

CARACTERIZACIÓN DEL TIMPANOGRAMA MULTIFRECUENCIA EN POBLACIÓN ADULTA CON AUDICIÓN NORMAL¹

Diana Patricia Leal, Martín Quevedo²

Lady Johanna Morales M.³

Graciela María Núñez R.³

Laura Milena Orjuela R.³

Fecha de Recepción: 4 de Junio de 2010.
Fecha de Aprobación: 30 de Julio de 2010.

Resumen

La Inmitancia acústica es utilizada para verificar la funcionalidad del oído medio, mediante el timpanograma 226 Hz, que ante normalidad arroja una gráfica tipo A; sin embargo es necesario obtener información más detallada a altas frecuencias, para establecer diagnósticos más específicos. Esta investigación caracterizó los resultados de timpanogramas 678 Hz, 800 Hz y 1000 Hz, utilizando el impedanciometro AT235H, en adultos con audición normal, sin antecedentes audiológicos y con timpanograma tipo A en 226Hz; se tomaron 150 muestras, encontrándose información adicional de la fisiología del oído medio ante el uso de frecuencias altas, en cuanto a volumen físico del canal, complianza y presión, mostrando una tendencia de aumento en los valores a medida que se incrementa la frecuencia aplicada.

Palabras clave: Timpanograma multifrecuencia, Volumen físico del canal, Complianza, Presión.

¹ Investigación realizada dentro del grupo de Investigaciones Audiológicas.

² Docentes Facultad de Comunicación Humana y Fonoaudiología y Centro de Investigaciones, Corporación Universitaria Iberoamericana. dianaleal26@yahoo.es, martinqe@hotmail.com.

³ Aspirantes a Especialistas en Audiología. Corporación Universitaria Iberoamericana. angelitomarte@hotmail.com, gramanuro@hotmail.com, lmorjuelar@hotmail.com.

MULTIFREQUENCY TYMPANOMETRY CHARACTERIZATION IN ADULTS WITH NORMAL HEARING

Abstract

Acoustic immittance is used to verify the functionality of the middle ear by measurements with the 226 Hz tympanogram, which in normal cases generates a type A graph; however more detailed information about the functionality of middle ear using higher frequency is necessary in order to enable more specific diagnostics. This research characterized the results using tympanometries 678 Hz, 800 Hz and 1000 Hz, using impedanciometer AT235H, in adults with normal hearing, without any hearing impairments and with type A tympanogram to 226Hz. The study was done with 150 samples, and it shows additional information about the physiology of the middle ear using higher frequencies, in terms of ear canal volume, admittance and pressure, showing a tendency towards higher values when the applied frequencies are increased.

Key words: Multifrequency tympanometry, Ear canal volume, Admittance, Pressure.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la realización de pruebas audiológicas básicas está conformada por audiometría tonal, logaudiometría e inmitancia acústica, las cuales permiten un análisis de la función auditiva y los órganos que conforman el sistema auditivo, es así, como se han desarrollado equipos con niveles de alta tecnología, que arrojan resultados cada vez más precisos y específicos, como es el caso del impedanciometro multifrecuencia, el cual arroja resultados más detallados de la funcionalidad del oído medio.

La Inmitancia acústica es un método de valoración objetiva que permite indagar el estado fisiológico del mecanismo auditivo periférico, específicamente del oído medio (Gallego, & Sánchez, 1992); en la actualidad, es utilizada para determinar la integridad y movilidad del tímpano, la cadena osicular, la actividad de los músculos, y el espacio aéreo de la cavidad timpánica; además, es posible inferir la presencia de pérdidas auditivas con el registro de reflejos ipsi-

laterales y contralaterales. La implementación de este examen se inició hace más de 100 años, inicialmente fue realizado por medio de mediciones mecánicas; en 1919 Webster desarrolló los principios de Inmitancia para análisis acústicos y mecánicos (Katz, 2002), y fue hasta 1867 que Lucae inició la primera medición de las características de oído medio, realizó la comparación en la respuesta de sonidos presentados a oídos normales y patológicos sobre modelos de oído medio (Katz, 2002). En 1930 Tröger inició la práctica una probeta insertada en oído externo para la realización de mediciones (Katz, 2002); pero fue hasta la década de los 60 cuando se generalizó el uso clínico de la inmitancia al crearse nuevos avances tecnológicos, pues en 1960 Terkildsen y Scott-Nielsen realizaron mediciones con equipos electrónicos (Katz, 2002).

En la prueba de inmitancia acústica se contempla la timpanometría que, según la Asociación Española de Audiología (AEDA, 2004), es una prueba objetiva que mide las variaciones en la movilidad timpánica ante diversas presiones

dentro del conducto auditivo externo, por medio del timpanograma se registran cambios de flujo de energía en el oído medio. Por su parte, Gallego, y Sánchez (1992), reportan que el objetivo es observar el movimiento de la membrana timpánica de +200 a -400 mm H₂O, para hallar la máxima complianza ó admitancia que se presenta cuando no se introduce presión y la máxima impedancia exhibida ante presiones negativas ó positivas.

