



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

ESPECIALIDAD EN:
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

**“UTILIDAD DIAGNOSTICA DE LA SENSIBILIDAD DEL
REFLEJO ACUSTICO COMO METODO OBJETIVO PARA
DETERMINAR LA AUDICION EN POBLACION PEDIATRICA”**

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 :
DRA. YOLANDA ELIZABETH PEREZ VILLA

PROFESORA TITULAR:
DRA. XOCHQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESORES:
DRA. ILEANA DEL SOCORRO GUTIÉRREZ FARFÁN
DR. IGNACIO MORA MAGAÑA
DRA. MARIA EUGENIA MENA RAMIREZ



MÉXICO D.F.

FEBRERO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTÍNUA
PROFESOR TITULAR

DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ
JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA

DRA. ILEANA DEL SOCORRO GUTIÉRREZ FARFÁN
JEFE DE DIVISIÓN AUDIOLOGÍA
ASESOR CLÍNICO

DR. IGNACIO MORA MAGAÑA
MAESTRO EN CIENCIAS
ASESOR METODOLÓGICO

DRA. MARÍA EUGENIA MENA RAMÍREZ
MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE AUDIOLOGÍA
ASESOR CLÍNICO

*“El oído suele engañarse en cuanto a la situación
y distancia de sus objetos; porque las representaciones de éstos
no llegan a él por líneas rectas, sino por líneas tortuosas y reflejas;
y ocurre muchas veces que las cosas remotas parecen más cercanas
que las próximas, por culpa de los recorridos del sonido
La voz del eco, sin embargo,
sólo por líneas rectas se encamina al oído.”*

Leonardo Da Vinci.

AGRADECIMIENTOS

¡A Dios antes que nada! ¡Por regalarme la vida! ¡Por iluminar mi camino y por guiar mis pasos!

A mis padres, que siempre me han dado su apoyo incondicional, por todo su trabajo, dedicación y sacrificio para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual, por sus sabios consejos y por estar a mi lado en los momentos más difíciles. También de ellos es este triunfo.

A mis hermanas, porque a pesar de la distancia seguimos unidas, por acompañarme en cada una de mis locuras y preocuparse tanto por mí, las quiero.

A mi “nina” porque ha sido un gran ejemplo de fortaleza, perseverancia y amor a Dios.

A todos mis amigos porque se convirtieron en mi familia adoptiva en estos tres años. A Marco porque por que formó parte importante en las evaluaciones de los niños.

A Maru por sus ideas para iniciar este proyecto de tesis y apoyarme durante toda su elaboración.

A la Doctora Ileana, muchas gracias por sus enseñanzas, apoyo y confianza, porque también se hace tangible su proyecto visualizado hace tiempo.

Al Doctor Mora quien sin conocerme se aventuró para darme su apoyo, con quien aprendí que siempre se puede trabajar y divertirse a la vez, por mostrarme el lado divertido de la estadística y hacer más fácil este proceso.

A todos mis compañeros que me estuvieron apoyando en la evaluación de los pacientes, llenando hojas de datos o haciendo lavados óticos.

“OMNIA POSSIBILIA SUNT CREDENTI”
“TODO ES POSIBLE PARA EL QUE CREE”

INDICE

	Página
1. ANTECEDENTES	8
1.1. Anatomía del oído.....	8
1.2. Reflejo acústico estapedial o reflejo estapedial	10
1.3. Vía del reflejo acústico.....	11
1.4. Predicción de la sensibilidad del reflejo acústico SPAR.....	15
1.5. Métodos de predicción de Hipoacusia.....	17
1.6. Aplicaciones del SPAR.....	19
1.7. Factores que influyen los resultados del SPAR.....	19
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
3.1. Pregunta de investigación.....	23
4. HIPÓTESIS	23
5. OBJETIVOS	23
5.1. Objetivo generales.....	23
5.2. Objetivos específicos.....	23
6. METODOLOGÍA	24
6.1. Diseño del estudio.....	24
6.2. Población objetivo.....	24
6.3. Población elegible.....	24
6.4. Definición de variables.....	24
6.5. Criterios de selección.....	28

6.5.1 Criterios de inclusión.....	28
6.5.2 Criterios de exclusión.....	28
6.6. Material.....	29
6.7. Método.....	29
6.8. Tamaño de la muestra.....	31
6.9. Análisis estadístico propuesto.....	32
7. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	33
8. RESULTADOS.....	34
8.1 Cuadros y Gráficas.....	37
9. DISCUSIÓN.....	42
10. CONCLUSIÓN.....	45
11. ANEXOS.....	46
Hoja de recolección de datos.....	46
Hoja de consentimiento informado.....	47
12. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	48

1. ANTECEDENTES:

1.1. ANATOMIA DEL OIDO.

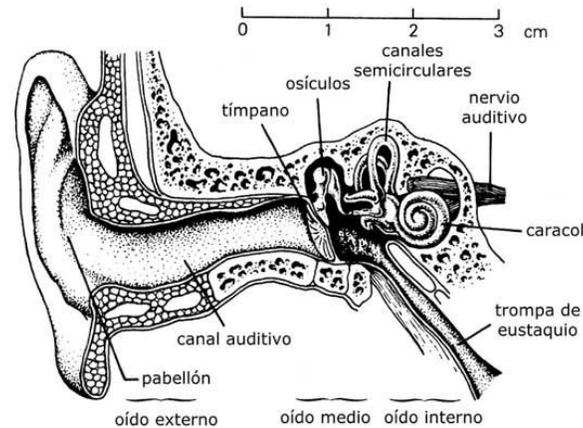
El oído se divide en tres zonas, oído externo, oído medio y oído interno. El oído externo está formado por el pabellón auricular, conducto auditivo externo (CAE), y membrana timpánica. La función del oído externo es la de recolectar las ondas sonoras y encauzarlas hacia el oído medio. El conducto auditivo externo es un "tubo" de 25 mm de longitud con un volumen de 0.7 a 1.6 ml y un diámetro de aproximadamente 8 mm. Al final de este conducto se encuentra la membrana timpánica, tiene unas dimensiones de 10 mm en sentido vertical y 9 mm anterosuperior. Se divide en 2 regiones: Porción inferior o pars tensa la cual tiene 3 capas, un epitelio epidérmico procedente del conducto auditivo externo, capa fibrosa con fibras elásticas y de colágeno en forma circular y radial y un epitelio cilíndrico procedente la cavidad timpánica. Porción alta, pars flácida o membrana de Schrapnell, la cual carece de capa fibrosa lo que la hace más débil en esta zona. ¹

El oído medio está constituido por una cavidad llena de aire, dentro de la cual se encuentran 3 huesecillos, el martillo, yunque y estribo, unidos entre sí en forma articulada. El mango del martillo se encuentra adherido a la membrana timpánica, mientras que la base del estribo está unida mediante un anillo flexible a las paredes de la ventana oval, orificio que constituye la vía de entrada del sonido al oído interno. Finalmente, la cavidad del oído medio se comunica con el exterior del cuerpo a través de la trompa de Eustaquio, la cual es un conducto que llega hasta las vías respiratorias y que permite igualar la presión del aire a ambos lados del tímpano. ¹

El oído interno es una estructura ósea en, cuyo interior, se encuentra el laberinto membranoso, éste se divide en 2 áreas específicas: *Laberinto anterior* o *cóclea*: con 3 rampas, rampa vestibular (contiene perilinfa), conducto coclear o rampa media (contiene endolinfa y en su interior, sobre la membrana basilar, está

el órgano de Corti con las células pilosas internas y externas) y rampa timpánica (contiene perilinfa). Las rampas timpánica y vestibular están conectadas en la punta de la cóclea o helicotrema. La rampa vestibular está en contacto con la ventana oval y la rampa timpánica con la ventana redonda.²

Laberinto posterior. Consta de 2 zonas, vestíbulo (compuesto por sáculo y utrículo) y los 3 conductos semicirculares, que parten del utrículo y están dispuestos en los 3 planos del espacio (superior, posterior y lateral u horizontal).¹

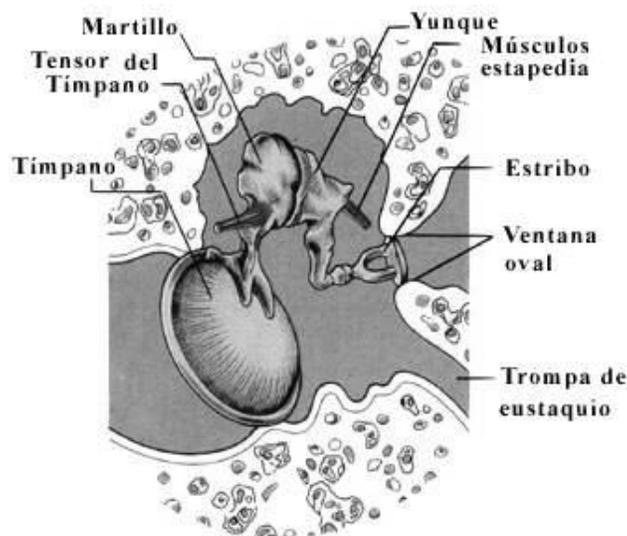


El sonido se transmite siguiendo este recorrido: pabellón → CAE → tímpano y cadena osicular → ventana oval → rampa vestibular → rampa timpánica → ventana redonda.⁴

La musculatura intratimpánica juega un papel importante en la movilidad y mecanismo transmisor de la cadena osicular. El músculo del martillo o tensor del tímpano se inserta en la cara interna de la trompa de Eustaquio y llega a la parte alta del mango del martillo. La contracción del tensor del tímpano lleva hacia dentro el mango y tensa la membrana timpánica, por tanto su contracción aumenta la impedancia de la membrana timpánica y aumenta la compliancia estática al aumentar de volumen el conducto auditivo externo.⁵

El término impedancia se refiere a la resistencia de la transmisión de la vibración sonora, y la compliancia se refiere a la facilidad de la transmisión de la vibración sonora. ³

El músculo del estribo o estapedial se inserta en el cuello del estribo, la inervación corresponde al nervio facial (VII par craneal), por una parte hunde la parte posterior de la platina en la ventana oval y mediante la rotación de la misma, exterioriza en bloque la masa ósea incudomaleolar, provocando el hundimiento del martillo. La contracción muscular no se realiza al unísono en ambos músculos, anticipándose el estapedial en unos segundos al del martillo. ^{3,5}



El músculo tensor tiene una mayor selectividad y el músculo del estribo participa más en la contracción muscular. ² Mientras que una neurona participa en 14 a 17 fibras musculares del estapedio, solo lo hace en 3 o 4 fibras del tensor, lo que indica una mayor selectividad en el tensor y una mayor participación del músculo del estribo. ^{3,5}

