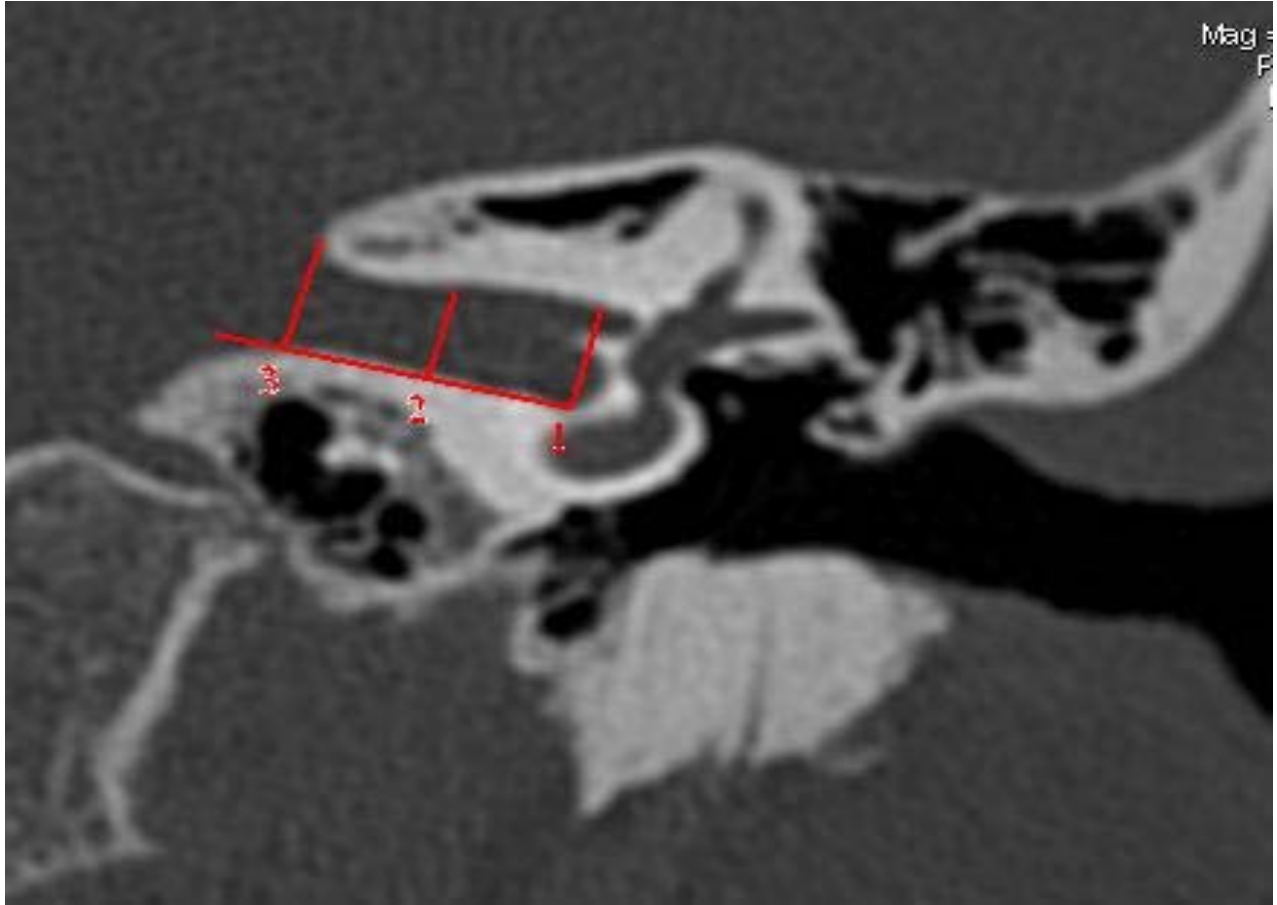


FIG. 23: Corte Coronal del Conducto Auditivo Interno

De los 50 pacientes se analizaron con fines descriptivos: los promedios de los tres tercios del corte axial y coronal en cada oído, las edades, el sexo de los pacientes, el tipo de logaudiometría, el tipo y grado de hipoacusia por cada oído; el promedio general de ambos cortes para cada oído se utilizó para correlacionarlo estadísticamente con hipoacusia sensorial.

Dado que en la literatura mundial no existe descrita una técnica estandarizada de medición del conducto auditivo interno, ni una clasificación de su estenosis, se propone la técnica antes descrita; así como una clasificación del grado de estenosis del conducto auditivo interno, la cual se puede aplicar para cada tercio de cada uno de los dos conductos auditivos internos en cada uno de los cortes, o bien, en el promedio general de ambos cortes, como se realizó en el presente estudio.

La clasificación que se propone y se utilizó es la siguiente:

Grado 1: diámetro transversal de 3 a 3.99 mm.

Grado 2: diámetro transversal de 2 a 2.99 mm.

Grado 3: diámetro transversal de 1.99 mm o menor.

A todos los pacientes del área de audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación se les realiza audiometría tonal y logaudiometría al ingresar al servicio, por lo que se revisó dichos estudios en sus expedientes, para demostrar la existencia de hipoacusia sensorial que pudiera estar relacionada con la estenosis del conducto auditivo interno.

En el presente estudio se consideró audición normal cuando el promedio de tonos puros es de 20 dB o inferior, hipoacusia superficial de 21 a 40 dB, media de 41 a 60 dB, severa de 61 a 80 dB y profunda mayor a 80 dB, que son los parámetros utilizados en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Pacientes con estenosis del conducto auditivo interno en la tomografía de oídos con o sin hipoacusia.
- Pacientes de cualquier sexo.
- .Pacientes de cualquier edad.
- Sin importar la patología de base.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Pacientes sin estenosis del conducto auditivo interno en la tomografía de oídos.
- Pacientes con malformaciones de oído medio y/o interno evidenciadas por la tomografía computada.