Se debe tener en cuenta que la inmitancia es un término que abarca la impedancia, la admitancia y sus componentes; igualmente, se debe tener en cuenta que el oído medio está regido por masa, rigidez y fricción; los elementos de masa corresponden a parte flácida de la membrana timpánica, cadena osicular, perilinfa de la cóclea, el aire en el oído medio y celdillas mastoideas; los elementos de rigidez incluyen ligamentos, tendones, membrana timpánica, aire del canal auditivo y del oído medio, y los elementos de fricción corresponden a la membrana timpánica, tendones, ligamentos, celdillas mastoideas, viscosidad de la perilinfa y mucosa del oído medio. Estos componentes influyen en la transmisión del sonido, impidiendo o posibilitando el paso de energía sonora por cada una ellas.

Estos elementos permiten la admitancia (Y) en el oído medio, y por ende sus compones de suceptancia (B) y conductancia (G) valoradas en el timpanograma multifrecuencia. Se entiende por conductancia (G) a la facilidad con que la energía sonora fluya, es inversa a la resistencia y hace referencia a la fricción; la suceptancia (B) es la interacción entre rigidez y masa y está relacionada con la reactancia y la facilidad con que el flujo de la energía sonora llega al oído medio, esta puede ser por facilidad en conducción en elementos de masa, o por facilidad en conducción en elementos de rigidez; según Haughton

(2002), la relación entre suceptancia y conductancia baja indica resistencia en las estructuras.

Adicionalmente Shahnaz (2007), resalta la importancia de que en el timpanograma multifrecuencia se tomen en cuenta variaciones dadas en los componentes de admitancia respecto al cambio de frecuencia en adultos con un sistema de oído medio normal, teniendo en cuenta que la resonancia está directamente relacionada con la frecuencia presentada, donde masa es directamente proporcional a frecuencia de resonancia y rigidez es inversamente proporcional a frecuencia, por ello si la frecuencia aumenta, el sistema es controlado por masa y si disminuye es controlado por rigidez. Se muestra que a altas frecuencias el oído por estar controlado por masa, es más susceptible a crear variaciones mas específicas en el timpanograma, las cuales pueden indicar patologías de oído medio no detectadas por timpanogramas de bajas frecuencias, generando características más específicas respecto a cambios en el sistema mecánico-acústico del oído medio.

Dentro de la inmitancia acústica se realiza la valoración del timpanograma convencional, usando una frecuencia de 226 Hz que arroja en condiciones de normalidad una gráfica denominada tipo A, según la clasificación de Jerger, citado por Gallego y Sánchez (1992), caracterizada por tener dentro de su resultado el valor de gradiente, complianza y volumen físico del canal dentro de límites normales ya establecidos; así mismo, arroja distintas gráficas para condiciones de anormalidad como las gráficas tipo B, C, As y Ad; Sin embargo, este examen convencional puede no distinguir patologías incipientes de oído medio, que son identificadas como anormales ante la valoración con el timpanograma multifrecuencia.

En la descripción del timpanograma multifrecuencia, es necesario resaltar los antecedentes

históricos; Hunter y Margolis, (1992), mencionaron que el primer registro surgió en 1969 por Liden, en 1976, Colleti divulgó el uso de tonos de 200 a 2000Hz para diferenciar entre patologías de masa y rigidez, y en 1984 Lilly revisó el uso, componentes y métodos para registrar admitancia e impedancia; en 1991 Margolis y Shanks expusieron criterios físicos, base de la prueba; y que finalmente, en 1991 Cavanaugh reportó la valoración de niños y recién nacidos con tono 900 Hz.

La práctica del timpanograma multifrecuencia, se basa en el conocimiento del sistema auditivo, quien se encarga de convertir estímulos acústicos en mecánicos y éstos en impulsos eléctricos para ser transmitidos por la vía auditiva. Es así que las estructuras del oído externo, medio e interno actúan como resonadores del sonido y permiten el control de la presión sonora que llega a la cóclea, reforzando o atenuando las frecuencias e intensidades transmitidas a la membrana basilar, y finalmente al nervio auditivo. Específicamente, el pabellón auricular localiza las ondas acústicas en plano vertical permitiendo su entrada inicial y actuando como resonador para la frecuencia de 4.500 Hz, el sonido es transmitido por el conducto auditivo externo, que genera una resonancia natural para un rango entre 2.700 Hz a 3.000 Hz, al llegar a la membrana timpánica se amplifican frecuencias de 2.400 Hz; el efecto de palanca de la cadena osicular genera una resonancia tanto para frecuencias graves como agudas, entre la membrana timpánica y el mango del martillo proveen una resonancia para frecuencias entre 800 Hz y 1600 Hz, y finalmente, al llegar la estimulación al estribo permite reforzar las frecuencia de 500 Hz y 2000 Hz (Gómez y Casas, 2006).

Con base en lo anterior, el timpanograma multifrecuencia implementa diferentes frecuencias para la valoración del oído medio; a través de

este examen es posible evaluar la frecuencia de resonancia del oído medio con mayor efectividad. Según la Asociación Americana de Lenguaje, Habla y Audición (ASHA, 1988), el timpanograma multifrecuencia establece los valores de admitancia, susceptancia y conductancia en oído medio a altas intensidades, su utilidad radica en el análisis descriptivo de las curvas de susceptancia y conductancia, detección de patologías de oído medio no detectadas con ondas 226Hz, obtención del timpanograma en población neonatal e investigación fisiología del oído medio.