1.2. REFLEJO ACUSTICO ESTAPEDIAL O REFLEJO ESTAPEDIAL

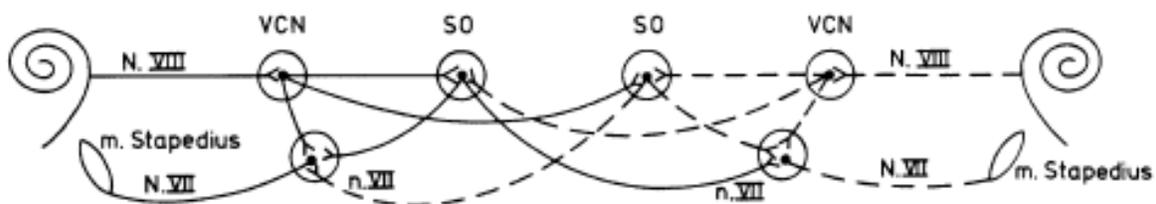
El reflejo acústico es la contracción refleja del músculo estapedial inducida por una estimulación sonora. El reflejo es medible por la observación de cambios en la compliancia del sistema cuando ocurre la contracción. ^{4,5}

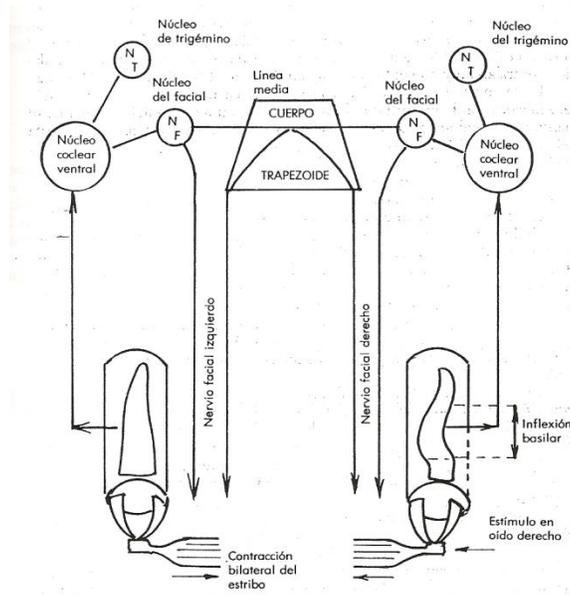
Está demostrado que ambos músculos se combinan de tal manera que se contraen al mismo tiempo formando una unidad defensiva ante los ruidos intensos, principalmente graves. Este mecanismo se produce por un reflejo cuyo estímulo es el sonido a altas intensidades.^{3,6}

1.3 VIA DEL REFLEJO ACUSTICO

La vía del reflejo acústico estapedial, está constituida por una vía acústica aferente y por una vía muscular eferente, el reflejo acústico se ha convertido en una herramienta clínica importante para la evaluación de la funcionalidad del oído medio, cóclea, núcleo coclear, y el tallo cerebral auditivo bajo.^{6,7}

La vía inicia en el oído externo donde el sonido ingresa al sistema auditivo. El oído medio dirige el sonido hacia la cóclea y desde la cóclea los impulsos eléctricos estimulan al nervio auditivo.⁷ Involucra primariamente al núcleo coclear ventral, y desde ahí un grupo de fibras van directamente al núcleo motor del facial ipsilateralmente, y otro grupo de fibras viajan a través del cuerpo trapezoide, hacia la oliva superior lateral y medial del otro lado. Desde el Complejo Olivar Superior (bilateralmente) hay conexiones al núcleo motor del facial. Por lo tanto hay entradas al núcleo motor del facial ipsi y contralaterales. La principal vía eferente desde el núcleo del nervio facial al nervio facial cursa a través del conducto auditivo interno hacia el oído medio, donde una rama (nervio estapedial) es enviada al músculo del estapedio. El reflejo acústico no refleja la fisiología de la protuberancia media y superior del tallo cerebral, se limita en su aplicación diagnóstica a la zona caudal del puente.^{4,5,7}





Aunque el músculo del martillo no es propiamente parte del reflejo estapedial, al ser estimulado por el nervio trigémino, cuyo núcleo recibe información del núcleo coclear ventral al igual que el núcleo del facial, provoca una contracción fijando al martillo con el yunque y el estribo, lo que provoca inmovilización de la cadena osicular y tensión de la membrana timpánica, al tensarse dicha membrana aumenta la amplitud del conducto auditivo externo lo que disminuye la impedancia para el sonido en esta región, pero la aumenta a nivel de la cadena osicular.⁴

El músculo del martillo o tensor del tímpano se puede contraer mediante la estimulación en la piel alrededor del ojo, por ejemplo con una bocanada de aire. Esta respuesta no es un reflejo acústico sino un reflejo del trigémino similar al reflejo del parpadeo.⁶

La latencia (intervalo de tiempo entre la presentación de la señal y el origen de la contracción muscular) del reflejo acústico aparece en una décima de segundo. El período de latencia disminuye a medida que la intensidad aumenta; pero intensidades altas (110dB) el período de latencia es más constante. La frecuencia del estímulo afecta también al período de latencia, siendo éste más corto con ruido blanco que con tono puro. En la estimulación tonal las frecuencias graves tienen una latencia mayor.⁵

Djupestrand demostró que el músculo estapedial tiene una latencia de 10 mseg, para la estimulación contralateral y que el tensor de tímpano tiene una latencia de 80 a 290 mseg. Las latencias que se registran con ruido blanco pueden oscilar entre 10 y 140 mseg.^{5 4}

El umbral de reflejo se conoce como la intensidad mínima en dB que se requiere para determinar un cambio detectable en la impedancia del sistema. En oídos normales las medidas del umbral del reflejo para diferentes tonos de estimulación son paralelas a la curva de audición.⁵

Es decir, la intensidad sonora necesaria para provocar el reflejo queda determinada por la intensidad con la que el paciente escucha el sonido. El rango normal para que se produzca un reflejo se encuentra entre 70 y 90 dB sobre el umbral del paciente.⁴

El reflejo acústico es un reflejo consensual; esto es, la estimulación de un oído (en un nivel de intensidad suficiente) resulta en la contracción bilateral del estapedio. Esto está basado en el hecho de que los tractos aferentes que vienen desde el nervio auditivo viajan ipsilateralmente para conectarse al núcleo motor del nervio facial y contralateralmente para conectarse en el núcleo motor del facial en el otro lado del tallo cerebral a través del complejo olivar superior.^{4,7}

Las conexiones desde las fibras aferentes en ambos lados del tronco cerebral, se conectan con el núcleo motor del facial que también está localizado bilateralmente en el tronco cerebral. Si todo el sistema está intacto, el músculo del estapedio se contrae en ambos lados.⁷

La significancia funcional del Reflejo Acústico es que protege a la cóclea de los sonidos de alta intensidad, mediante la atenuación de los sonidos antes de que ellos puedan causar daño a la cóclea. Cuando el estapedio se contrae, la impedancia del oído medio aumenta y la transmisión del sonido a través del oído medio se reduce, atenuando el sonido.^{3,7}

Moller (2000) describe al reflejo acústico como un sistema de control para la entrada del sonido a la cóclea. A intensidades altas la contracción del estapedio es mayor, mientras que a intensidades menores la contracción es menor o ausente. Por tanto, esto puede ser visto como un sistema de compresión.

Una de las principales aplicaciones del reflejo acústico es la medición de los umbrales. La medida de la amplitud del reflejo, incrementa en función con el nivel de intensidad. Por lo tanto, con intensidades bajas y justo por arriba del umbral hay menos cambio en la amplitud. La estimulación bilateral resulta con amplitudes mayores.⁷

Para determinar si el reflejo acústico se ha obtenido o no, el procedimiento requiere que se realice una medida de la impedancia acústica en el tímpano ipsilateral y mientras se efectúa el monitoreo se introduce un estímulo acústico en el oído ipsilateral o contralateral.¹

Si el músculo estapedial se contrae posteriormente al estímulo acústico dará como resultado un aumento en la impedancia acústica; si el tensor del tímpano se contrae, hay una aparente disminución de la impedancia acústica del tímpano debido a que se modifica el volumen del conducto auditivo externo.^{1,5}

Cuando se examinan oídos normales y el reflejo acústico no se encuentra presente existen pocas explicaciones posibles, éstas son: si es un reflejo contralateral y existe pérdida severa en el oído estimulado; puede existir daño en el VIII par; daño en el VII par en el oído normal que está siendo estimulado, lo cual no interferiría con la audición pero sí con la obtención del reflejo; a pesar de una audición normal se puede estar en presencia de una agenesia del tendón estapedial, y que el oído monitoreado tenga una lesión conductiva no detectada.⁴

Si se desea estimular el reflejo para determinar si está presente o no; el ruido blanco será el estímulo más adecuado puesto que requiere menos energía para producir el reflejo en comparación con tonos puros. Si deseamos determinar el nivel de sensación sonora necesario para producir el reflejo, el mejor estímulo serán los tonos puros.^{4,5}

1.4. PREDICCIÓN DE LA SENSIBILIDAD DEL REFLEJO ACÚSTICO O SPAR (SENSIVITY PREDICTION BY ACOUSTIC REFLEX)

El SPAR Sensitivity Prediction by Acoustic Réflex o Predicción de la Sensibilidad del Reflejo Acústico, se basa en la diferencia entre el umbral del reflejo acústico con tonos puros y ruido de banda ancha del inglés Broad Band Noise (BBN) ⁸ y en la disminución del umbral del reflejo acústico con ruido blanco en las hipoacusias cocleares, lo que no sucede en el umbral con tono puro. Stach (1998).⁹

Niemeyer y Sesterhenn (1974) observaron que, en la hipoacusia neurosensorial el umbral del reflejo estapedial para ruido blanco era menor comparado con los umbrales de tonos puros, y la diferencia en dB entre los dos umbrales está relacionada al grado de la pérdida auditiva ^{5,12}. En personas con audición normal el umbral del reflejo acústico con BBN se registró a intensidades menores de 80 dB y a menudo niveles tan bajos como 65 a 70 dB.^{11,17} Así el umbral del reflejo estapedial con ruido blanco se presenta 20 dB antes del umbral con tono puro.⁹

El umbral del reflejo acústico con ruido de banda ancha sistemáticamente incrementa directamente con el incremento de la pérdida auditiva sensorial. Como regla, si el reflejo con BBN es menor que 85 dB HL se asocia con una audición normal, mientras que el umbral con BBN mayor a 90 dB HL casi siempre refleja una pérdida auditiva sensorineural mayor a 30 dB HL.^{11,17}

Jerger et al. (1974) Inicialmente propusieron el SPAR para determinar pérdida auditiva sensorineural dentro de 4 categorías (audición normal, pérdida leve, severa o profunda).⁹ Posteriormente en 1978 Jerger publicó una revisión modificada del SPAR en donde proponía una interpretación que condujera a determinar el grado de pérdida auditiva, así: Pérdida auditiva neurosensorial de grado leve a moderado: la diferencia entre el umbral del reflejo acústico con ruido de banda ancha y con tono puro es menor de 20 dB y el umbral del reflejo acústico

con banda ancha es 95 dB o menos. Pérdida auditiva de grado severo: cuando el umbral del reflejo acústico con ruido blanco es mayor a 95 dB ^{9,12}.

