



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

ESPECIALIDAD EN:
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

**“ESTANDARIZACIÓN DE LOS INTERVALOS DEL GRADIENTE Y ANCHO DE CURVA
DE LA TIMPANOMETRÍA Y LA PROPUESTA DEL CALCULO DE LA PROPORCION
DE MOVILIDAD DE LA MEMBRANA TIMPANICA”**

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MÉDICO ESPECIALISTA EN:

COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

P R E S E N T A
DR. CARLOS ALBERTO ALANIZ LECHUGA

PROFESORA TITULAR:
DRA XOCHQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESORES:
DRA. NIEVES DEL ROSARIO OCAÑA PLANTE
DR. EMILIO ARCH TIRADO



MÉXICO D. F.

FEBRERO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA**

**DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA**

**DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ
JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA**

**DRA. XOCHQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
PROFESOR TITULAR**

**DRA. NIEVES DEL ROSARIO OCAÑA PLANTE
ASESOR CLÍNICO**

**DR. EMILIO ARCH TIRADO
ASESOR METODOLÓGICO**

AGRADECIMIENTOS:

- A Dios, a mi madre Ma. Guadalupe, a mi hermano Alexandro y a Ariadna Cadena, a quienes dedico el presente trabajo y a quienes agradezco su amor, su gran apoyo incondicional, paciencia y comprensión.
- A la Dra. Nieves del Rosario Ocaña Plante por confiar en mí para realizar este trabajo, y por su gran apoyo y enseñanzas.
- Al Dr. Emilio Arch Tirado por su gran apoyo en la realización del presente trabajo.
- A mi profesor de Matemáticas el Ing. Oscar Figueroa que me enseñó el gusto y el manejo de las matemáticas.
- A mi profesor de Ingles Armando Melgoza Nieto quien me dio las herramientas para la traducción y el entendimiento del idioma ingles.
- A mis maestros, por la orientación, las enseñanzas y el tiempo que me brindaron.
- A mis amigos y compañeros, con quienes he aprendido y seguido adelante.

INDICE

| | | |
|--------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| II. | IMPEDANCIOMETRIA CLÍNICA..... | 6 |
| | 2.1 Aspectos Históricos de la Impedanciometría..... | 6 |
| | 2.2 Conceptos Generales..... | 7 |
| | 2.2.1 Impedanciometría..... | 7 |
| | 2.2.2 Factores Intervinientes..... | 8 |
| | 2.3 Complianza..... | 8 |
| III. | TIPOS DE TIMPANOGRAMA..... | 9 |
| | 3.1 Timpanograma Tipo A..... | 9 |
| | 3.2 Timpanograma Tipo As..... | 9 |
| | 3.3 Timpanograma Tipo Ad..... | 10 |
| | 3.4 Timpanograma Tipo B..... | 10 |
| | 3.5 Timpanograma Tipo C..... | 10 |
| IV. | ASPECTOS TÉCNICOS DEL IMPEDANCIOMETRO..... | 11 |
| V. | EXAMEN DE VOLUMEN FÍSICO..... | 12 |
| VI. | ADMITANCIA ACÚSTICA MÁXIMA COMPENSADA..... | 12 |
| VII. | ANCHO Y GRADIENTE DE TIMPANOMETRÍA..... | 13 |
| | VIII. FORMULA PARA PROPORCIÓN DE MOVILIDAD DE MEMBRANA TIMPANICA | |
| | (P_{mov_c})..... | 15 |
| IX. | FORMULA P_{mov_c} Y CURVAS DE JERGER..... | 18 |
| X. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 19 |
| XI. | HIPÓTESIS..... | 20 |
| XII. | JUSTIFICACIÓN..... | 21 |
| XIII. | OBJETIVOS..... | 22 |
| | 13.1 Objetivo general..... | 22 |
| | 13.2 Objetivo específico..... | 22 |
| XIV. | CRITERIOS DE INCLUSIÓN..... | 23 |
| XV. | CRITERIOS DE EXCLUSIÓN..... | 23 |
| | 15.1 Para la Estandarización..... | 23 |
| | 15.2 Para la Prueba de Formulas con Curva B de Jerger..... | 23 |
| | 15.3 Para la Prueba de Formulas con Curva C de Jerger..... | 24 |
| | 15.4 Para la Prueba de Formulas con Curva Ad de Jerger..... | 24 |
| XVI. | MATERIAL Y MÉTODO..... | 25 |
| | 16.1 Tipo de Estudio..... | 25 |
| | 16.2 Sujetos de estudio..... | 25 |
| | 16.3 Universo y Muestra..... | 25 |
| | 16.4 Método..... | 26 |
| | 16.5 Material..... | 28 |
| | 16.5.1 Recursos Materiales..... | 28 |
| | 16.5.2 Recursos Humanos..... | 28 |
| XVII. | ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 29 |
| XVIII. | CONSIDERACIONES ÉTICAS..... | 30 |
| XIX. | RESULTADOS..... | 31 |
| XX. | DISCUSIÓN..... | 49 |
| XXI. | CONCLUSIONES..... | 52 |
| XXII. | BIBLIOGRAFÍA..... | 54 |
| XXIII. | ANEXO..... | 55 |