La ASHA (1988), especifica que en 1975 Vanhuyse et al., desarrollaron un modelo que explica las formas de susceptancia y conductancia basado en la relación de resistencia y reactancia a 678 Hz; este modelo categoriza los timpanogramas en: 1B1G, con una conductancia y una susceptancia máxima, ocurre cuando los valores de reactancia son más grandes que los de resistencia a todas las presiones, el resultado de la admitancia solo muestra un solo pico similar al de susceptancia; esta es la gráfica registrada para bajas frecuencias en oídos normales; 3B1G, es cuando la reactancia es menor que la resistencia cerca al pico y mayor cuando la resistencia está al extremo de las presiones; la relación entre resistencia y reactancia muestra una susceptancia con tres extremos y un solo pico para conductancia, la admitancia comúnmente tiene un solo pico en patologías de membrana timpánica; 3B3G, ocurre cuando la reactancia es positiva en sistemas controlados por masa, menor a la resistencia cerca al pico y mayor a la resistencia en los extremos de la presión; en la admitancia cuando la reactancia es negativa, típicamente se ve un solo pico o con pequeñas variaciones en esta, es el resultado de patologías de membrana timpánica y disyunción de la cadena osicular; y 5B3G, cuando la reactancia es positiva y más grande que la resistencia cerca al pico, la admitancia posee una escotadura

amplia, ocurriendo en patología de disyunción de cadena osicular. Así mismo, la ASHA (1988) especifica que en 1985 Margolis comprueba los cambios de susceptancia, conductancia y admitancia con tonos de baja y alta frecuencia, mostrando el resultado de la gráfica de admitancia final dada por la suma de conductancia y susceptancia con mayores variaciones a altas frecuencias, lo cual muestra mayor especificidad en los resultados con timpanograma multifrecuencia.

Se debe tener en cuenta que el timpanograma de altas frecuencias proporcionan mayor sensibilidad en la identificación de patologías de oído medio, reconociendo que las frecuencias altas dan mayor resonancia de la cadena osicular, precisando la identificación de patologías de oído medio, como lo especifican Hunter y Margolis (1992), quienes señalan que el timpanograma realizado con frecuencias de 226 Hz, es útil para la detección de patologías de membrana timpánica, oído medio y funcionamiento de la Trompa de Eustaquio, sin embargo, las anormalidades de masa causan dificultades en la transmisión del sonido que pueden ser identificados con mayor facilidad durante las pruebas con altas frecuencias que se aproximan más a la frecuencia de resonancia del oído medio.

Bernal, Prieto, Cabuya, Gutiérrez y Uribe (2007), en su estudio realizado en la Clínica Rivas, caracterizaron los timpanogramas con tono base a 226 Hz y 678 Hz, reportaron datos comparativos entre la toma de Timpanograma 226 Hz y la toma de Timpanograma multifrecuencia de 678 Hz en 38 sujetos; los resultados mostraron un 71,052% de normalidad iniciando con la aplicación de 226 Hz encontrando timpanograma tipo A manteniendo esta constante al realizar la evaluación con 668 Hz frente a un 28,948% donde se detectaron patologías incipientes por medio de la valoración con timpanograma multifrecuencia de 678 Hz, con-

cluyendo la importancia para la identificación de patologías de oído medio.

No obstante, las investigaciones realizadas se centran en población pediátrica, y el poco avance en el conocimiento del timpanograma multifrecuencia para adultos, limita su implementación a nivel regular, generando análisis menos específicos para diagnósticos diferenciales; Por tanto, es posible que no se detecten ciertas patologías incipientes, generando posibles falsos negativos, modificando diagnósticos y retardando el proceso de tratamiento, lo cual interfiere en la calidad de vida del individuo. A este hecho se suma que la mayoría de profesionales no incluyen dentro de sus protocolos evaluativos pruebas de rango más amplio como el timpanograma de alta frecuencia, y las pocas valoraciones implementadas, no cuentan con una descripción de las características arrojadas por las mediciones de alta frecuencia que soporten el análisis de dichas pruebas.

Por tal motivo surgió la necesidad de realizar esta investigación; la cual buscó caracterizar los timpanogramas multifrecuencia de 678Hz, 800Hz y 1000Hz realizados con el impedanciómetro-audiómetro AT235H, en población adulta de 18 a 30 años sin antecedentes audiológicos, con audición normal y timpanograma tipo A. En el estudio se evaluaron 75 sujetos, para un total de 150 muestras, las cuales permitieron establecer y caracterizar los resultados obtenidos en la aplicación del timpanograma multifrecuencia en la población objeto de estudio, y brindar una posible guía de referencia para la implementación de esta prueba en la práctica audiológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio buscó caracterizar objetivamente los resultados del timpanograma multifrecuencia en población adulta con audición normal

de 18 a 30 años en la Corporación Universitaria Iberoamericana; para describir el comportamiento del oído medio, mediante la utilización de equipos que emiten tonos de alta frecuencia. Es así que se utilizó un método estadístico, para realizar un análisis cuantitativo, a partir de los procedimientos que brinda la estadística descriptiva, los cuales facilitaron el análisis y posterior caracterización de los timpanogramas.