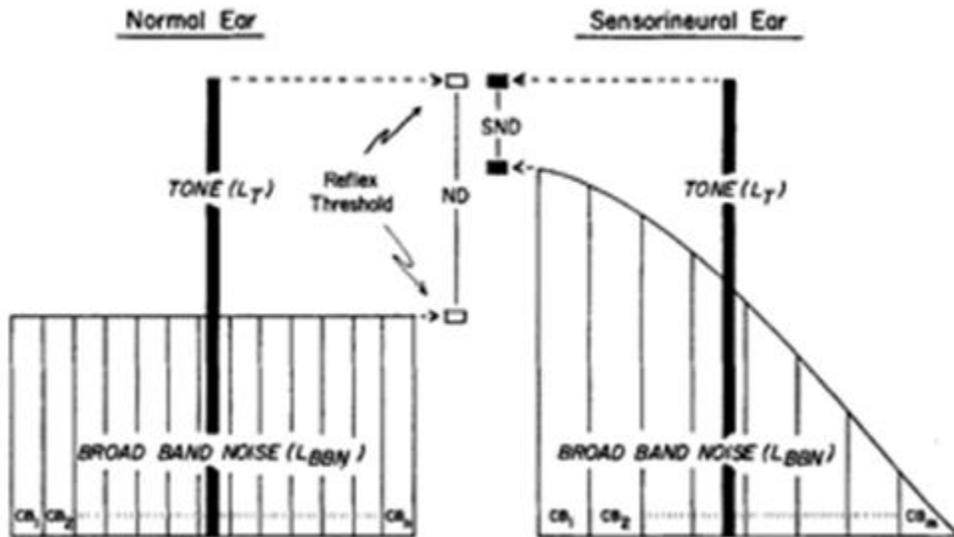
Estas mediciones se realizan bajo la estimulación con ruido blanco y tono puro pero solo en el oído contralateral. ^{11,17,19}

La idea de la diferencia Tono-Ruido, nace del principio electrofisiológico de sumación espacial. La estimulación casi total de la membrana basilar, a partir de la suma de un número “n” de bandas críticas de ruido blanco, genera potenciales de acción en un número mayor de fibras preganglionares que la banda crítica única de un tono puro, traduciendo la necesidad de una menor cantidad de energía o presión sonora (SPL) para alcanzar el umbral de activación del reflejo. ¹⁰

Flottorp et al y Popelka et al demostraron la existencia de bandas críticas de volumen para el reflejo acústico en las cuales se basa el SPAR. La presencia de pérdida auditiva sensorineural se consideró como resultado de una reducción del ancho de banda crítica contribuyendo a la sumación de volumen, elevando el umbral del reflejo acústico para BBN, mientras que el umbral de reflejo para tono puro relativamente no se afecta ^{10, 14}.

En el oído normal, el umbral del reflejo se alcanza cuando la señal supera un volumen crítico. El volumen para el ruido de banda ancha (LBBN), se concibe como la suma del volumen contribuido por las bandas críticas (CBX). ¹⁰

Ya que el tono puro es confinado a una sola banda crítica, y el volumen de ruido de banda ancha deriva de “n” bandas críticas, se necesita menos intensidad de ruido que la intensidad tonal para producir una señal del reflejo. ¹⁰



Explicación sobre el fenómeno de la diferencia normal que hay entre el umbral del reflejo en tono puro y ruido blanco, en oídos con hipoacusia sensorineural. Imagen extraída de la revista "Journal of Speech and Hearing Disorders XXXIX.

En el caso de una pérdida auditiva sensorineural, debido a la ampliación de bandas críticas, el número disponible para la sumación de volumen se reduce de "n" a "m". La pendiente de las frecuencias, característica del oído neurosensorial atenúa en gran medida la relativa contribución del volumen de las bandas críticas en la región de altas frecuencias. El resultado neto es una diferencia del umbral tono-ruido (DTR) mucho más pequeño de lo normal.¹⁰

1.5. METODOS DE PREDICCIÓN DE LA HIPOACUSIA

a) Método de Niemeyer y Sesterhenn: estos autores determinan el umbral del reflejo para estímulo tonal (500 - 4000 Hz) y ruido de banda ancha, encontrando dos hechos fundamentales: Que los 20 dB de diferencia entre el umbral del reflejo para tono puro y ruido de banda ancha disminuye linealmente a medida que aumenta la pérdida auditiva. Que la diferencia en decibelios entre el umbral del reflejo y la sensibilidad de la audición para tono puro también se reduce linealmente a medida que aumenta el grado de hipoacusia. La proporción en que estas dos funciones descendentes se diferencian es establecido por un factor aproximado de valor 2.5 que luego se resta del umbral del reflejo para tonos puros

para llevar a cabo la predicción de la media de pérdida auditiva en dB HL. Se encuentra una falta de precisión para hipoacusias mayores de 60 dB. ^{5,13}

b) Método Jerger: está basado en las mismas relaciones que el método Niemeyer y Sesterhenn, para calcular el valor de SPAR se resta el umbral de ruido de banda ancha del promedio de los umbrales de reflejo de tonos puros en la frecuencia de 500, 1000 y 2000 Hz contralaterales. Un valor de SPAR (D) de 20 se encuentra en sujetos con audición normal. Si el valor del SPAR en un paciente es menor de 15, hay una alta probabilidad de pérdida auditiva sensorineural. ^{5,8,13}

Se tiene así una clasificación en donde audición normal $D > 20$ dB, pérdida leve a moderada $D = 10-19$ dB, pérdida severa $D < 10$ dB. ^{10,12,13,14.}

Para realizar el análisis con ruido de banda ancha se toma la frecuencia de 1.000 Hz, proponiendo que cuando el umbral del reflejo acústico con ruido blanco es mayor a 95 dB siempre se puede predecir una pérdida auditiva. La presencia de audición normal se concluye cuando el umbral del reflejo acústico con ruido blanco es de 95 dB o menos y existe una diferencia entre el umbral del reflejo acústico con ruido blanco y con tono puro de 20 dB o más. Katz (2002).

La predicción exacta se modifica, por el umbral absoluto del umbral de reflejo para BBN. ^{10,12,13,14}

SPAR	BBN SPL	Predicción
20 o mayor	Cualquiera	Normal
15-19	80 dB o menos	Normal
15-19	81 dB o mas	Leve-Moderada
10-14	Cualquiera	Leve-Moderada
Menos de 10	89 dB o menos	Leve-Moderada
Menos de 10	90 dB o mas	Severa
Ausente	Ausente	Profunda

Para obtener resultados más confiables se recomienda realizar una calibración fisiológica. Esto se logra fácilmente midiendo los umbrales con tono puro y ruido de banda ancha, en 10 pacientes con audición normal (10–30 años) y

promediando los resultados. Para predecir la severidad de la pérdida, se resta el promedio de los reflejos de ruido de banda ancha al promedio del reflejo en tonos puros en 500, 1000 y 2000 Hz.^{10, 14} Esta es la norma para el equipo utilizado. Si se quiere relacionar los hallazgos con los resultados de estudios previos, se tendrá que restar la norma del equipo a la norma establecida (25dB) para llegar a un factor de corrección adecuado.^{10,14} Cuando se obtiene el factor de corrección, éste se suma al valor del SPAR obtenido para aplicar la clasificación propuesta^{10,14}

1.6. APLICACIONES DEL SPAR

Dentro de las aplicaciones clínicas del SPAR se encuentra el trabajo con la población pediátrica difícil de evaluar donde esta prueba es una herramienta útil para determinar si el niño presenta o no una pérdida auditiva y de qué grado es la limitación. Stach propone utilizar esta prueba como un tamizaje que permita diferenciar la población con pérdida auditiva de la que no la tiene.⁹ Se pueden aplicar estas mediciones en niños pequeños de hasta 3 semanas de edad.¹⁰ Pero generalizar los resultados en niños menores de 3 años no es conveniente ya que estos necesitarían mayores estudios¹⁴.

Roeser, Valente y Hoxford-Dunn (2000) encontraron que otra de las aplicaciones clínicas de este procedimiento se encuentra en el trabajo con simuladores ya que nos permite, de una forma objetiva, determinar si se está frente a una persona que quiere simular una pérdida auditiva o no.⁹

1.7.FACTORES QUE INFLUENCIAN LOS RESULTADOS DEL SPAR

En un estudio de Jerger et al, en el 100% de los niños predice que tienen audición normal, y en efecto muestran audiogramas normales. La pérdida auditiva severa se predijo con exactitud en el 85% de los niños y la pérdida auditiva moderada fue exacta en el 54% de los niños¹².

Jerger reportó en otro estudio una precisión de 81.2% para el grupo de audición normal, 40% para hipoacusia moderada, 36.4% en hipoacusia severa y

98.7% en sordera profunda. Tiene un margen de seguridad bastante amplio en audición normal e hipoacusia profunda pero cuando se trata de hipoacusias moderadas o severas el método es poco exacto.⁵

La exactitud predictiva tiene más éxito en niños (0-10 años) y se hace menos exacta en niños más grandes y adultos.¹²

La exactitud de predicción de la pérdida auditiva está influenciada por algunas variables como son: edad cronológica (la tasa de error incrementa con la edad¹³), problemas de oído medio, alteración auditiva central y la configuración de la pérdida auditiva. Katz (2002)^{9,15}

El umbral del reflejo disminuye con la edad, siendo unos 6dB en promedio más bajo en adultos que en niños cuando se estimula con tonos de frecuencia 2 Khz. Esto no ocurre así cuando se estimula con ruido blanco, donde la diferencia, en vez de ser de 6 dB es de 2 dB lo que afecta la relación con tono puro y ruido blanco que es de 23 dB en promedio en niños de 0 – 9 años y 16.5 en adultos.⁵

Variables tales como variación en las dimensiones de los conductos auditivos externos, y pérdida auditiva sensorineural en altas frecuencias, se ha visto que introducen variabilidad en los datos de los adultos que no parece ser tan grandes en los niños pequeños.¹⁰

Hall, reportó que la tasa de la exactitud predictiva en pacientes con anormalidades en las curvas timpanométricas (tipo Ad) era baja (20 – 30%), comparados con las curvas sin anormalidades (55- 60%).¹³

En pacientes con parálisis cerebral, Keith ha reportado con este método una exactitud del 97% en identificar la presencia de pérdida auditiva y un 87% de exactitud en identificar sujetos con audición normal¹⁶.