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo además de la estandarización del Gradiente (Grad.) y Ancho de la curva (TW) timpanométrica, es proponer un cálculo que nos permita la identificación de oídos medios comprometidos por efusión intratimpánica.

En nuestro medio es mínima la utilización del Gradiente (Grad.) y Ancho de Curva (TW) por los clínicos y esto debido a que por las condiciones anatómicas y del desarrollo pueden cambiar los parámetros de normalidad para las diferentes poblaciones humanas,^{9,10,11} por ello se decide realizar este trabajo y estandarizar su valor normal en la población mexicana, estableciendo los intervalos de confiabilidad donde se asegura no existe afección para el oído medio por patología por efusión.

Una de las situaciones interesantes del Ancho de Curva (TW) es que su distribución no es un tanto normal⁹, y el gradiente puede tener el mismo valor tanto para una curva de base amplia como para una de base corta, esto debido a que puede existir un ensanchamiento de la curva sin una reducción substancial de la altura timpanométrica,⁸ por ello las incongruencias en ocasiones que se observan en la clínica sobre estos cálculos proporcionados por el Impedanciómetro, por lo cual se proponen dos cálculos en esta tesis, uno que toma en cuenta tanto el Volumen Físico (ECV), Complianza (CS) y Ancho de Curva (TW); y el segundo corresponde a la relación entre la Complianza (CS) y el Ancho de curva (TW); de esta manera proporcionar al medico una herramienta extra que integra 2 (CS/TW) o 3 ($Pmov_c$) variables tímpanométricas y así con un valor tener en conjunto el análisis de la timpanometría.

Marco Teórico:**II. IMPEDANCIOMETRÍA CLÍNICA****2.1 Aspectos Históricos de la Impedanciometría:**

La historia de la impedancia acústica se remonta 100 años atrás. De acuerdo con Feldmann (1963) los primeros intentos de una evaluación objetiva de la función del oído medio utilizando mediciones de impedancia acústica fueron realizados por Lucae en 1867. La popularidad clínica de las mediciones de impedancia acústica en Estados Unidos no creció hasta la década de los 50's, cuando los instrumentos de impedancia electroacústica estuvieron disponibles comercialmente^{2,13}

Politzer, reconoció la importancia de la presión del aire en el interior del oído medio y desarrolló un procedimiento para inyectar aire dentro de él durante la deglución voluntaria, observando una presión negativa y la retracción de la membrana. Sugirió que la contracción del músculo tensor del tímpano podía causar movimiento internos más amplios en la membrana en casos de presión negativa.¹³

Troger midió la impedancia acústica en un solo oído humano a través de un tubo rígido acoplado al canal auditivo. Midió el porcentaje de absorción sonora para 250 Hz hasta 3 mil Hz. Determinando que la impedancia para las frecuencias bajas era debida primariamente a la elasticidad de la reactancia.¹³

Los patrones timpanométricos fueron introducidos por Jerger (1970), Liden (1975), y Peterson (1970) que identificaron diferentes clases de timpanogramas, A, B, C. Posteriormente Zielhuis (1990) agregando a esta clasificación los subtipos en infantes C₁ y C₂; actualmente la medición de la impedancia acústica fue introducida como una prueba audiométrica de rutina, principalmente en Institutos

de Salud.^{2,5,7} Los instrumentos han sido modificados hasta la fecha y seguirán su evolución de acuerdo con los nuevos desarrollos e investigación científica que permitan a las firmas comerciales ofrecer elementos de mayor precisión, un ejemplo de esto es una nueva propuesta de modificación a la Clasificación de Jerger, sugerida en el 2008 por Gannon y cols.⁷ donde definen la Curva tipo F, donde se le da importancia al Test del Volumen Físico tímpanométrico.