Para la investigación se requirió el empleo de los siguientes instrumentos: un otoscopio marca Welch Allyn metálico; un audiómetro Fonix Fa 10 (Frye Electronics Inc., 1998) para cuantificar la sensibilidad auditiva; un impedanciómetro-audiómetro AT235H, el cual realiza mediciones de timpanograma en frecuencia 226 Hz, 678 Hz, 800 Hz y 1000 Hz a 85 dB SPL, generando una presión automática de -600 a +300 daPa, contando con un límite de -800 a +600 daPa, con cambio en rangos de presión de 50 daPa/seg. La realización de las actividades propuestas siguieron los protocolos para otoscopia, audiometría e inmitancia acústica tomados de la revista Hoy de la Asociación Colombiana de Audiología (Arbeláez, et al., 2006). Anexo a esto, se manejo material de registro preestablecido: consentimiento informado, anamnesis audiológica y formato de valoración audiológica; Adjunto al formato de valoración audiológica se anexó la impresión de los registros de la timpanometría para cada oído, incluyendo volumen del canal, complianza, gradiente y presión para frecuencias de 226 HZ, 678 Hz, 800 Hz y 1000 Hz la impresión arrojó los mismos datos a excepción del gradiente.

Se realizó delimitación y selección por conveniencia de la muestra, tomando criterios de inclusión como la edad, comprendida entre 18 a 30 años, ya que en este rango, no existe referencia de deterioro auditivo, estructural o funcional debido a dicho factor; se obtuvo un grupo de per-

sonas sin antecedentes familiares, traumáticos, quirúrgicos, laborales audiológicos ó médicos que pudieran provocar afecciones auditivas; adicionalmente, fue necesario que ante la observación visual de oído externo no hubiera presencia de aspectos físicos que afectaran las pruebas, que existiera, audición normal bilateral y timpanograma tipo A ante 226 Hz, según valores expuestos pen el estudio de Cordoba, et al. (2006), que tomo valores dados por Margolis y Heller en 1987. Finalmente, se realizó timpanometría a 678 Hz, 800 Hz y 1000 Hz, sistematización de datos, análisis estadístico y descripción de los resultados.

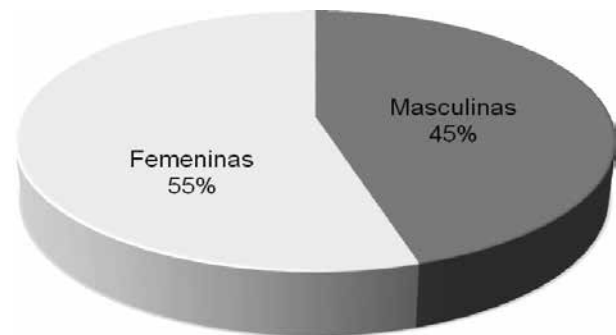


Figura 1. Porcentaje muestral por género.

En los timpanogramas de 678 Hz, se encontró tendencia de valores entre 0,48 ml y 2,12 ml para volumen físico del canal; 0,17 ml y 3,93 ml para complianza, y entre -30 daPa y 34 daPa para presión 8 (ver tabla 1). En los tomados con 800 Hz se halló una tendencia de valores entre 0,48 ml y 2,75 ml para volumen físico del canal; 0,03 ml hasta 4,39 ml para complianza, y entre -20 daPa y 87 daPa para presión (Ver tabla 2). El timpanograma tomado con 1000 Hz, reflejó una tendencia de valores entre 1,09 ml y 2,33 ml para volumen físico del canal; 0,04 ml a 2,77 ml para complianza, y entre -29 daPa y 99 daPa para presión 8 (Ver tabla 3).

Tabla 1. Resultados timpanograma 678 Hz datos totales.

| Parámetros | Media | Varianza | Desviación típica | Dato Mínimo | Dato Máximo | Rango |
|------------|-------|----------|-------------------|-------------|-------------|-------|
| VFC | 1,02 | 0,098 | 0,31 | 0,48 | 2,12 | 1,64 |
| Compliance | 1,15 | 0,43 | 0,66 | 0,17 | 3,93 | 3,76 |
| Presión | 1,06 | 93,41 | 9,67 | -30,00 | 34,00 | 64,00 |

Tabla 2. Resultados timpanograma 800 Hz datos totales.

| Parámetros | Media | Varianza | Desviación típica | Dato Mínimo | Dato Máximo | Rango |
|------------|-------|----------|-------------------|-------------|-------------|--------|
| VFC | 1,06 | 0,15 | 0,38 | 0,48 | 2,75 | 2,27 |
| Compliance | 1,10 | 0,43 | 0,65 | 0,03 | 4,39 | 4,36 |
| Presión | 6,11 | 202,48 | 14,23 | -20,00 | 87,00 | 107,00 |

Tabla 3. Resultados timpanograma 1000 Hz datos totales.

| Parámetros | Media | Varianza | Desviación típica | Dato Mínimo | Dato Máximo | Rango |
|------------|-------|----------|-------------------|-------------|-------------|--------|
| VFC | 1,09 | 0,16 | 0,40 | 0,38 | 2,33 | 1,95 |
| Compliance | 0,94 | 0,30 | 0,55 | 0,04 | 2,77 | 2,73 |
| Presión | 17,51 | 333,19 | 18,25 | -29,00 | 99,00 | 128,00 |

Al realizar la comparación de los resultados para cada parámetro evaluado, se identificó una tendencia ascendente según el aumento de frecuencia, la desviación estándar revela baja dispersión de datos respecto a la media para la toma de muestras.