En personas con déficit mental, según Pamela B. Poole 1982, las predicciones del nivel de audición tienen una exactitud del 57%. Las explicaciones posibles para determinar por qué sucede esto son: primero, en ese estudio se evaluaron a personas mayores y el envejecimiento afecta la exactitud del reflejo;

segundo, los pacientes con retraso mental, presentan mayor cantidad de movimientos durante las mediciones, lo que afecta la obtención del reflejo. Finalmente, el uso de la audiometría por observación del comportamiento, en algunos pacientes pudo haber modificado el nivel de audición y se agrupo en otra categoría.¹⁸

Los trastornos auditivos centrales y las disfunciones del tallo cerebral, definitivamente inciden sobre los resultados de cualquier técnica de estimación de pérdidas auditivas por medio del reflejo acústico estapedial. En presencia de alteraciones a estos niveles, el umbral del reflejo contralateral esta elevado o ausente. Jerger 1977.²⁰

Hall 1980. Existe una tendencia a que se produzcan “falsos positivos” en las estimaciones, plantea que es razonable esperar que las señales complejas sean más sensibles de sufrir alteración en presencia de problemas auditivos centrales.²⁰

La determinación del umbral del reflejo acústico permitiría un cálculo muy exacto del umbral auditivo de no existir dos factores perturbadores: el fenómeno de hiperreflexia acústica, que hace variable la relación entre ambos umbrales, y la posible presencia de una hipoacusia conductiva, que puede hacer que no sea detectable un reflejo acústico que realmente existe. Por estos 2 motivos, el estudio del reflejo acústico sólo puede pretender una valoración aproximada de la audición
19 .

Puede ocurrir que el timpanograma sea normal pero con ausencia de reflejos, como resultado de una fijación de cadena osicular. Esto no es muy común en niños pequeños, pero la posibilidad debe ser reconocida como una fuente potencial de error en la predicción de la pérdida auditiva. Otro factor que limita la generalidad de esta prueba es la posibilidad de que un daño cerebral afecte el arco reflejo central. En un pequeño número de niños con historia fuerte que sugiera daño cerebral al nacer, no se ha logrado demostrar la presencia de reflejo acústico a pesar de una aparente audición normal.¹⁰

2. JUSTIFICACIÓN

Jerger et al, describieron un método de evaluación del reflejo acústico comparando el umbral de tonos puros con ruido de banda ancha, el cual se ha propuesto como una herramienta para la evaluación de pacientes en edad pediátrica, que no cooperan o que no entienden las instrucciones adecuadamente; ya que los resultados son independientes de la cooperación y voluntad del paciente.

Se han realizado varios estudios empleando este método, pero los reportes que se han encontrado datan de los años ochenta y noventa, no hay reportes recientes sobre el uso de esta técnica, incluso hacen falta más estudios para evaluar el comportamiento de esta diferencia tono ruido, y saber si este método identifica a los pacientes con audición normal, sobre todo en población pediátrica.

Ya que la población infantil es difícil de evaluar, y algunos métodos audiológicos requieren de la atención y cooperación activa del paciente para obtener resultados confiables y exactos, se requiere de un método objetivo y rápido en donde no intervenga de manera activa el paciente. Uno de estos métodos es la predicción de la sensibilidad del reflejo acústico denominada SPAR (Sensitivity Prediction from Acoustic Reflex), por medio del cual, evaluando la diferencia del umbral de reflejo en tono puro y ruido blanco mediante la contracción del reflejo estapedial contralateral, predice el estado auditivo del paciente para los diferentes grados de hipoacusia de manera rápida y en el momento de la evaluación, que en comparación con otro método objetivo como las emisiones otoacústicas, estas no se presentan en hipoacusias mayores de 40 dB y se limitan al estudio de las células pilosas externas.

3. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante las evaluaciones auditivas con el uso de diferentes métodos diagnósticos, nos encontramos con el problema de que pueden existir errores en la aproximación de los umbrales auditivos, sobre todo en pacientes en edad pediátrica, en quienes tienen problemas para mantener la atención y seguir indicaciones, o que simplemente no entienden las instrucciones dadas; entre estos pacientes están por ejemplo, niños menores de 10 años, con síndromes genéticos o con problemas de atención, en los que las pruebas objetivas como el reflejo acústico en específico el SPAR, son importantes por la determinación del umbral audiológico, sin embargo no sabemos qué tan bueno es el SPAR y ante esto surge la interrogante.

3.1. Pregunta de investigación:

¿Cuál es la utilidad diagnóstica del SPAR frente a la audiometría tonal, en niños menores de 10 años?

4. HIPOTESIS:

La utilidad diagnóstica del SPAR es mayor del 80%.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la utilidad diagnóstica del SPAR

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Calcular el valor de SPAR en los niños menores de 10 años.
- Medir el umbral del reflejo acústico con tono puro y ruido blanco
- Determinar promedio de tonos audibles mediante audiometría tonal.
- Identificar eventos adversos.

6. METODOLOGIA

6.1. Diseño: Prueba Diagnóstica

6.2. Población objetivo: Niños de 6, 7 y 8 años de edad.

6.3. Población elegible: que acudan al Instituto nacional de Rehabilitación (INR) en el periodo de octubre 2010 a mayo 2011.

6.4. Definición de variables y escalas de medición:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	NOMENCLATURA O UNIDADES DE MEDICION	TIPO DE VARIABLE
Nombre	Forma de denominar un individuo	Iniciales	Cualitativa nominal politómica
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha de interés	meses	Cuantitativa nominal politómica.
Sexo	Condición orgánica, hombre o mujer.	1- Mujer 2- Hombre	Variable cualitativa nominal, dicotómica.
Antecedentes heredofamiliares de Hipoacusia	Familiares que presentan o presentaron pérdida auditiva	0 No 1 SI	Cualitativa nomina dicotómica.
Antecedentes de malformación de oído	Familiares con alguna malformación en oído.	0 No 1 SI	Cualitativa nomina dicotómica.
Antecedente personal de Alergias	Antecedente de diagnostico confirmado de hipersensibilidad o alergia.	0 No 1 Si	Cualitativa nominal dicotómica
Otorrea	Secreción serosa, mucosa o purulenta, que se exterioriza en el conducto auditivo externo	0- No 1- Si	Cualitativa nominal. dicotómica
Otorrea lado	Lado en que se presenta	1- Der 2- Izq 3- Bilateral	Cualitativa nominal. politómica
Otalgia	Dolor de oído, que puede ser causado por alguna infección o inflamación del mismo.	0- No 1- Si	Cualitativa nominal. dicotómica
Otalgia lado	Lado en que se presenta	1- Derecho 2- Izquierdo 3- Bilateral	Cualitativa nominal. politómica
Ototóxico	Agente terapéutico u otra sustancia química que causa daño funcional y degeneración celular en el tejido del oído interno.	0- No 1- Si	Cualitativa nominal. dicotómica
Infección de Vías aéreas altas (IVAS)	Infecciones que afectan la laringe proximal, constituidas por otitis media aguda, sinusitis, resfriado común, faringo-amigdalitis, faringitis, adenoiditis, laringitis obstructiva y epiglotitis.	Eventos por año	Cuantitativa numérica discreta.
Enfermedades exantemáticas	Erupciones cutáneas de aparición más o menos súbita y distribución amplia, formados por máculas, pápulas, vesículas, pústulas, o petequias.	0- No 1- Si	Cualitativa nominal. Dicotómica
Cuales enfermedades exantemáticas	Nombre de la enfermedad exantemática	0- Varicela 1- Rubeola 1- Escarlatina	Cualitativa nominal. politómica

		3- Sarampión 4- Parotiditis	
Sospecha de hipoacusia	suponer que se tiene disminución de la percepción auditiva	0- No 1- Si	Cualitativa nominal. dicotómica
Membrana timpánica OD	Membrana fibrosa, delgada, elástica y semitransparente, situada en el fondo del CAE, que separa éste de la caja del tímpano.	0- Normal 1- Hiperemica 2- Opaca 3- Perforada	Cualitativa nominal. politómica
Membrana timpánica OI	Membrana fibrosa, delgada, elástica y semitransparente, situada en el fondo del CAE, que separa éste de la caja del tímpano.	4- Normal 5- Hiperemica 6- Opaca 7- Perforada	Cualitativa nominal. politómica
Características del Conducto auditivo externo OD	Cavidad del oído cuya función es conducir el sonido desde el pabellón auricular hasta el tímpano. El diámetro mayor alcanza unos 8-10 mm y el más pequeño 5-6 mm.	0- Normal 1- Otoserosis 2- Estrecho	Cualitativa nominal. politómica
Características del Conducto auditivo externo OI	Cavidad del oído cuya función es conducir el sonido desde el pabellón auricular hasta el tímpano, el segmento más estrecho o istmo está situado en el conducto óseo. El diámetro mayor alcanza unos 8-10 mm y el más pequeño 5-6 mm.	1- Normal 2- Otoserosis 3- Estrecho	Cualitativa nominal. politómica
Complianza OD	Nivel / grado de elasticidad que posee la membrana timpánica, y que le permite brindar una mayor facilidad en el paso de la onda sonora. Valores en niños 0.3-1.3ml	MI	Cuantitativa numérica continua
Complianza OI	Nivel / grado de elasticidad que posee la membrana timpánica, y que le permite brindar una mayor facilidad en el paso de la onda sonora. Valores en niños 0.3-1.3ml	MI	Cuantitativa numérica continua
Presión OD	Permite observar la funcionalidad de la Trompa de Eustaquio y si esta es suficiente para equilibrar la presión aplicada en el canal auditivo, y la presión del oído medio. Se determina el equilibrio (0) existente, observando el pico de la gráfica con respecto al eje X. Valores en niños +/- 100 daPa	daPa	Cuantitativa numérica continua
Presión OI	Permite observar la funcionalidad de la Trompa de Eustaquio y si esta es suficiente para equilibrar la presión aplicada en el canal auditivo, y la presión del oído medio. Se determina el equilibrio (0) existente, observando el pico de la gráfica con respecto al eje X. Valores en niños +/- 100 daPa	daPa	Cuantitativa numérica continua
Curvas de Jerger OD	Se presenta en forma de un gráfico que incluye en el eje de abscisas los valores de presión expresados en mm de agua, en el eje de ordenadas, las variaciones de la distensibilidad, se mide en ml.	1- A 2- As 3- Ad	Cualitativa nominal politómica
Curvas de Jerger OI	Se presenta en forma de un gráfico que incluye en el eje de abscisas los valores de presión expresados en mm de agua, en el eje de ordenadas, las variaciones de la distensibilidad, se mide en ml.	1- A 2- As 3- Ad	Cualitativa nominal politómica
Umbral de reflejo en 500 Hz OD	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para que se presente la respuesta del reflejo.	dB	Cuantitativa numérica continua