2.2 Conceptos Generales:

2.2.1 Impedanciometría

La impedancia es un fenómeno general de todos los sistemas vibrantes; es la resistencia a la vibración y a la oscilación, compuesta de elementos variados que presentan relaciones definidas (masa, elasticidad y fricción); la influencia de estos factores variará con la rapidez del movimiento es decir, con su frecuencia.^{1,3,5}

La impedancia acústica es la resistencia al movimiento vibratorio, entonces mientras la masa se opone a la aceleración del ritmo y controla los tonos agudos, la rigidez favorece a estos últimos oponiéndose a los tonos graves.¹³

La intensidad sonora está relacionada con la impedancia acústica del medio y la presión sonora, de donde se deduce que la impedancia acústica del medio es una constante que relaciona la presión con la intensidad sonora y es propia de cada sustancia en particular:^{13,14}

$$I = \frac{P^2}{Z} \quad \text{donde} \quad \begin{array}{l} I = \text{Impedancia.} \\ P = \text{Presión sonora.} \\ Z = \text{Impedancia acústica del medio.} \end{array}$$

2.2.2 Factores intervinientes:

Son 3 los elementos que intervienen en todo el sistema osicular para la transmisión sonora:

1. Masa del aparato oscilante (proporcional al peso del objeto).^{13,14}
2. Elasticidad o rigidez (depende de la longitud, espesor y resistencias propias de la membrana).^{13,14}
3. Frotamiento o fricción (que podrá manifestarse como una resistencia al desplazamiento).^{13,14}

2.3 Complianza

Cuando se aplica una presión sobre la membrana del tímpano cada porción de esta se desplazara a cierta distancia, este desplazamiento se conoce con el nombre de **Complianza**; pudiendo expresarse estos valores en cm^3 de aire.

La Complianza dependerá de la masa y la rigidez de todo el sistema. Cuanto menores sean estos factores mayor será la complianza y cuanto mayor oposición encuentre menor será aquella.⁵

Es importante hacer notar que al igual que en otros sistemas físicos, la mayor transferencia de energía de un medio a otro se produce cuando sus impedancias son iguales, marcando así en la timpanometría el pico de máxima complianza.^{4,5}

De esta manera la timpanometría es el procedimiento por el cual se pueden determinar los cambios de la Complianza de la membrana del tímpano y de la cadena osicular por la variada presión de aire en el conducto auditivo externo.^{8, 15}

Para graficar la Complianza de la membrana timpánica y de la cadena osicular se utiliza un eje de coordenadas en donde la línea vertical representará la Complianza y el eje horizontal la presión de aire.⁸

Se define la complianza como sigue:

Complianza acústica: es la capacidad acústica o volumetría elástica C_A de una cavidad, siendo V el volumen de la cavidad, en el sistema cgs y para la temperatura de 0° C a 750mmHg de presión atmosférica:⁸

$$C_A = \frac{V}{P_o \cdot c^2}$$

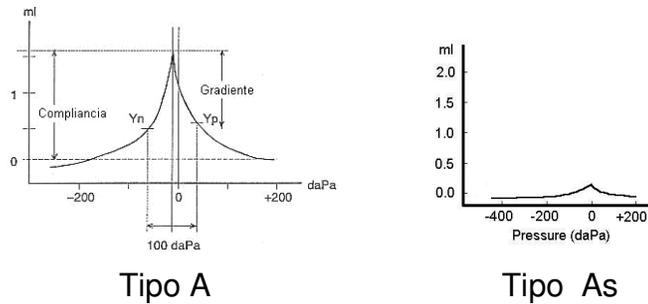
$P_o = 0.0013\text{g/cm}^3$ $c = 33100\text{cm/s}$ velocidad de propagación del sonido