VARIABLES

VARIABLES DEPENDIENTES:

- Grado de hipoacusia.
- Tipo de hipoacusia.
- Grado de estenosis del conducto auditivo interno.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Diámetro transversal del conducto auditivo interno.
- Edad.
- Sexo.

DEFINICIONES CONCEPTUALES

- Diámetro transversal del conducto auditivo interno: es la medida en milímetros de la pared superior a la inferior del conducto auditivo interno, que en el presente estudio se realizó en cortes tomográficos axiales y coronales, en cada tercio del conducto auditivo interno.
- Edad: Tiempo de existencia desde el nacimiento, que se obtiene mediante restar la fecha de nacimiento a la fecha actual.

- Sexo: Características biológicas que definen a un ser humano como hombre o mujer, que se expresan como fenotipo de cada persona.
- Grado de hipoacusia: es la magnitud de la pérdida auditiva medida en decibeles, que se clasifica en superficial (21-40 dB), media (41-60 dB), severa (61-80 dB) y profunda (mayor a 80 dB)
- Tipo de hipoacusia: es la característica fisiopatológica de la pérdida auditiva, puede ser sensorial, cuando el problema radica en la percepción del sonido; o conductiva si hay alteraciones en la transmisión del sonido.
- Grado de estenosis del conducto auditivo interno: es la magnitud de la disminución del diámetro transversal del conducto auditivo interno, se considera grado 1, un diámetro transversal de 3 a 3.99 mm; grado 2, un diámetro transversal de 2 a 2.99 mm y grado 3, un diámetro transversal de 1.99 mm o menor.

RESULTADOS

Se revisaron un total de 1250 tomografías del área de comunicación humana del Instituto Nacional de Rehabilitación, de las cuales, se seleccionaron 50 por sospecha de estenosis del conducto auditivo interno, que se confirmó posteriormente al realizar las mediciones del conducto auditivo interno. Los diagnósticos de los 50 pacientes fueron: otitis media crónica bilateral en 8 pacientes, cortipatía bilateral por factores adversos al nacimiento en 9, secuelas de otitis media crónica en 9, otoesclerosis en 7, cortipatía bilateral vascular degenerativa en 9, cortipatía de etiología no determinada en 8

Se revisaron los expedientes clínicos de estos pacientes, para conocer las características de los pacientes y del estudio audiométrico; encontrando que 18 fueron hombres y 32 mujeres (gráfica 1, tabla 1). La mayor parte de nuestra población estuvo concentrada en las edades de 0 a 10 años, y la menor parte de los 21 a 30 años de edad (gráfica 2, tabla 2).

HOMBRES	18
MUJERES	32

Edades	Pacientes
0-10	14
11-20	9
21-30	2
31-40	7
41-50	6
51-60	6
61-70	6

De acuerdo al tipo de hipoacusia encontramos:

Oído derecho: hipoacusia conductiva en 3 pacientes, hipoacusia sensorial en 21, hipoacusia mixta con predominio conductivo en 12, hipoacusia mixta con predominio sensorial en 5, audición normal en 6 y anacusia audiométrica en 3 pacientes (gráfica 3, tabla 3).

Oído izquierdo: hipoacusia conductiva en 4 pacientes, hipoacusia sensorial en 18, hipoacusia mixta con predominio conductivo en 11, hipoacusia mixta con predominio sensorial en 5, audición normal en 10 y anacusia audiométrica en 2 pacientes (gráfica 4, tabla 4).

Cabe señalar que algunos pacientes presentaron diferencias audiométricas tanto en el grado como en el tipo de hipoacusia en ambos oídos.

TABLA 3: TIPO DE HIPOACUSIA EN OIDO DERECHO		PACIENTES
HIPOACUSIA CONDUCTIVA		3
HIPOACUSIA SENSORIAL		21
HIPOACUSIA MIXTA DE PREDOMINIO CONDUCTIVO		12
HIPOACUSIA MIXTA DE PREDOMINIO SENSORIAL		5
AUDICION NORMAL		6
ANACUSIA AUDIOMETRICA		3

TABLA 4: TIPO DE HIPOACUSIA EN OIDO IZQUIERDO		PACIENTES
HIPOACUSIA CONDUCTIVA		4
HIPOACUSIA SENSORIAL		18
HIPOACUSIA MIXTA DE PREDOMINIO CONDUCTIVO		11
HIPOACUSIA MIXTA DE PREDOMINIO SENSORIAL		5
AUDICION NORMAL		10
ANACUSIA AUDIOMETRICA		2

Tomando en cuenta el grado de hipoacusia en oído derecho, se obtuvo que en primer lugar está la hipoacusia profunda en 13 pacientes, severa en 11, media en 10 y superficial en 7 (gráfica 5, tabla 5).

En el oído izquierdo, se obtuvo que en primer lugar está la hipoacusia profunda en 14 pacientes, severa en 12, media en 7 y superficial en 5 (gráfica 6, tabla 6).

TABLA 5: GRADO DE HIPOACUSIA EN OIDO DERECHO	
HIPOACUSIA SUPERFICIAL	7
HIPOACUSIA MEDIA	10
HIPOACUSIA SEVERA	11
HIPOACUSIA PROFUNDA	13

TABLA 6: GRADO DE HIPOACUSIA EN OIDO IZQUIERDO	
HIPOACUSIA SUPERFICIAL	5
HIPOACUSIA MEDIA	7
HIPOACUSIA SEVERA	12
HIPOACUSIA PROFUNDA	14

El estudio logaudiométrico corroboró cada uno de los estudios audiométricos, en el oído derecho el perfil fue de tipo sensorial en 26 pacientes y en 3 no hubo respuesta a máximas intensidades (gráfica 7, tabla 7).