Para volumen físico del canal, se apreciaron variaciones de aumento, mínimas y poco significativas para el promedio de todas las frecuencias evaluadas; Se identifica que los datos mínimos y máximos encontrados, tienen mayor rango para 800 Hz respecto a 226 Hz, en general, el análisis de los valores de este parámetro en cada frecuencia, presentan baja desviación típica, lo cual

indica mínima dispersión de los datos (ver tabla 4), la figura 2 muestra que aunque el volumen físico del canal posee tendencia ascendente, las variaciones son mínimas y poco significativas; encontrando un promedio menor para 678 Hz (Ver figura 2).

Para compliance se observaron ascensos significativos en promedio y rango de los resultados respecto a 226 Hz, con un dato mayor de media para 678 Hz y de rango para 800 Hz; la desviación no se estima significativa para resultados generales, pero sí con respecto a 226 Hz (Ver tabla 5). La figura 3 muestra el promedio para compliance en los resultados según frecuencias

Tabla 4. Análisis comparativo volumen físico del canal.

| Volumen físico del canal | Frecuencia | Media | Varianza | Desviación típica | Dato mínimo | Dato máximo | Rango |
|--------------------------|------------|-------|----------|-------------------|-------------|-------------|-------|
| 226Hz | 150 | 1,04 | 0,11 | 0,33 | 0,55 | 2,63 | 2,08 |
| 678Hz | 150 | 1,02 | 0,10 | 0,31 | 0,48 | 2,12 | 1,64 |
| 800Hz | 150 | 1,06 | 0,15 | 0,38 | 0,48 | 2,75 | 2,27 |
| 1000Hz | 150 | 1,09 | 0,16 | 0,40 | 0,38 | 2,33 | 1,95 |
| Total | 600 | 1,05 | 0,13 | 0,36 | 0,38 | 2,75 | 2,37 |

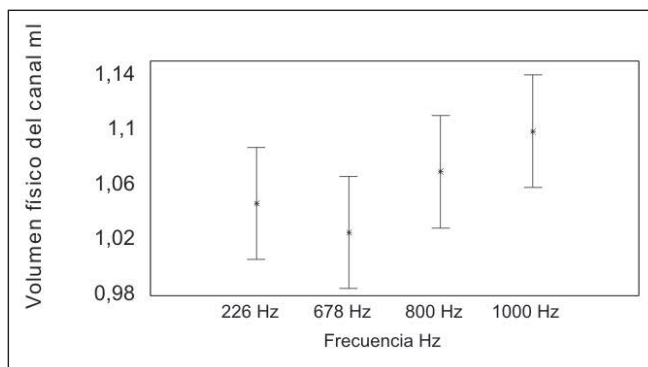


Figura 2. Media de volumen físico del canal.

Tabla 5. Análisis comparativo complianza.

| Complianza | Frecuencia | Media | Varianza | Desviación Típica | Dato Mínimo | Dato Máximo | Rango |
|------------|------------|-------|----------|-------------------|-------------|-------------|-------|
| 226Hz | 150 | 0,42 | 0,03 | 0,18 | 0,28 | 1,37 | 1,09 |
| 678Hz | 150 | 1,15 | 0,43 | 0,66 | 0,17 | 3,93 | 3,76 |
| 800Hz | 150 | 1,10 | 0,43 | 0,65 | 0,03 | 4,39 | 4,36 |
| 1000Hz | 150 | 0,94 | 0,43 | 0,54 | 0,04 | 2,77 | 2,73 |
| Total | 600 | 0,90 | 0,30 | 0,62 | 0,03 | 4,39 | 4,36 |

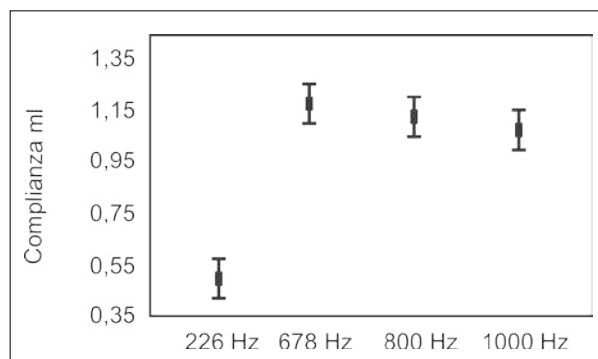


Figura 3. Media de complianza.

aplicadas, con evidente aumento abrupto entre la frecuencia de base y las frecuencias altas, manteniendo una relación de proximidad entre ellas, más estrecha entre 678 Hz y 800 Hz, con leve descenso en los valores.