III. Tipos de Timpanogramas a 226Hz (Timpanometría Convencional)

Los 5 tipos básicos de Timpanogramas descritos, se obtienen a una frecuencia de 226Hz (fueron obtenidos por Liden y Jerger, modificada por Zielhuis).^{1,2,3,5,7}

3.1 Un Timpanograma Tipo A la presenta una curva en donde la Admitancia Pico es normal, cuanto a la amplitud (Admitancia Estática) es $\geq 0.30\text{ml}$ y $\leq 1.3\text{ml}$ en niños; o $\geq 0.5\text{ml}$ y $\leq 1.5\text{ml}$ en adulto y cerca de la presión atmosférica normal (0daPas), es decir mayor a -100daPas en niños y mayor -50daPas en adulto, lo que concuerda con un funcionamiento normal de la trompa de Eustaquio e integridad timpánica y del sistema osicular.^{1,3,5}

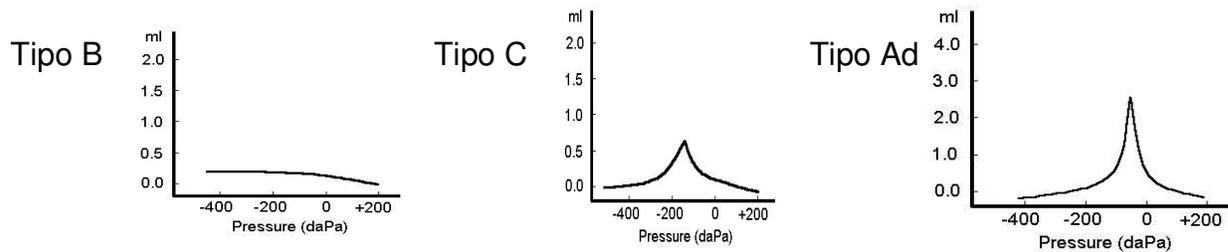
3.2 Este tipo de curva tiene dos subdivisiones el **Tipo As** en la cual la amplitud máxima (Admitancia Estática) se encuentra reducida $\geq 0.2\text{ml}$ a $< 0.3\text{ml}$ en niños y $\geq 0.2\text{ml}$ a $< 0.5\text{ml}$ en adulto, por presencia de un alta impedancia, su Admitancia Pico se encuentra centrada en cero $\pm 100\text{daPas}$ en niños y $\pm 50\text{daPas}$ en Adultos, como previamente se ha mencionado, fenómeno típico de rigidez anormal en el oído medio causada por Otosclerosis. Presencia de placas de miringoesclerosis o algún tipo de rigidez de cadena osicular.^{1,3,5}



3.3 El Tipo Ad, en este Timpanograma existe una curva de gran amplitud en la Admitancia Pico, $>1.3\text{ml}$ en niños y $>1.5\text{ml}$ en adultos, pero la morfología timpanométrica y presión en oído medio son normales. Este incremento en la amplitud guarda relación con discontinuidad osicular o patología de tímpano (neoformación timpánica) ^{1,3,5}

3.4 El Tipo B es un Timpanograma plano, donde la Admitancia Pico mide $<0.2\text{ml}$, tanto niño como adulto, y presión de Oído Medio $\leq -400\text{daPas}$ en niño y $\leq -150\text{daPas}$ en adulto; correspondiente a una rigidez completa del sistema timpanoosicular al incrementar la masa del oído medio; característico de líquido en el oído medio o cerumen impactado; en estudios previos se ha observado correlación entre este tipo de curva y las alteraciones en la neumatización de la mastoides y del oído medio. ^{6,7,13,14,16}

3.5 El Tipo C, se caracteriza por picos a presiones muy negativas, típicamente en el intervalo -50daPa a -150daPas , en Adultos y en niños los Subtipos C1 y C2. C1 corresponde al rango -100daPas a -200daPas y C2 corresponde al rango -200daPas a -400daPas ; esto traduce que existe movilidad timpanoosicular pero la presión de la caja timpánica es negativa, dado que a esa presión se iguala la presión del conducto auditivo externo y el oído medio permitiendo la transferencia máxima de energía acústica. ^{1,3,4,5,7.}