Umbral de reflejo en 1 Khz. OD	Cantidad minina de estímulo que se requiere para que se presente la respuesta del reflejo.	dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral de reflejo en 2 Khz. OD	Cantidad minina de estímulo que se requiere para que se presente la respuesta del reflejo.	dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral de reflejo en 500 Hz OI	Cantidad minina de estímulo que se requiere para que se presente la respuesta del reflejo.	dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral de reflejo en 1 Khz. OI	Cantidad minina de estímulo que se requiere para que se presente la respuesta del reflejo.	dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral de reflejo en 2 Khz. OI	Cantidad minina de estímulo que se requiere para que se presente la respuesta del reflejo.	dB	Cuantitativa numérica continua
Menor umbral de reflejo OD	Menor umbral encontrado entre las frecuencias 500Hz, 1 y 2 Khz.	dB	Cuantitativa numérica continua
Menor umbral de reflejo OI	Menor umbral encontrado entre las frecuencias 500 Hz, 1 y 2 Khz.	dB	Cuantitativa numérica continua
Promedio del reflejo en tonos puros OD	Promedio del reflejo en las frecuencias 500 Hz 1 y 2 Khz.	dB	Cuantitativa numérica continua
Promedio del reflejo en tonos puros OI	Promedio del reflejo en las frecuencias 500 Hz 1 y 2 Khz.	dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral de reflejo con ruido blanco BBN OD	Cantidad minina de estímulo que se requiere para que se presente la respuesta del reflejo con ruido blanco	dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral de reflejo con ruido blanco BBN OI	Cantidad minina de estímulo que se requiere para que se presente la respuesta del reflejo con ruido blanco	dB	Cuantitativa numérica continua
Diferencia Tono Ruido OD	Resta el promedio del reflejo en tono puros menos en umbral del reflejo con ruido blanco.	dB	Cuantitativa numérica continua
Diferencia Tono Ruido OI	Resta el promedio del reflejo en tono puros menos en umbral del reflejo con ruido blanco.	dB	Cuantitativa numérica continua
SPAR OD	$D = \frac{l+m+n}{3} + \text{Factor de corrección.}$ <p>En donde: D = Diferencia tono-ruido. a = umbral del reflejo en 500 Hz b = umbral del reflejo en 1000 Hz c = umbral del reflejo en 2000 Hz d = (a+b+c)/3 e = menor umbral entre a, b, c f = umbral del reflejo para BBN l = d - f m = a - f n = e - f</p>	Numérico	Cuantitativa numérica continua
SPAR OI	$D = \frac{l+m+n}{3} + \text{Factor de corrección.}$ <p>En donde: D = Diferencia tono-ruido. a = umbral del reflejo en 500 Hz b = umbral del reflejo en 1000 Hz c = umbral del reflejo en 2000 Hz d = (a+b+c)/3 e = menor umbral entre a, b, c f = umbral del reflejo para BBN l = d - f m = a - f n = e - f</p>	Numérico	Cuantitativa numérica continua
	D BBN SPL Predicción	1- Normal	Cualitativa nominal

PREDICCIÓN DE LA PERDIDA AUDITIVA OD	20 o mayor 15-19 15-19 10-14 Menos de 10 Menos de 10 Ausente	Cualquiera < 80 dB >81 dB Cualquiera <89 dB >90 dB Ausente	Normal Normal Leve-Moderada Leve-Moderada Leve-Moderada Severa Profunda	2- Leve – moderada 3- Severa 4- Profunda	politómica
PREDICCIÓN DE LA PERDIDA AUDITIVA OI	D 20 o mayor 15-19 15-19 10-14 Menos de 10 Menos de 10 Ausente	BBN SPL Cualquiera < 80 dB >81 dB Cualquiera <89 dB > 90 dB Ausente	Predicción Normal Normal Leve-Moderada Leve-Moderada Leve-Moderada Severa Profunda	1- Normal 2- Leve – moderada 3- Severa 4- Profunda	Cualitativa nominal politómica
Umbral tonal o aéreo en 125 Hz OD	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 250 Hz OD	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 500 Hz OD	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 1000 Hz OD	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 2000 Hz OD	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 4000 Hz OD	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 8000 Hz OD	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 125 Hz OI	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 250 Hz OI	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 500 Hz OI	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 1000 Hz OI	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 2000 Hz OI	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua
Umbral tonal o aéreo en 4000 Hz OI	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros			dB	Cuantitativa numérica continua

Hz OI	en tonos puros												
Umbral tonal o aéreo en 8000 Hz OI	Cantidad mínima de estímulo que se requiere para medir el nivel de audición de la vía aérea en tonos puros		dB	Cuantitativa numérica continua									
Promedio de Tonos Puros 7 OD	Promedio o media de los umbrales aéreos en las 7 frecuencias		dB	Cuantitativa numérica continua									
Promedio de Tonos Puros 7 OI	Promedio o media de los umbrales aéreos en las 7 frecuencias		dB	Cuantitativa numérica continua									
Pérdida auditiva de acuerdo al PTA OD	<table border="0"> <tr> <td>Categoría</td> <td>Criterio</td> </tr> <tr> <td>Normal</td> <td>PTA menor de 20 dB HL</td> </tr> <tr> <td>Leve-Moderada</td> <td>PTA 20 a 49 dB HL</td> </tr> <tr> <td>Severa</td> <td>PTA 50 a 84 dB HL</td> </tr> <tr> <td>Profunda</td> <td>PTA 85 dB HL o mas</td> </tr> </table>	Categoría	Criterio	Normal	PTA menor de 20 dB HL	Leve-Moderada	PTA 20 a 49 dB HL	Severa	PTA 50 a 84 dB HL	Profunda	PTA 85 dB HL o mas	1- Normal 2- Leve-Moderada 3- Severa 4- Profunda	Cualitativa nominal politómica
Categoría	Criterio												
Normal	PTA menor de 20 dB HL												
Leve-Moderada	PTA 20 a 49 dB HL												
Severa	PTA 50 a 84 dB HL												
Profunda	PTA 85 dB HL o mas												
Pérdida auditiva de acuerdo al PTA OI	<table border="0"> <tr> <td>Categoría</td> <td>Criterio</td> </tr> <tr> <td>Normal</td> <td>PTA menor de 20 dB HL</td> </tr> <tr> <td>Leve-Moderada</td> <td>PTA 20 a 49 dB HL</td> </tr> <tr> <td>Severa</td> <td>PTA 50 a 84 dB HL</td> </tr> <tr> <td>Profunda</td> <td>PTA 85 dB HL o mas</td> </tr> </table>	Categoría	Criterio	Normal	PTA menor de 20 dB HL	Leve-Moderada	PTA 20 a 49 dB HL	Severa	PTA 50 a 84 dB HL	Profunda	PTA 85 dB HL o mas	1- Normal 2- Leve-Moderada 3- Severa 4- Profunda	Cualitativa nominal politómica
Categoría	Criterio												
Normal	PTA menor de 20 dB HL												
Leve-Moderada	PTA 20 a 49 dB HL												
Severa	PTA 50 a 84 dB HL												
Profunda	PTA 85 dB HL o mas												
Discriminación en OD	Máximo porcentaje del entendimiento de la palabra o discriminación del oído para el lenguaje	%	Cuantitativa numérica continua										
Discriminación en OI	Máximo porcentaje del entendimiento de la palabra o discriminación del oído para el lenguaje	%	Cuantitativa numérica continua										
Intensidad de la discriminación OD	Nivel de intensidad mínimo requerido para llegar al máximo de discriminación de la palabra.	dB	Cuantitativa numérica continua										
Intensidad de la discriminación OI	Nivel de intensidad mínimo requerido para llegar al máximo de discriminación de la palabra.	dB	Cuantitativa numérica continua										

6.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN:

6.5.1 Criterios de inclusión

- Pacientes de 6, 7 y 8 años con hipoacusia y audición normal bilateral.
- Curvas tipo A, As o Ad de Jerger.

6.5.2 Criterios de exclusión

- Pacientes con atresia de conducto auditivo externo.
- Pacientes que no cooperen o no quieran realizarse los estudios audiológicos.

6.6. MATERIAL

Otoscopio Welch Allyn

Cucharilla de cerumen recta.

Impedanciómetro GSI Tymstar™ versión 2 con audífonos de inserción.

Audiómetro Madsen Orbiter 922 versión 2, equipado con audífono TDH-39, control directo de reproductor de CD.

Unidad de otorrinolaringología.

Cámara sonoamortiguada, calibrada de acuerdo a la norma ANSI S3.6-1996.

Hoja de recolección de datos del paciente.

6.7. MÉTODO

Se realizó audiometría tonal utilizando la técnica convencional, presentando estímulos sonoros en tonos puros, que van de la frecuencia 125 Hz a 8000 Hz, se encontró el umbral tonal para cada frecuencia mediante el método descendente bajo estímulos de tonos puros, obteniendo el promedio de estos; realizando además logaudiometría mediante estímulos monosilábicos en base al promedio de tonos audibles 3.

Para calcular el valor de SPAR, se tomaron los umbrales del reflejo estapedial contralateral con ruido de banda ancha y se restaron al promedio de los umbrales de reflejo estapedial contralateral de tonos puros en la frecuencia de 500 1000 y 2000 Hz.

Previa timpanometría, en la cual se obtuvieron presiones normales, se buscó el umbral del reflejo acústico contralateral en dB, para las frecuencias de tonos puros 500, 1000 y 2000 Hz, utilizando el método ascendente de 5 en 5 dB, para el ruido de banda ancha se tomó en cuenta el umbral de reflejo acústico

contralateral en la frecuencia de 1000 Hz. La respuesta del reflejo acústico se tomó como positiva, cuando la intensidad de la señal provocó una deflexión de 0.02 ml en la curva del reflejo.