Para presión, los valores muestran mayor cambio respecto a los parámetros anteriores, encontrando

aumentos amplios y relativamente uniformes, según promedio y rango, y la desviación típica es similar para 800 Hz y 1000 Hz, y menor para 678 Hz con relación a 226 Hz y menor para 678 Hz con relación a la frecuencia de base (ver tabla 6). La figura 4 exhibe aumentos grandes y significativos al aumentar la frecuencia aplicada, con mayor relación entre resultados de 678 Hz y 800 Hz.

Tabla 6. Resumen estadístico presión.

| Presión | Frecuencia | Media | Varianza | Desviación Típica | Dato Mínimo | Dato Máximo | Rango |
|---------|------------|--------|----------|-------------------|-------------|-------------|-------|
| 226Hz | 150 | -12,35 | 169,8 | 13,03 | -51,0 | 75,0 | 126,0 |
| 678Hz | 150 | 1,06 | 93,41 | 9,67 | -30,0 | 34,0 | 64,0 |
| 800Hz | 150 | 6,11 | 202,48 | 14,23 | -20,0 | 87,0 | 107,0 |
| 1000Hz | 150 | 17,51 | 333,19 | 18,25 | -29,0 | 99,0 | 128,0 |
| Total | 600 | 3,08 | 313,86 | 17,72 | -51,0 | 99,0 | 150,0 |

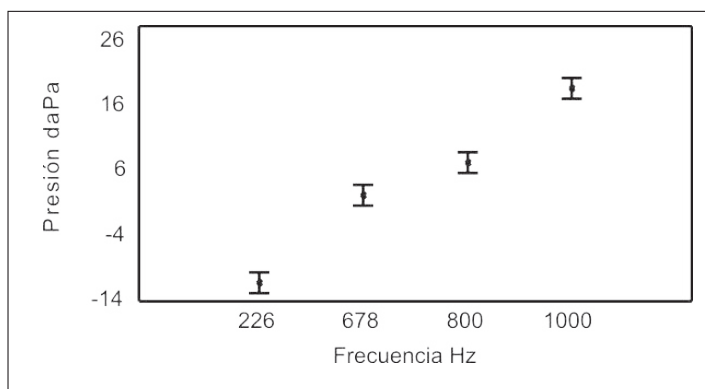


Figura 4. Media de presión.

Adicionalmente, durante las mediciones se obtuvieron timpanogramas con características morfológicas diferentes para cada frecuencia evaluada, observándose un comportamiento similar durante el registro de la movilidad timpánica para cada una de ellas. El timpanograma 678Hz más representativo, mostró una morfología con mayor complianza que la de 226Hz (figura 5).

Según el comportamiento del timpanograma respecto a género, se registró un promedio mayor para el grupo masculino en datos de volumen físico del canal, valores similares de complianza entre grupo masculino y femenino, y valores mayores en presión para género femenino, con datos mínimos similares entre géneros y datos máximos mayores en el grupo masculino.

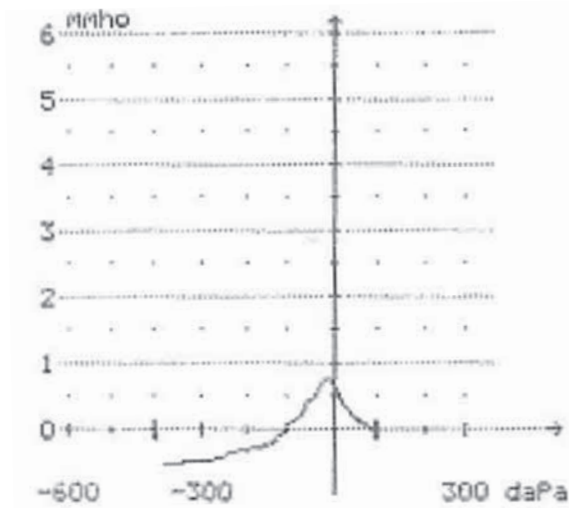


Figura 5. Timpanograma predominante 678 Hz.

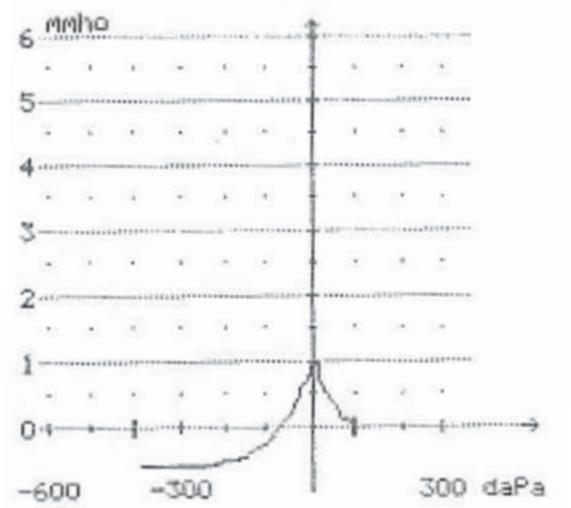


Figura 6. Timpanograma predominante 800Hz.