En el oído izquierdo el perfil fue de tipo sensorial en 23 pacientes y en 2 no hubo respuesta a máximas intensidades (gráfica 8, tabla 8).

TABLA 7: TIPO DE LOGOAUDIOMETRIA EN OIDO DERECHO	PACIENTES
CONDUCTIVA	15
SENSORIAL	26
DE AUDICION NORMAL	6
SIN RESPUESTA A MAXIMAS INTENSIDADES	3

TABLA 8: TIPO DE LOGOAUDIOMETRIA EN OIDO IZQUIERDO	PACIENTES
CONDUCTIVA	15
SENSORIAL	23
DE AUDICION NORMAL	10
SIN RESPUESTA A MAXIMAS INTENSIDADES	2

La cantidad de pacientes que encontramos de acuerdo al grado de estenosis promediando los tercios del conducto auditivo interno en corte tomográfico axial en oído derecho: grado 1 en 25 pacientes, grado 2 en 12, grado 3 en 5 y sin estenosis en 8.

En oído izquierdo: grado 1 en 22 pacientes, grado 2 en 10, grado 3 en 3 y sin estenosis en 15 (gráfica 9, tabla 9).

El grado de estenosis una vez promediados los tercios del conducto auditivo interno en el corte tomográfico coronal en oído derecho nos mostró: 21 pacientes con grado 1, 17 con grado 2, 6 con grado 3 y 6 sin estenosis.

En el oído izquierdo: 20 pacientes tanto en el grado 1 como en el 2, 6 con grado 3 y 4 sin estenosis (gráfica 10, tabla 10).

TABLA 9: GRADO DE ESTENOSIS EN CORTE AXIAL TOMOGRÁFICO	OIDO DERECHO	OIDO IZQUIERDO
ESTENOSIS GRADO 1	25	22
ESTENOSIS GRADO 2	12	10
ESTENOSIS GRADO 3	5	3
SIN ESTENOSIS 0	8	15

TABLA 10: GRADO DE ESTENOSIS EN CORTE CORONAL TOMOGRÁFICO	OIDO DERECHO	OIDO IZQUIERDO
ESTENOSIS GRADO 1	21	20
ESTENOSIS GRADO 2	17	20
ESTENOSIS GRADO 3	6	6
SIN ESTENOSIS 0	6	4

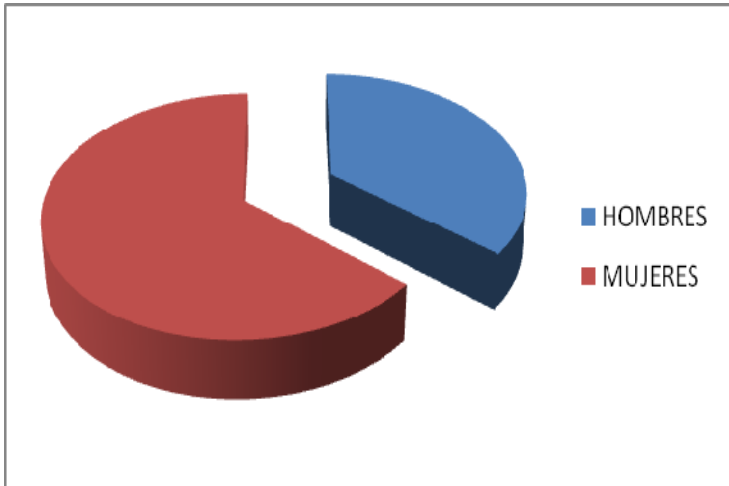
Se obtuvo el promedio de todos los tercios teniendo en cuenta los cortes tomográficos, axial y coronal, en cada oído; de acuerdo a este promedio general en oído derecho: 29 pacientes tuvieron grado 1 de estenosis, 11 grado 2, 5 grado 3 y 3 sin estenosis (gráfica 11, tabla 11).

En oído izquierdo encontramos: 23 pacientes con estenosis grado 1, 9 con grado 2, 6 con grado 3 y 12 sin estenosis (gráfica 12, tabla 12).

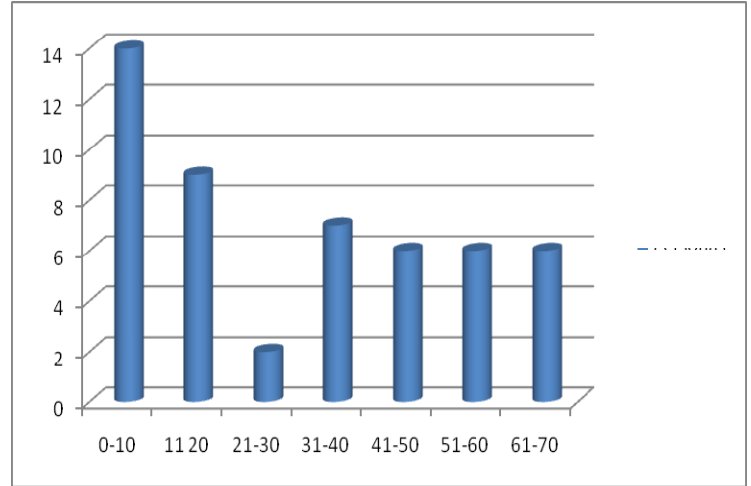
TABLA 11: GRADO DE ESTENOSIS GENERAL	OIDO DERECHO
ESTENOSIS GRADO 1	29
ESTENOSIS GRADO 2	11
ESTENOSIS GRADO 3	5
SIN ESTENOSIS 0	5

TABLA 12: GRADO DE ESTENOSIS GENERAL	OIDO IZQUIERDO
ESTENOSIS GRADO 1	23
ESTENOSIS GRADO 2	9
ESTENOSIS GRADO 3	6
SIN ESTENOSIS 0	12