Para producir un valor de SPAR específico, se aplicó un factor de corrección en los sujetos con audición normal; este factor de corrección se obtuvo mediante la calibración fisiológica del impedanciómetro, que consiste en medir el umbral del reflejo con señal de tono puro y ruido de banda ancha (BBN) en 10 pacientes normales (10 – 30 años) promediando los resultados. Para obtener la severidad de la pérdida, se resta el promedio BBN al promedio del reflejo en tonos puros en 500, 1000 y 2000 Hz. Este resultado es la norma para el equipo.^{10,12,13,14}

Para relacionar los hallazgos del presente estudio con los resultados de los estudios previos (Jerger et al. 1974), se resta solamente nuestra norma de la establecida por los estudios previos la cual es de 25dB, para llegar a un factor de corrección adecuado. Por ejemplo nuestro promedio para ruido de banda ancha fue de 80 dB y el promedio de tonos puros fue de 99 dB, la norma sería 99-80= 19 dB. Si resta, 19 dB a la norma establecida por estudios previos (25dB) la diferencia es 6 dB (factor de corrección). Si este factor de corrección se añade a los hallazgos en un paciente en particular, se puede interpretar los resultados acorde a los criterios ya establecidos.^{10,12,13,14}

Por ejemplo si en alguno de nuestros pacientes, el resultado de la diferencia tono-ruido es de 15 dB, añadiendo el factor de corrección de 6, da una suma rectificada de 15 + 6 = 21dB, esta cifra sería el resultado del SPAR de este paciente.

Para calcular los valores de la diferencia tono – ruido del SPAR, se utilizó el siguiente método descrito por Jerger et al.

$$D = \frac{l+m+n}{3} + \text{Factor de corrección.}$$

En donde:

D = Diferencia tono-ruido.

a = umbral del reflejo en 500 Hz

b = umbral del reflejo en 1000 Hz

c = umbral del reflejo en 2000 Hz

$d = (a+b+c)/3$

e = menor umbral entre a, b, c

f = umbral del reflejo para BBN

$l = d - f$

$m = a - f$

$n = e - f$

En el presente estudio el factor de corrección obtenido fue de 6 dB, previamente descrito.

Los resultados se clasificaron en base a las siguientes tablas.

Criterios para la predicción de la pérdida auditiva

D	BBN SPL	Predicción
20 o mayor	Cualquiera	Normal
15-19	80 dB o menos	Normal
15-19	81 dB o mas	Leve-Moderada
10-14	Cualquiera	Leve-Moderada
Menos de 10	89 dB o menos	Leve-Moderada
Menos de 10	90 dB o mas	Severa
Ausente	Ausente	Profunda

Criterios de la pérdida auditiva de acuerdo al PTA

Categoría	Criterio
Normal	PTA menor de 20 dB HL
Superficial - Media	PTA 20 a 60 dB HL
Severa	PTA 61 a 80 dB HL
Profunda	PTA 81 dB HL o mas

6.8. Tamaño de muestra:

Se hará tipo censo

6.9. Análisis estadístico propuesto

Cálculo del tamaño de la muestra, considerando el artículo de Tsappis-1977, y la fórmula:

$$n = \frac{2pq(Z_{\alpha 0.05} + Z_{\beta 0.2})^2}{\delta^2}$$

$$p = 0.74$$

$$q = 1 - p = 1 - 0.74 = 0.26$$

$$Z_{\alpha 0.05} = 1.96$$

$$Z_{\beta 0.2} = 0.84$$

$$\delta = 0.20$$

$$n = 92$$

La base de datos se organizó en tablas en el programa excel, se utilizó el paquete estadístico SPSS 17.

Se analizó la base de datos y una vez limpia se procedió a llevar a cabo pruebas de contraste.

Umbral de reflejo acústico con tono puro y umbral con ruido blanco vs audiometría tonal con prueba de X^2 .

SPAR vs antecedentes (enfermedades exantemáticas, antecedentes heredo familiares de hipoacusia, uso de ototóxicos, antecedente de otorrea, timpanograma, características del conducto auditivo externo) con t-student o kruskal-wallis.

SPAR vs audiometría tonal con t-student.

La concordancia se midió con Kappa.

Siempre se considero significativo un valor de $p \leq 0.05$.

7. CONSIDERACIONES ETICAS:

El estudio está catalogado como de riesgo mayor que el mínimo, pues les realizó timpanograma y aseo de conducto auditivo externo con cucharilla o lavado de conducto auditivo externo. Se les presentó y explicó el consentimiento informado (ver anexo) a cada padre de familia, así mismo a cada paciente se les explicó cada procedimiento que se llevó a cabo. Una vez que estuvieron satisfechas sus dudas y preguntas, se les pidió que lo firmaran.

8. RESULTADOS:

Se analizaron un total de 200 pacientes (400 oídos), 97 pacientes (48 %) mujeres y 103 (52 %) hombres, con edades comprendidas entre los 6, 7 y 8 años, con un promedio de edad de 7 años (68% o 138 pacientes).

La curva timpanométrica que se encontró para oído izquierdo fue: para la tipo A 176 oídos (88%) y tipo As en 24 (12%), en oído derecho la curva tipo A se encontró en 170 oídos (85 %), As 29 (14.5%) y Ad 1 (0.5%) (Ver gráfica 1)

Los antecedentes estudiados que resultaron estadísticamente significativos y que repercuten sobre la audición son los siguientes: uso de ototóxicos, curvas tipo A de Jerger y conducto auditivo externo normal.

Los antecedentes que no mostraron valores estadísticamente significativos fueron: el antecedente heredofamiliar de hipoacusia, otorrea, enfermedades exantemáticas, curvas de Jerger tipo As o Ad y conducto auditivo externo estrecho.

El antecedente heredofamiliar de hipoacusia estuvo presente en 44 pacientes, sólo en una pequeña cantidad (20 pacientes) coincidió la presencia del antecedente con el hallazgo de hipoacusia.

El antecedente de otorrea se encontró en 14 (7%) pacientes. Sólo se identificaron 4 pacientes con el antecedente de otorrea e hipoacusia. La frecuencia del antecedente de otorrea por oído se muestra en el cuadro 1.

El uso de ototóxicos se reportó en 28 (14%) pacientes. En 17 pacientes coincidió el uso de ototóxicos con el diagnóstico de hipoacusia. Lo que resulta

estadísticamente significativo ($p=.000$) para identificar hipoacusia en los pacientes que alguna vez presentaron otorrea.

En 106 pacientes (53%) se presentó el antecedente de enfermedades exantemáticas. La frecuencia del antecedente de enfermedad exantemática se observa en el cuadro 2.

En cuanto a las características del conducto auditivo externo, la mayoría de los pacientes 83.5% tuvieron el conducto auditivo externo normal y no hubo problemas para identificar hipoacusia o audición normal, pero en los pacientes que presentaron alguna alteración como otoserosis o cerumen posterior a su extracción, se observó que disminuye la exactitud de los resultados del SPAR.

En cuanto al umbral auditivo se encontró para el oído derecho: 55 (27.5%) presentaron hipoacusia; 7 de ellos (3.5%) hipoacusia superficial a media, 18 (9%) hipoacusia severa y 30 (15%) hipoacusia profunda. Para oído izquierdo: 54 (27%) hipoacusia; de estos últimos 5 pacientes (2.5%) hipoacusia superficial a media, 22 (11%) hipoacusia severa y 27 (13.5%) hipoacusia profunda. (Ver gráfica 2).

La predicción del umbral auditivo mediante la sensibilidad del reflejo acústico estapedial (SPAR) por grado de hipoacusia, confirmado mediante audiometría para oído derecho se muestra en el cuadro 3 y gráfica 3.

La predicción de umbral auditivo mediante la sensibilidad del reflejo acústico estapedial (SPAR) por grado de hipoacusia, confirmado mediante audiometría para oído izquierdo se muestra en el cuadro 4 y gráfica 4.

Se obtiene un valor de kappa de 0.5 para oído derecho y 0.4 para oído izquierdo lo que nos hace pensar en un nivel bajo de fiabilidad del SPAR al querer clasificar a los pacientes de acuerdo al grado de pérdida auditiva.

Si se toman los valores clasificando los resultados solamente en dos grandes grupos: audición normal e hipoacusia sin especificar el grado de hipoacusia se obtuvo que para el oído derecho (ver grafica 5) de los 123 oídos que se predijo tendrían audición normal en 122 (99%) se confirmó audición normal. De los 77 oídos que se predijo tendrían hipoacusia, 54 (70%) presentaron algún grado de hipoacusia.

Para el oído izquierdo (ver grafica 6) de los 116 oídos que se predijo tendrían audición normal, ésta se confirmó en 114 (98%), de los 84 oídos que se predijo tendrían hipoacusia solo en 52 oídos (62%) se confirmó algún grado de hipoacusia.

Se obtiene un valor de kappa de 0.7 para oído derecho y 0.6 para oído izquierdo lo que demuestra que el nivel de fiabilidad del SPAR aumenta cuando se clasifican a los pacientes solo por la presencia de audición normal o hipoacusia sin clasificar el grado de hipoacusia.

Consideramos en la tabla de contingencia como positivos a la Audición normal (sanos) y como negativos a la Hipoacusia. De tal forma que la sensibilidad identifica Audición normal y la especificidad identifica Hipoacúsicos. La utilidad diagnóstica del SPAR comparado con audiometría tonal se muestra en el cuadro 5.

En la grafica 8 se muestra la correlación lineal directa que tiene el valor de la diferencia tono ruido contra el valor de SPAR, mientras más pequeña es la diferencia tono ruido más pequeño es el valor de SPAR y viceversa. Sin embargo, no se puede tomar el valor absoluto de la diferencia tono ruido para predecir pérdida auditiva o audición normal.

Algunos de los problemas encontrados fueron presencia de cerumen, movimientos excesivos de cabeza o de boca, lo que provoca la aparición del

reflejo acústico cuando en realidad no se encuentra y dificulta la obtención del reflejo.

8.1. CUADROS Y GRAFICAS

Otorrea	Número de pacientes
Derecha	9
Izquierda	3
Bilateral	2

Cuadro 1: Frecuencia de antecedente de otorrea por oído

Enfermedad Exantemática	Número de Pacientes	%
Varicela	95	48
Sarampión	4	2
Rubeola	3	1.5
Escarlatina	3	1.5
Parotiditis	1	0.5

Cuadro 2: Frecuencia de antecedente de las enfermedades exantemáticas.