El timpanograma multifrecuencia de 800Hz, presentó mayor incremento en complianza con respecto a 226Hz y 678Hz, presentando variaciones rápidas durante los cambios de presión positiva y negativa, con un pico de máxima complianza más reducido que en el timpanograma de 226Hz; se observa mayor cambio en la movilidad timpánica hasta llegar a la máxima presión negativa (Ver figura 6). Para los timpanogramas registrados en las mediciones por género, se observa un promedio en el valor de complianza similar para los dos grupos, con datos mayores para el grupo masculino, los datos mínimos son mayores en el volumen físico del canal y la complianza, sin embargo para el grupo femenino se presentó valor mayor para los datos mínimos de presión al igual que para todos los datos máximos. Se obtuvo como resultado para timpanogramas de 1000Hz características específicas donde se denotan gráficas con uno y dos picos.

Las figuras 7 y 8 muestran los dos tipos de timpanogramas multifrecuencia de 1000 Hz, arrojados durante las valoraciones. En la figura 7 la complianza muestra valores similares, superior-

res o inferiores en comparación con el timpanograma de 800 Hz, y valores superiores con respecto al timpanograma de 226 Hz; se registra un pico de máxima complianza disminuido durante el cambio de presión positiva a negativa, que disminuye rápidamente movilidad timpánica al cambio de presión antes de alcanzar la máxima presión negativa. La figura 8 muestra otro tipo de timpanograma para 1000Hz, el cual se presentó con doble pico, el primer pico hacia presión cero durante el paso de presiones positivas a negativas, con amplitud mínima para este cambio de presiones, luego se presentó descenso de movilidad registrando un segundo pico con amplitud mínima y escotadura variable entre los dos picos, para disminuir la movilidad antes de alcanzar máxima presión negativa. Respecto a los resultados del timpanograma por género, los promedios en el grupo masculino y femenino arrojaron valores similares al igual que el valor mínimo de volumen físico del canal, existió dato mínimo de complianza mayor en hombres y valor mínimo de presión mayor para mujeres, observándose datos máximos superiores para el grupo femenino.

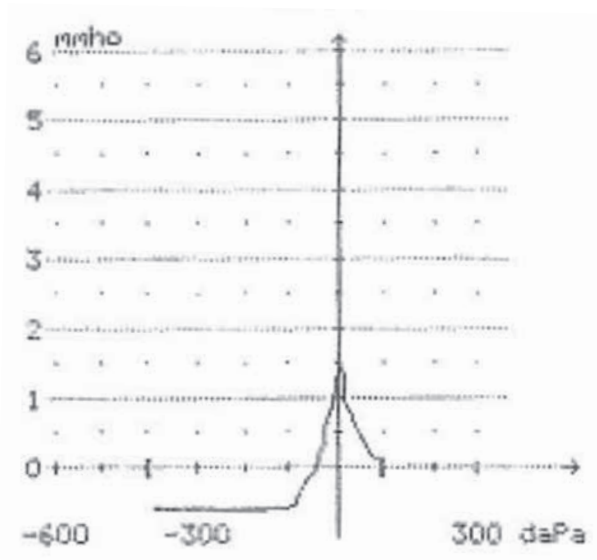


Figura 7. Timpanograma predominante 1000Hz

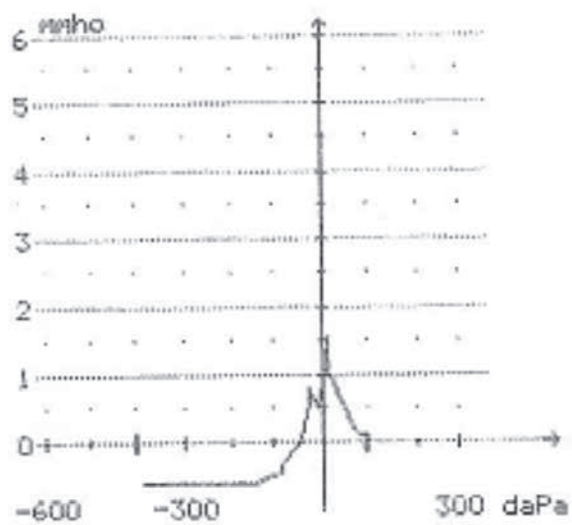


Figura 8. Timpanograma predominante de doble pico 1000Hz

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta la correlación de los resultados obtenidos se encuentra una tendencia proporcional a la frecuencia aplicada, es decir, al aumentar la frecuencia, aumentan los resultados para cada uno de los parámetros; esto complementa lo mencionado por Shahnaz (2007), quien reporta que en el timpanograma multifrecuencia es importante tener en cuenta las variaciones que se dan en los componentes respecto al cambio de frecuencia en adultos con un sistema de oído medio normal; tales variaciones están dadas por la respuesta de resonancia del oído según lo mencionado por Gómez y Casas (2006).

De acuerdo al análisis de las muestras, se observó que a altas frecuencias como 800 Hz y 1000 Hz, el oído por estar controlado por masa, es más susceptible a crear variaciones específicas en el timpanograma, que pueden indicar patologías de oído medio no detectadas por timpanogramas de bajas frecuencias, generando características más

específicas para cambios en el oído medio (Angel, Cárdenas y Londoño, 2002).