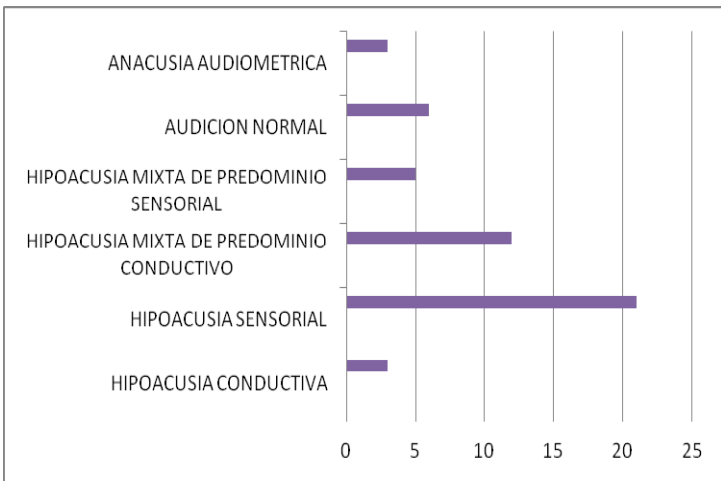
GRÁFICAS



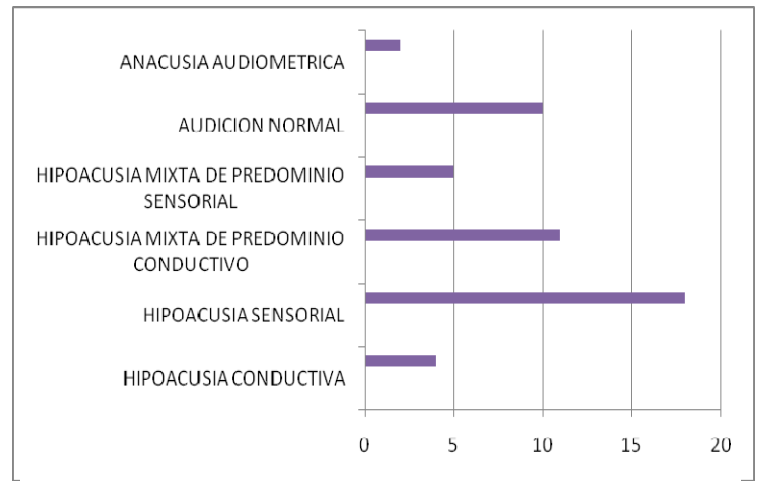
Gráfica 1: Población por sexo



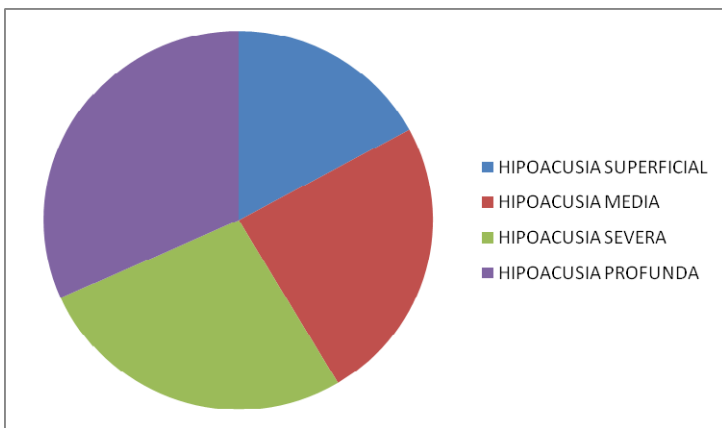
Gráfica 2: Población por grupos etarios.



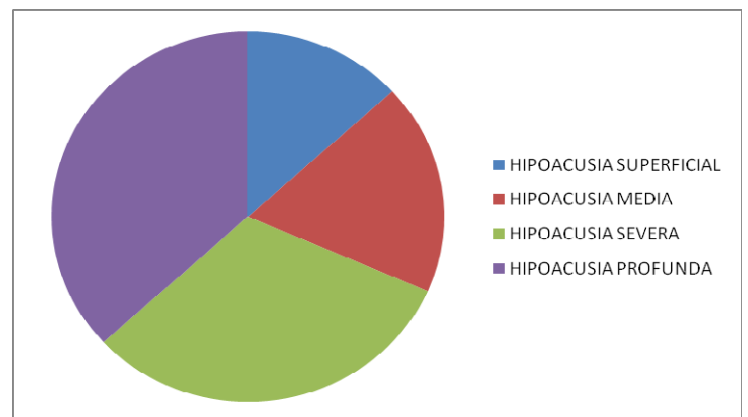
Gráfica 3: Resultados audiométricos en oído derecho.



Gráfica 4: Resultados audiométricos en oído izquierdo.

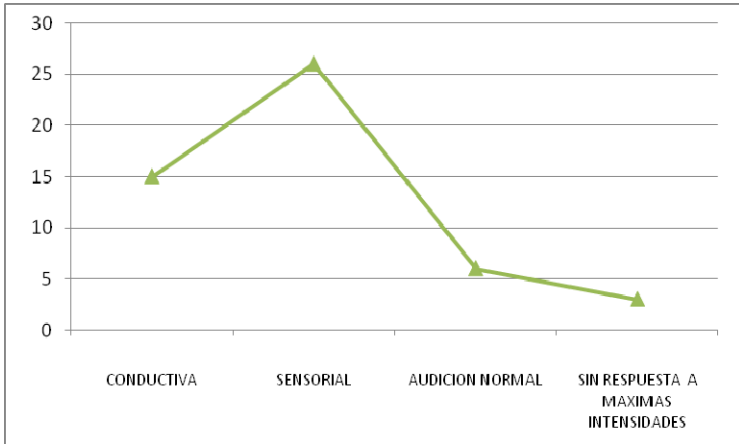


Gráfica 5: Grados de hipoacusia en oído derecho.