Predicción del SPAR por grado de Hipoacusia para OD confirmada por audiometría		
	Predicción	Confirmación
Audición Normal	123	122
Hipoacusia Superficial a moderada	30	4
Severa	26	6
Profunda	21	16

Cuadro 3 Predicción del SPAR por grado de hipoacusia OD

Kappa= 0.5

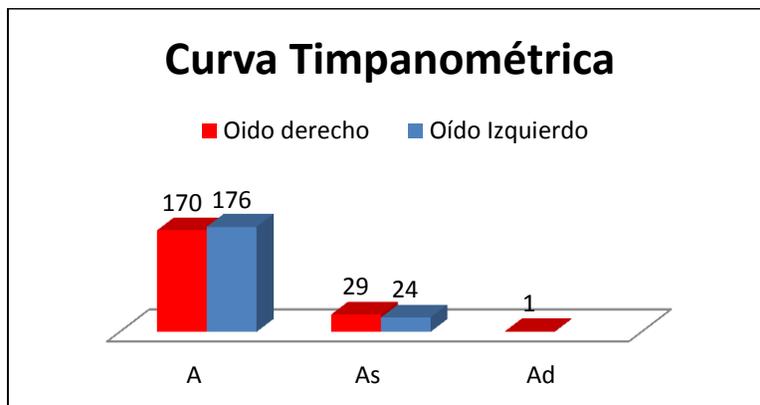
Predicción del SPAR por grado de Hipoacusia para OI confirmado por audiometría		
	Predicción	Confirmación
Audición Normal	116	114
Hipoacusia Superficial a moderada	40	4
Severa	20	8
Profunda	24	16

Cuadro 4 Predicción del SPAR por grado de Hipoacusia para OI

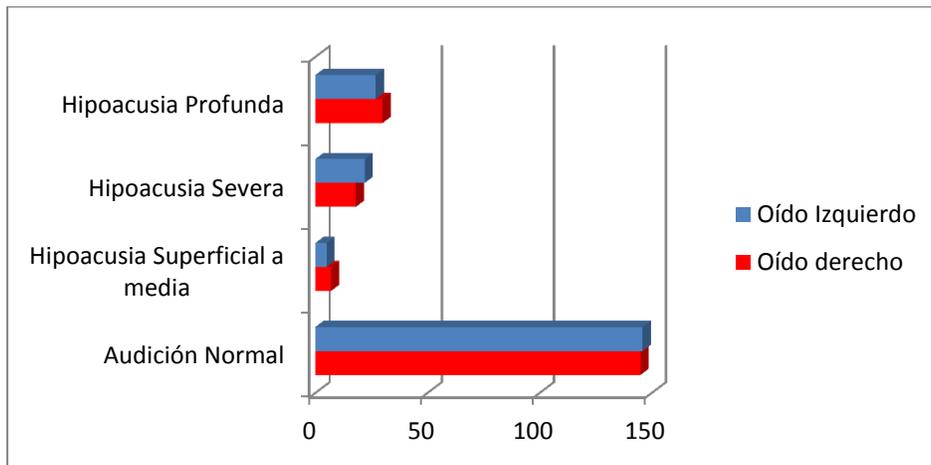
Kappa = 0.4

	SPAR OD	SPAR OI
SENSIBILIDAD	84%	78%
ESPECIFICIDAD	98%	96%
VALOR PREDICTIVO (+)	99%	98%
VALOR PREDICTIVO (-)	70%	62%

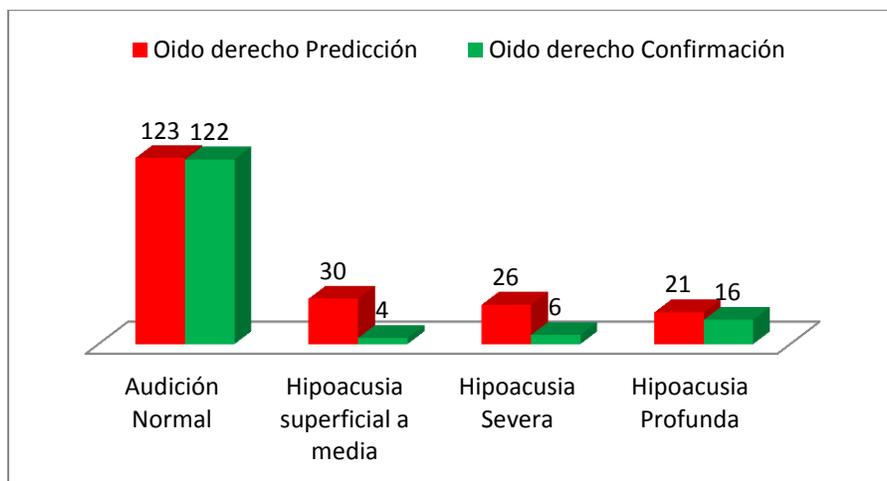
Cuadro 5: Utilidad Diagnóstica del SPAR comparado con Audiometría Tonal.



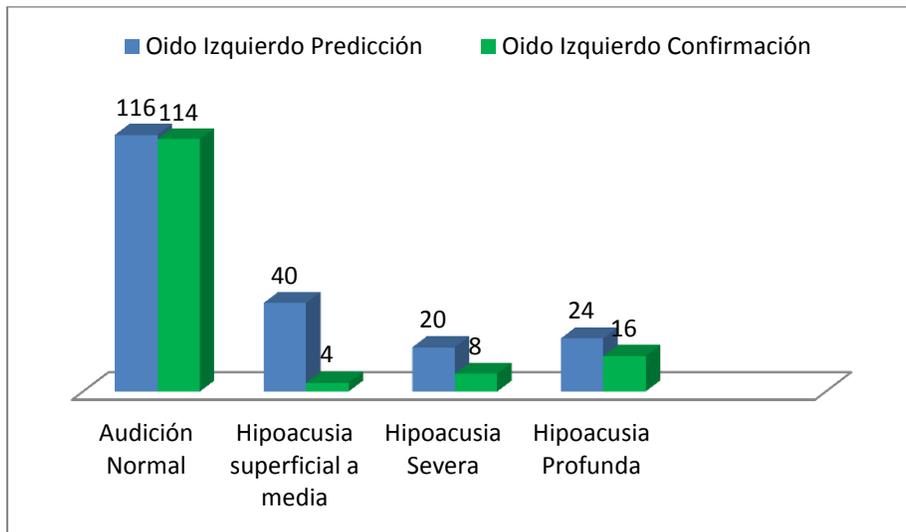
Gráfica 1: Tipo de curva timpanométrica de acuerdo a la clasificación de Jerger en el total de pacientes.



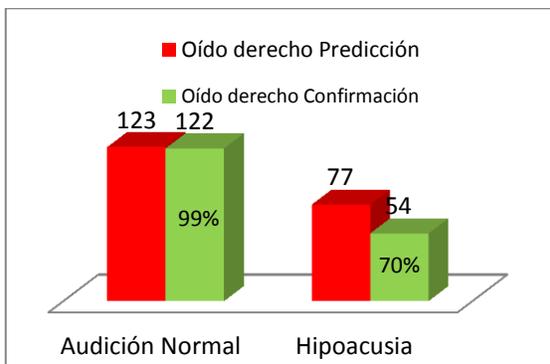
Gráfica 2: Datos obtenidos por medio de Audiometría tonal convencional



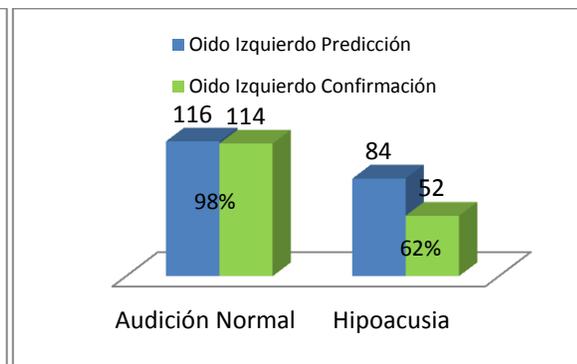
Gráfica 3 Predicción del SPAR por grado de hipoacusia para oído derecho



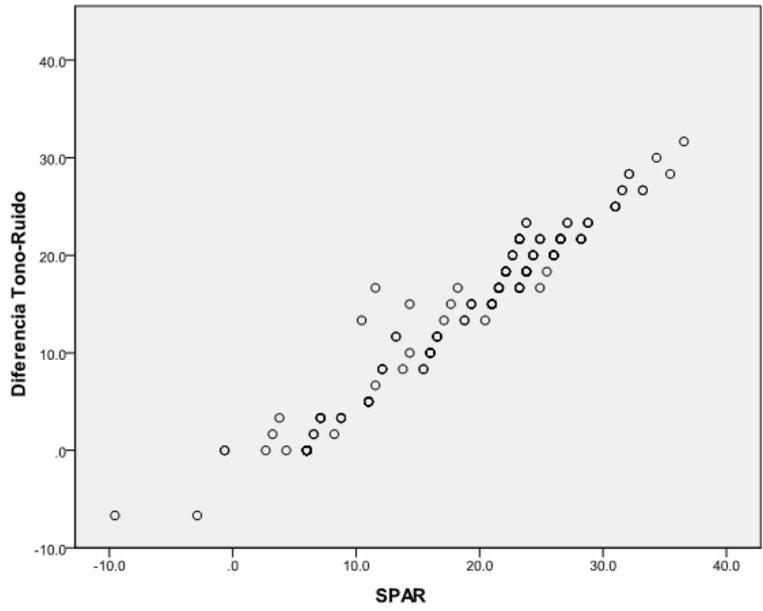
Gráfica 4: Predicción del SPAR por grado de Hipoacusia para oído izquierdo



Gráfica 5: Sensibilidad del SPAR OD Kappa: 0.7



Gráfica 6: Sensibilidad del SPAR OI Kappa: 0.6



Gráfica 8 Correlación entre diferencia tono-ruído del reflejo estapedial contra SPAR

9. DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos en éste estudio, hubo una proporción considerable de errores por grado de hipoacusia, por ejemplo errores por falsos positivos en sujetos normooyentes los cuales aparecían con pérdida auditiva moderada. Apareciendo un número mayor de falsos positivos en pacientes con pérdida moderada o severa que salían con audición normal. Esto sucedió para ambos oídos. La exactitud en pacientes con pérdida severa es mayor al igual que en los pacientes normooyentes, lo que coincide con los estudios realizados por James W. Hall (1982)^{13,15} en donde reporta que el SPAR tiene una tasa relativamente alta de falsos positivos en sus predicciones, es decir, se predice pérdida auditiva en una razonable proporción de pacientes con audición normal.