Se identificaron aumentos importantes, especialmente para los resultados de presión, a medida que se incrementa la frecuencia utilizada para evaluar, los valores de presión aumentan. Se observó un comportamiento particular en el parámetro de complianza, que mostró un aumento abrupto en el cambio en la frecuencia de 226 Hz a 678 Hz, indicando una tendencia a permanecer cerca al valor registrado en 678 Hz, cuando se aplican las frecuencias de 800 Hz y 1000Hz; el parámetro que menores cambios presenta es el volumen físico del canal, el cual posee pequeños ascensos regulares ante cada aumento de frecuencia.

Los picos registrados en la frecuencia de 1000Hz, pueden ser estudiados con la aplicación de timpanograma multifrecuencia en personas que posean patología de oído medio, ya que según lo comparado con el modelo Vanhuyse (ASHA, 1988), este tipo de timpanograma con doble pico

registrado en este estudio puede ser comparado con los timpanogramas 3B3G del modelo Vanhuyse, según este modelo los timpanogramas con doble pico y poca escotadura se presenta cuando el sistema es controlado por masa, observándose menor resistencia cerca al pico y mayor resistencia hacia presión positiva (ASHA, 1988). Para dar respuesta a los objetivos planteados en esta investigación se pudo concluir que la toma de timpanogramas mediante frecuencias mayores a 226 Hz permite obtener información detallada acerca del funcionamiento del oído medio, en cuanto a parámetros de complianza y presión principalmente.

Como valor agregado a esta investigación se puede establecer que es indispensable la realización de estudios que permitan análisis en los diferentes equipos para timpanograma multifrecuencia, para la obtención de una normalidad en los resultados en población adulta con audición normal de manera general para población Colombiana, favoreciendo con ello la utilidad e inclusión de esta prueba en la valoración clínica básica.

De acuerdo a los resultados obtenidos, es importante ampliar el estudio con población que presente alteraciones en oído medio, para determinar la variabilidad en los parámetros encontrados con respecto a la población con audición normal, esto como una proyección del presente trabajo de investigación que favorecería y ampliaría el conocimiento en los resultados que se pueden obtener al emplear valoraciones de altas frecuencias que permitan dar información más precisa y así favorecer la práctica clínica daría.

REFERENCIAS

American Speech-Language-Hearing Association, ASHA (1988). Working Group on Aural Acoustic-Immittance Measurements,

Committee on Audiologic Evaluation. Tympanometry. Recuperado el 22 de febrero de 2009, en <http://www.asha.org/docs/pdf/RP1988-00027.pdf>.

Angel, M., Cárdenas, C. & Londoño, C. (2002). Fundamentos físicos, Psicoacústicos y Fisiológicos de la audición periférica. Escuela Colombiana de Rehabilitación, Bogotá, Colombia.

Arbeláez, P., Brigard de Pardo, M., Escobar, M., Jimeno de Restrepo, L., Manrique, M., Ojeda, M., & Páez, A. (2006). Protocolos. Revista Hoy de la Asociación Colombiana de Audiología, 3, 81-103.

Asociación Española de Audiología, AEDA (2004). Normalización de las pruebas audiológicas (III): La impedanciometría. Revista Electrónica de Audiología, 2 (3), 51-55. Recuperado el 12 de marzo de 2009, en <http://www.auditio.com/revista/vol2/3/020301.pdf>.

Bernal, E., Prieto, L., Cabuya, E., Gutiérrez, V. & Uribe, E. (2007). Caracterización de los timpanogramas con tono base a 226Hz y 678Hz en un grupo de usuarios de la clínica José A. Rivas LTDA. Corporación Universitaria Iberoamericana, Bogotá, Colombia.

Gallego, M., & Sánchez, C. (1992). Audiología Visión de Hoy. Universidad católica de Manizales, Colombia.

Gómez, O., Serna, C., Córdoba, L., & Pinzón, M. (2006). Rangos de normalidad en impedanciometría, para adultos jóvenes. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

- Gómez, O., & Casas, A. (2006). Pasos para la valoración de la audición. En O. Gómez (Ed), *Audiología Básica* (pp. 101-131). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Haughton, P. (2002). Acoustics for audiologists Department of medical physics Hull royal infirmary Hull, UK, 221-273.
- Hunter, L., & Margolis, R. (1992). Multifrequency tympanometry: Current clinical application. *American Journal of Audiology*, 1(3), 33-43.
- Katz, J. (2002). Basic Principles of Acoustic Impedance Measures. En J. Katz (Ed), *Handbook of Clinical Audiology*, 159-173.
- Rivas, J., & Ariza, H. (2007). *Tratado de Otolología y Audiología. Diagnóstico y tratamiento médico quirúrgico* (pp. 720). Bogotá, Colombia: Amolca.
- Shahnaz, N. (2007). Multi-frequency tympanometry and evidence-based practice. *American speech-language pathology and audiology. Perspectives on hearing and hearing disorders: research and diagnosis*. 11(1), 2-12.