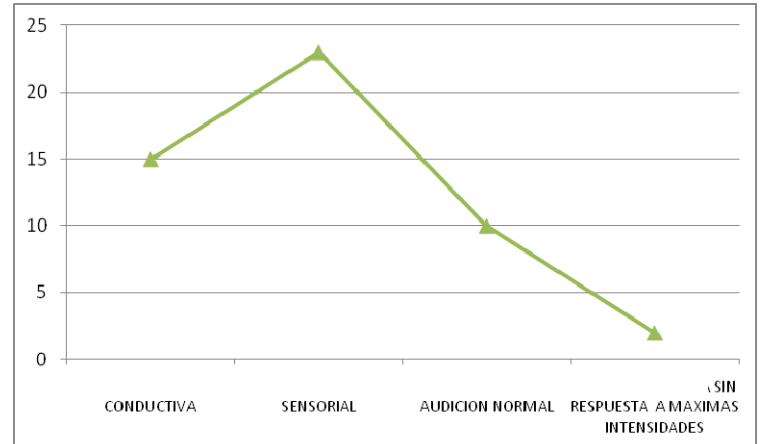


Gráfica 6: Grados de hipoacusia en oído izquierdo.

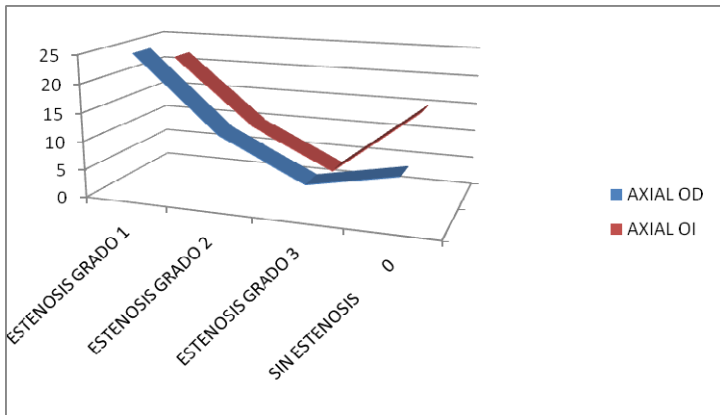
GRÁFICAS



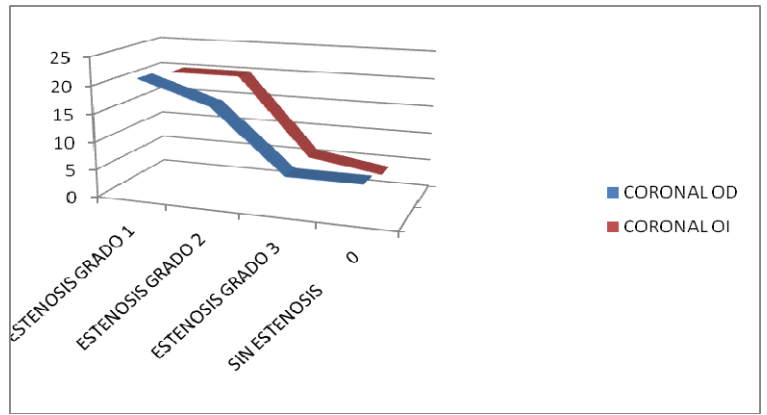
Gráfica 7: Tipos de logaudiometría en oído derecho.



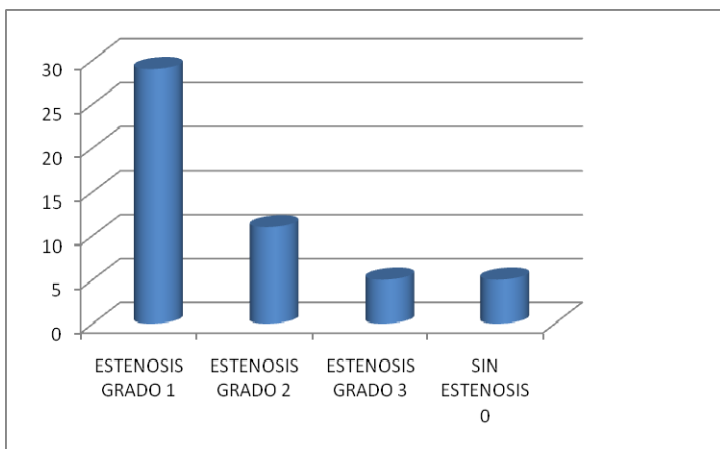
Gráfica 8: Tipos de logaudiometría en oído izquierdo.



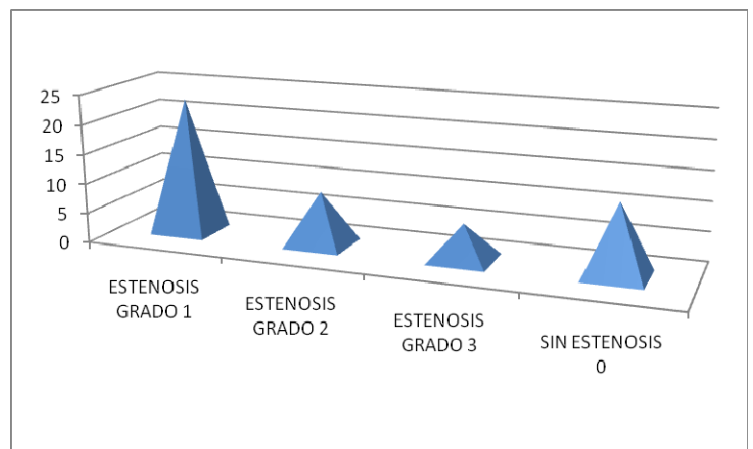
Gráfica 9: Grados de estenosis en corte tomográfico axial.