Según Jerger et al 1978, el SPAR predice audición normal en el 100% de los pacientes estudiados por él, los cuales mostraron audiogramas normales, la pérdida profunda se predijo con una exactitud del 85% lo que disminuía en la pérdida moderada y severa, por lo tanto no es útil si se quiere saber el umbral exacto de la audición del paciente o clasificar la hipoacusia en los diferentes grados de pérdida auditiva.¹⁰ En nuestro estudio encontramos que esta prueba es sensible para diagnosticar audición normal y en su defecto hipoacusia sin poder precisar el grado de perdida que presenta el paciente.

De acuerdo a los resultados de nuestro estudio la utilidad diagnóstica del SPAR para determinar si existe audición normal o no en pacientes menores de 10 años es mayor del 80%, por lo tanto es una prueba muy confiable para utilizarla como screening o cribado auditivo.

Para que la exactitud del SPAR no se modifique es requisito indispensable obtener un timpanograma normal, sobre todo con los valores de la presión, ya que

si se modifica la presión o existen secreciones dentro del oído, disminuyen el umbral del reflejo o impiden su respuesta, disminuyendo la confiabilidad de éstos (Jerger 1975, Hall 1982, Madriz 1986)^{10,13, 14, 15, 21} En nuestro estudio resultó más fácil identificar el umbral del reflejo en pacientes con timpanogramas normales.

Así mismo, el movimiento excesivo de los pacientes, al momento de registrar el umbral del reflejo, puede alterar la respuesta del reflejo u obtener una respuesta en donde no la hay. (Jerger 1978, Hall 1982)^{10, 13, 15}. Durante el estudio, en los pacientes demasiado inquietos no se obtuvo un resultado confiable.

Si se tienen antecedentes de hipoacusia en la familia, se identifican de igual forma a los pacientes con hipoacusia o audición normal mediante el SPAR.

Se observó que el antecedente de otorrea no modifica el resultado del SPAR y tampoco aumenta la probabilidad de hipoacusia en éste estudio.

El SPAR identifica a la gran mayoría de pacientes con el antecedente de uso de ototóxicos, esto debido a que la vía del reflejo acústico se puede ver afectada por el uso de ototóxicos sobre todo al inicio de la vía auditiva, sobre todo en las conexiones aferentes de las células ciliadas internas (Musiek)⁷.

Se confirmó, como coincide con la literatura, que el oído derecho se afecta más frecuentemente y la hipoacusia se identifica más fácilmente en comparación con el oído izquierdo.

La presencia del antecedente de enfermedades exantemáticas no aumenta la frecuencia de hipoacusia ni modifica la detección de la misma por medio del SPAR.

En cuanto a la diferencia tono ruido de los umbrales del reflejo, se encontró que este valor fue menor de 20 en todos los pacientes hipoacúsicos y en los pacientes normales fue mayor, coincidiendo con los estudios de Jerger.

A pesar de que se encuentra una correlación lineal directa entre la diferencia tono ruido contra el valor de SPAR, no se puede utilizar únicamente la diferencia tono ruido para determinar si el paciente presenta audición normal o hipoacusia, ya que se requiere aplicar un factor de corrección o una fórmula específica para que el resultado sea confiable (Niemeyer y Sesterhenn 1974, Madriz 1986)^{13,14, 15, 21}

El umbral para el reflejo estapedial con ruido blanco, fue mayor en los pacientes hipoacúsicos que en los pacientes con audición normal, lo que coincide con Jerger 1975, que refiere que el umbral con ruido para los oídos hipoacúsicos es siempre mayor.¹⁰

10. CONCLUSIONES:

La utilidad de la sensibilidad del reflejo acústico estapedial es mucho más exacta para el diagnóstico de la audición normal y de las hipoacusias profundas, siempre que el timpanograma sea normal, sin embargo tiene muy poco valor para predecir el grado de pérdida auditiva.

La utilidad clínica del reflejo acústico es indiscutible, ya que se trata de un método objetivo, test sencillo y rápido que puede practicarse desde el momento del nacimiento y cuyos resultados son independientes de la colaboración y de la voluntad del sujeto, también es aplicable para descubrir pacientes simuladores.

Esta prueba diagnóstica debe introducirse como una más de la batería de estudios objetivos para el diagnóstico de audición normal-hipoacusia. Puede, de hecho, formar parte del grupo de pruebas diagnósticas para el tamiz auditivo.

11. ANEXOS RELACIONADOS CON FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Ficha de Identificación _____ Fecha de elaboración _____
 Nombre _____ Edad ____ Sexo ____ Teléfono: _____
 ANTECEDENTES Heredo Familiares: Hipoacusia Si () No (). Microtias: Si () No ().
 Personales: Alergias Si () No (). Otorreas: D () I () No (). Frecuencia: _____ Otagia D () I () No ().
 Ototóxicos Si () No () IVAS por año: _____ Exantemáticas: Si () No () Cuales: _____ Sospecha
 de Hipoacusia en el paciente: Si () No () Otoscopia: CAE estrecho Si () No () MT hiperemica No () D () I () Lavado
 ótico D () I ().

	REFLEJO CONTRALATERAL DERECHO	REFLEJO CONTRALATERAL IZQUIERDO
Curva de Jerger		
Presión daPa		
Complianza ml		
UMBRAL DE REFLEJO 500 Hz		
1000 Hz		
2000 Hz		
4000 Hz		
PTP		
UMBRAL BBN		
SPAR		

AUDIOMETRIA:

OÍDO DERECHO

FRECUENCIA Hz	UMBRAL dB
OÍDO IZQUIERDO	
125	
250	
500	
1000	
2000	
4000	
8000	
PTA (7)	

FRECUENCIA Hz	UMBRAL dB
125	
250	
500	
1000	
2000	
4000	
8000	
PTA (7)	

LOGOAUDIOMETRIA	%	dB
MDF		

LOGOAUDIOMETRIA	%	dB
MDF		



INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



FECHA:

El presente consentimiento tiene por objetivo solicitar la autorización de usted como padre o tutor del paciente, para que éste pueda participar en un proyecto de investigación para Médicos residentes de la especialidad de Audiología Otoneurología y Foniatría, del Instituto nacional de Rehabilitación.

El estudio consiste en evaluar el umbral auditivo de los pacientes, mediante el reflejo acústico y audiometría.

La información obtenida en este estudio será confidencial y los resultados de la evaluación individual de su hijo solo se darán a conocer a usted y a los médicos que tratan a su hijo.

Si considera que ha sido debidamente informado y acepta que su hijo participe en el estudio, le rogamos firme el presente documento.

Yo.....
Parentesco..... de....., quien
asiste al Instituto Nacional de Rehabilitación afirmo que:

- Se me informó de la naturaleza de la prueba, de sus objetivos, riesgos y beneficios.
- He entendido toda la información que se me han proporcionado
- He tenido la oportunidad de realizar todas las preguntas que me han parecido pertinentes al tema, las cuales me han sido respondidas de manera adecuada.
- Por esto AUTORIZO al equipo investigador para que realice los estudios sobre mi hijo.

Nombre y firma del tutor

Nombre y firma del Médico Residente

Nombre y firma del testigo

12. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA:

1. E. Salesa, et al. Tratado de Audiología. 2005 Elsevier Masson.
2. Víctor Goodhill. El oído: enfermedades, sordera y vértigo. Barcelona: Salvat, 1986.
3. Gonzalo de Sebastián. Audiología Práctica. Cuarta Edición 1992. Editorial Panamericana.
4. Elizabeth Mirna Kohen. Impedancia Acústica. Editorial panamericana. Buenos Aires 1985.
5. Olaizola G. Fernando. "Impedanciometría" XXII Reunión General Española O.R.L. Madrid Edit. Garsi, 1979.
6. Robert K. Jackler. Derald E. Brachmann. Neurotology. Segunda Edición. 2005, Editorial Mosby.
7. Frank E. Musiek. Jane A. Baran. The Auditory System. Anatomy, physiology and clinical correlates. Allyn & Bacon. 2007
8. Glasscock-Shambaugh. Surgery of the ear Fifth edition. Glasscock. Gulya.
9. Aída Lucía Daza Botero. EL resurgimiento de baterías para el diagnóstico audiológico. Fonoaudióloga Universidad del Rosario. Revista de otorrinolaringología.
10. James Jerger, Et al. Predicting hearing loss from the Acoustic Reflex. Journal of speech and hearing disorders. Baylor College of medicine, Houston, Texas. Octubre 1973. Pag. 11-22.
11. Valerie Newton. Pediatric Audiological Medicine. Segunda Edición. Jonh Wiley & Son Ltd. Wiley Series in Human Communication Science 2009 Pag. 76.
12. Jack Katz. Handbook of clinical audiology. Williams & Wilkins. Fourth Edition 1994 Pag: 311-312.
13. James W. Hall Et al. Accuracy of hearing prediction by the acoustic reflex. Philadelphia, PA. Laryngoscope 92: Febrero 1982.
14. Anthony Tsappis, MA. Prediction of Auditory Sensitivity. Diagnostic and Treatment Center, Sacramento, California. Arch Otolaryngol, Vol 103, Junio 1977.
15. James W. Hall and Mary E. Bleakney. Hearing loss Prediction by the acoustic reflex: Comparison of seven methods. Williams & Wilkins Co. Vol 2, No 4. 1981.

16. Michele B. Emmer. The prediction of hearing loss in persons with cerebral palsy using contralateral Acoustic Réflex threshold for broad band noise. American Journal of Audiology. Vol 12; 91-95. December 2003
17. Lilian Mercedes Muñoz Moreno, et al. Determinación del umbral auditivo a través del reflejo estapedial y ruido blanco. Boletín Médico de postgrado. Vol XV N° 3. Julio Septiembre. 1999 UCLA. Decanato de Medicina. Barquisimeto-Venezuela.
18. Pamela B. Poole, et al. Predicting hearing sensitivity and audiometric slope for mentally retarded persons. Ear and Hearing. The Williams & Wilkins Co. Vol 3, No.2 1982.
19. V Congreso Nacional de Educadores de Sordos AEES, Sevilla Abril 1979. Publicaciones de la universidad de Sevilla.
20. Hall JW 3rd, Koval CB. Accuracy of hearing prediction by the acoustic reflex. Laryngoscope. 1982 Feb; 92 (2):140-9
21. Juan José Madriz Alfaro. El reflejo acústico estapedial en la estimación de las pérdidas auditivas sensorineurales. Trabajo de investigación. 1986