Gráfica 10: Grados de estenosis en corte tomográfico coronal.



Gráfica 11: Grados de estenosis general en oído derecho.

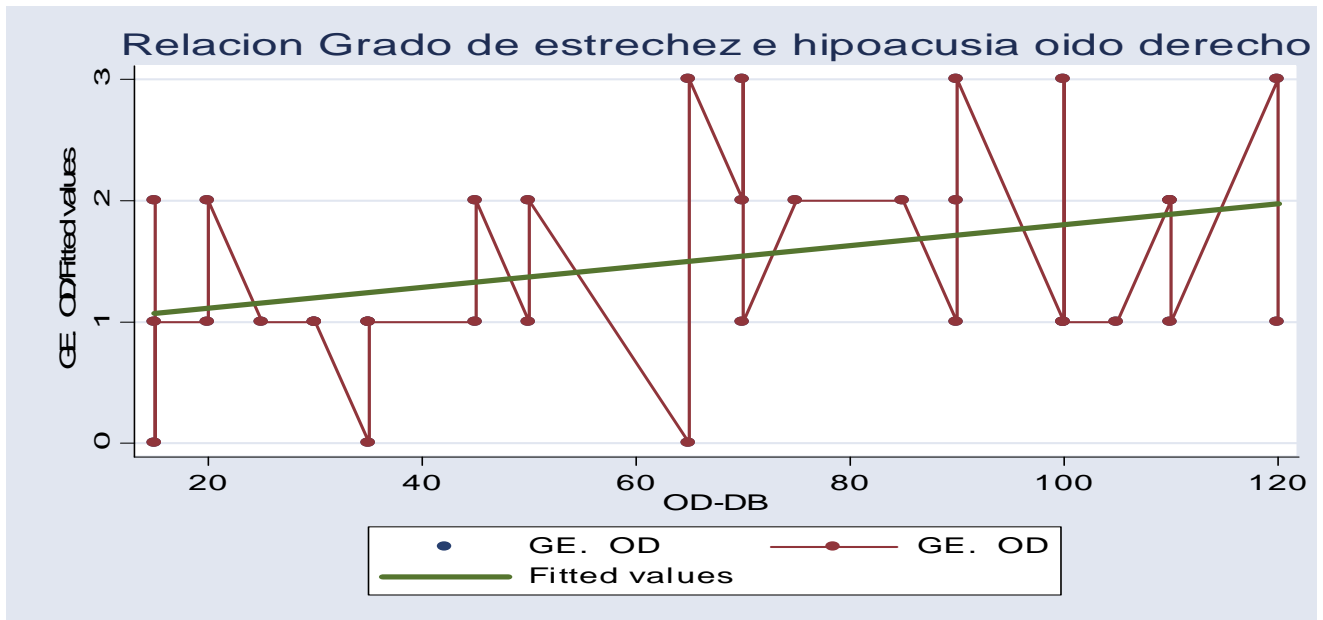


Gráfica 12: Grados de estenosis general en oído izquierdo.

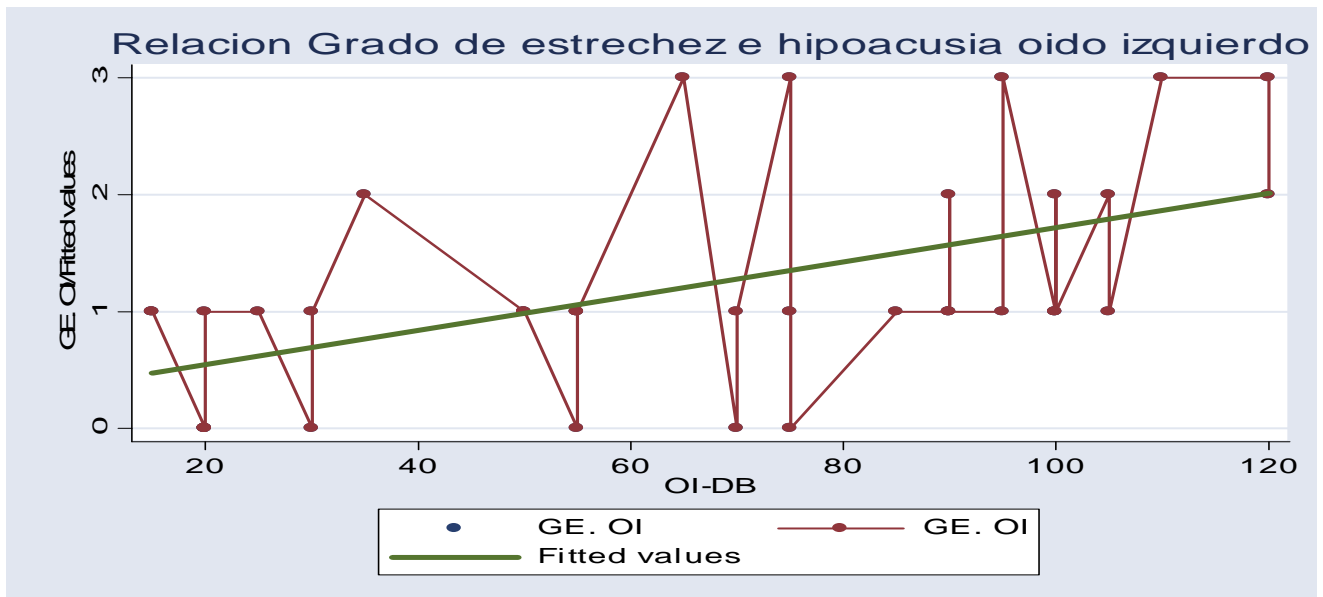
Tomando en cuenta cada uno de los oídos, se correlacionó el grado de hipoacusia sensorial o mixta de predominio sensorial en decibeles (dB) o bien la anacusia audiométrica con el grado de estenosis del conducto auditivo interno, este último considerando el promedio general del diámetro transversal de los tres tercios del conducto, de ambos cortes tomográficos (axial y coronal). Con lo anterior se obtuvo para el oído derecho un índice de Spearman de 0.3219 con una p de 0.0634 (Gráfica 13), lo que significa que existe una relación estadística pobre entre el grado de estenosis del conducto auditivo interno y la hipoacusia sensorial en decibeles medida con el audiómetro.

En el oído izquierdo encontramos un índice de Spearman de 0.5372 con una p de 0.0009 (Gráfica 14), lo que demuestra una moderada relación estadística entre el grado de estenosis del conducto auditivo interno y la hipoacusia sensorial.

En ambas gráficas de los dos oídos se evidencia que en general a mayor grado de estenosis del conducto auditivo interno mayor hipoacusia sensorial.



Gráfica 13: Correlación estadística entre el grado de estenosis del conducto auditivo interno y el grado de hipoacusia sensorial de decibeles en oído derecho.



Gráfica 14: Correlación estadística entre el grado de estenosis del conducto auditivo interno y el grado de hipoacusia sensorial de decibeles en oído izquierdo.

DISCUSION

La estenosis del conducto auditivo interno es una patología que se presenta de manera considerable en nuestra población; es una malformación congénita del hueso temporal que se caracteriza por una disminución del diámetro transversal del conducto auditivo interno. Esta entidad patológica se correlaciona en el 60% de los casos con alguna alteración del octavo par craneal, la cual puede ser hipoplasia en el 90% o aplasia en el 10%. Por lo tanto el 40% de los pacientes con estenosis del conducto auditivo interno tienen un nervio vestibulococlear de características normales. También se ha demostrado por resonancia magnética que el 20% de los pacientes con conducto auditivo interno normal presentan alguna alteración anatómica del octavo par craneal. Las teorías acerca de la migración de neuroblastos, osteoclastos y la existencia del factor quimiotáctico coclear, aun no logran explicar porqué se presenta estenosis del conducto auditivo interno sin hipoplasia del octavo nervio craneal y viceversa.

La importancia de la estenosis del conducto auditivo interno radica en que es una de las causas principales de hipoacusias sensoriales de etiología no determinada, por lo que es de importancia realizar estudios de imagen como tomografía computada para estudiar la estructura ósea del conducto auditivo interno y la resonancia magnética para valorar su contenido nervioso.

En la literatura mundial existen escasas publicaciones sobre el estudio por imagen como tomografía computada y resonancia magnética del conducto auditivo interno y su contenido.

Los artículos publicados valoran sólo la tomografía como estudio del hueso temporal y del conducto auditivo interno, y la resonancia magnética para valorar el nervio vestibulococlear, aún menos artículos hablan de la correlación de la tomografía computada y la resonancia magnética en el estudio de estructuras óseas y blandas del conducto auditivo interno.

Pero no existe ningún estudio que manifieste si es posible correlacionar el hallazgo tomográfico de la estenosis del conducto auditivo interno directamente con la hipoacusia sensorial. Dado que en países de tercer mundo hay poco acceso a la tomografía computada pero más aún a la resonancia magnética, el poder establecer dicha correlación ayudará a definir la causa de las hipoacusias de etiología no determinada.

A la fecha no se ha descrito ni estandarizado, la técnica de cómo medir el conducto auditivo interno en la tomografía para poder establecer que hay estenosis del mismo, ya que en la mayoría de las ocasiones la disminución del diámetro transversal no está a lo largo de todo el conducto, solo en alguna parte de su longitud, por ello en este estudio se propone una forma de medir, clasificar para poder establecer si existe estenosis del conducto auditivo interno.

Aún no se ha establecido un consenso sobre qué medida en milímetros se considera estenosis del conducto auditivo interno. Algunos autores mencionan que estenosis es un diámetro transversal menor a 4 mm en tomografía y menor a 2 mm en corte histológico. Otros estudios establecen que se considera estenosis menor a 3 mm, sin especificar cómo se midió el conducto auditivo interno; otros más determinan que estenosis es menor a 2 mm ya sea en corte histológico o medición en corte tomográfico.

Para la realización de este estudio se estableció como estenosis del conducto auditivo interno un diámetro transversal menor a 4 mm en la medición con tomografía computada, para poder establecer la correlación estadística entre el hallazgo tomográfico de la estenosis y la hipoacusia sensorial se vio la necesidad de clasificar la estenosis en tres grados.

Se encontró más estenosis del conducto auditivo interno del oído derecho que del izquierdo, así como más mujeres que hombres afectados por esta patología, lo cual, aun no tiene una explicación fisiopatológica, que en posteriores estudio se debe buscar.

En el análisis estadístico el índice de Spearman fue más significativo en el oído izquierdo (0.5372) que en el derecho (0.3219).

Con el análisis estadístico se pudo observar que en ambos oídos, la estenosis del conducto auditivo interno tiene una correlación estadística moderada con la hipoacusia sensorial, pero en la realización de este estudio se observó una contundente relación clínica entre ambas variables, incluso la hipoacusia sensorial es directamente proporcional al grado de estenosis.

CONCLUSIONES

Se logró establecer una correlación estadística moderada de estenosis del conducto auditivo interno manifestada en la tomografía computada con la hipoacusia sensorial, apoyada en un índice de Spearman de 0.3219 y una p de 0.634 para oído derecho, y de 0.5372 y una p de 0.0009 para oído izquierdo.

Se observó en ambos oídos que a mayor grado de estenosis más hipoacusia sensorial.

Sin embargo, aunque la relación estadística entre ambas variables es buena, pero no óptima, existe una contundente correlación clínica.

En el presente estudio se encontró que existe un mayor número de pacientes con estenosis del conducto auditivo interno del oído derecho con respecto al izquierdo.

La mayoría de los pacientes presentaron estenosis bilateral aunque de distinto grado.

Se encontró más mujeres con estenosis del conducto auditivo interno que hombres, en una relación de 2:1.

Se propone realizar estudio de resonancia magnética nuclear de oído en estos pacientes para determinar la integridad del nervio esteatoacústico para correlacionarlo con la tomografía y con los resultados audiométricos, así como realizar estudio de la función vestibular y del nervio facial, ya que ambos pares craneales se alojan dentro del conducto auditivo interno.

Se sugiere realizar estandarización de la metodología para medir el conducto auditivo interno.

BIBLIOGRAFIA.

1. Casselman j, et al. Aplasia and hypoplasia of the vestibulocochlear nerve: diagnosis with MR imaging. *Radiology* 1997; 202:773-781.
2. Esborrat L, Seco, Estelrich. Bases anatómicas del abordaje del conducto auditivo interno por fosa craneal media. *Boletín médico del universidad de la plata*, 2002; 14:23-30.
3. Adunka O, Jewwells, Buchman. Value of computed tomography in the evaluation of children with cochlear nerve deficiency. *Otology and neurotology*, 2007; 28: 597-604.
4. Adunka O, Jewwells, Buchman. Internal auditory canal morphology in children with cochlear nerve deficiency. *Otology and neurotology* 2006; 27:793-801.
5. Massetto I, et al. Internal Auditory Meatus Stenosis. *Rev. Bras. Otorrinolaringologia* 2008; 74:318-325.
6. Simons J, Mandell, Arjmand. Computed tomography and magnetic resonance imaging in pediatric unilateral and asymmetric sensorineural hearing loss. *Arch otolaryngol Head Neck Surg*, 2006; 132:186-192.
7. Baik H, et al. A narrow internal auditory canal with duplication in a patient with congenital sensorineural hearing loss. *Korean J. Radiol*, 2008; 9:22-25.
8. Yen M, Wang. Fibrous dysplasia of the temporal bone. *Mid Taiwan J. Med*, 2003; 8:105-109.
9. Vanier S, et al. Fibrous dysplasia of the temporal bone: case report and review of the literature. *Rev. Bras. Otorrinolaringologia*. 2004; 70(6):828-31.

10. Ito K, Ishimoto, Murofushi. Narrow internal auditory meatus an idiopathic case confirming the origin and pathway of vestibular evoked myogenic potentials in humans. *Arch otolaryngol head neck surg*, 2001; 127:275-278
11. Westerhof J, Rademaker, Weber, Becker. Congenital malformations of the inner ear and the vestibulocochlear nerve in children with sensorineural hearing loss, evaluation with CT and MRI. *Journal of computer tomography*, 2001; 25:719-726.
12. Rodriguez K, Shah, Kenna, Anomalies of the middle and inner ear. *Otolaryngologic clinics of north America*, 2007; 40:81-96.
13. Jarger I, et al. CT of the normal temporal bone: comparison of multi and single detector row CT. *Radiology* 2005; 235:133–141.
14. Dalchow C. et al. Digital volume tomography: radiologic examinations of the temporal bone. *Arch journal radiology* 2006; 186:416–423.
15. Martin, M, Hirsch. Imaging of hearing loss. *Otolaryngologic clinics of north America*, 2008; 41:157-178.
16. Granados E, Marín, Ayala. Lesiones más frecuentes del oído. Análisis retrospectivo del uso de la tomografía axial computada como método diagnóstico. *Med. Int. Mex.* 2001; 17(4):193-196.
17. Fatterpeka G, et al. Role of 3D CT in the evaluation of the temporal bone. *Radiology* 2006; 26:117-132.
18. Kozak A, Grundfast. Hearing Loss. *Audiology and neurootology* 2006;12:293–306.
19. Casselman J, et al. MRI of the cranial nerves more than meets the eye: technical considerations and advanced anatomy. *Neuroimag Clin N Am* 2008; 18:197–231.

20. Swartz J, Pathology of the vestibulocochlear nerve. *Neuroimag Clin N Am*, 2008; 18:321–346.
21. Gulya and Schuknecht's. *Anatomy of the temporal bone with surgical implications*. Third edition. Ed. Informa. Washington, USA 2007.
22. Katz J. *Handbook of clinical audiology*. Fourth edition. Ed. Williams and Wilkins. Baltimore, USA 1994.
23. Sebastian G, Badaraco, Postan. *Audiología práctica*. Cuarta edición Ed. Panamericana. Buenos Aires, Argentina 1992.
24. Salesa E, Perello, Bonavida. *Tratado de audiología*. Primera edición. Ed. Masson. Barcelona, España 2005.
25. Goodhill V. *El oído: enfermedades, sordera y vértigo*. Tercera edición. Ed. Salvat. Barcelona, España 1986.
26. Poblano A. *Temas básicos de audiología, aspectos médicos*. Primera edición. Ed. Trillas. México DF. 2003.
27. Cabrera J., Ordóñez, Prieto. *Implante coclear en situaciones especiales* *Acta de Otorrinolaringología & Cirugía de Cabeza y Cuello*, 37(2) 38-45; Junio de 2009.
28. Lora F., Pierre. *Mobious Syndrome with VIII cranial nerve involvement*. *Acta de Otorrinolaringología & Cirugía de Cabeza y Cuello* 37(1) 47-51, marzo de 2009.