Se han definido estos valores de los tipos de curvas timpanométricas basado en la primera clasificación de Jerger, estableciendo una manera para determinar de una curva B de una curva C de Jerger y con esto un diagnóstico y tratamiento adecuado de nuestros pacientes.^{1,3,4,5,7}

IV. Aspectos Técnicos del Impedanciómetro.

El Impedanciómetro o Timpanómetro Clínico consiste en una cánula acústica que contiene 3 aperturas y se inserta en el conducto auditivo externo. La apertura superior de la cánula acústica está conectada a un oscilador, un potenciómetro y un altavoz. A través de esta apertura se introducen unos 260 Hz de tono de prueba dentro del conducto auditivo externo cerrado. Una proporción de ese sonido es absorbido por el complejo timpanoosicular y el remanente es reflejado en el interior del canal. La apertura inferior de la cánula acústica está conectada a un medidor de balanceo. Gracias a esta abertura se puede medir la cantidad de sonido reflejado, el nivel de presión sonora (SPL) en el interior del canal auditivo externo. La apertura del medio está conectada a una bomba de presión de aire interno que está sellada dentro del canal y que puede ser variada como se desee.^{1,3}

La calibración del equipo se realiza de manera periódica por el equipo de biomédica de acuerdo con los estándares de las normas ANSI S3.39, al manual del fabricante, a la NMX-CH-389-1-IMNC-2008, NMX-CH-389-2-IMNC-2008, ISO 389-3, NMX-CH-389-4-IMNC-2008, CEI 60645-1, CEI 60645-2; y de manera diaria se realiza la prueba de funcionamiento con membrana artificial.¹²

V. Examen de Volumen Físico:

La admitancia que se registra en la punta de las sondas (Y) representa la suma de la admitancia del volumen del conducto auditivo y el oído medio, esto es: ¹

$$\mathbf{Y_{sonda} = Y_{ca} + Y_{om}.}$$

Sin embargo a elevadas presiones negativas o positivas el tímpano se torna muy rígido y la admitancia del oído medio se reduce a 0 ($Y_{sonda}=Y_{ca}+0$), el valor de la admitancia medida a una presión muy positiva (200 daPa) brinda un estimado del volumen del conducto auditivo externo, esta medición es lo que se conoce como Examen de Volumen Físico (PVT, *Physical Volume Test*) representada en timpanómetros como (EVC, *Externa Canal Volume*), el cual corresponde a un promedio de $0.71\text{cm}^3 \pm 0.26\text{cm}^3$ en niños de 3 meses hasta 8 años, teniendo los rangos desde 0.3ml a 1ml; en el adulto (o personas ya con mastoides neumatizadas y cráneo desarrollado) el promedio es de hasta $1.15\text{cm}^3 \pm 0.45\text{cm}^3$ en varones adultos, teniendo los intervalos de 0.6 ml a 1.6 ml (correspondiente a membranas timpánicas integra) ^{1,7}

Si la membrana timpánica esta perforada, el volumen estimado será mayor de 1.35cm^3 en niños y mayor de 2.5cm^3 en adultos, estos valores elevados se deben a que se esta incluyendo el espacio completo del oído medio mas un porcentaje de las celdillas neumáticas mastoideas (volumen de 8cm^3) ^{1,7}. Correspondiendo a la Curva F propuesta por Gannon en el 2008, utilizando el valor del Volumen Físico para definir esta curva. ⁷

VI. Admitancia acústica máxima compensada

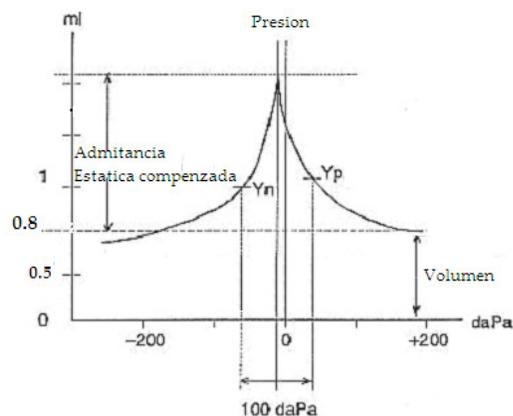
También es posible estimar la admitancia del oído medio sin los efectos del conducto auditivo externo, ya que la admitancia registrada en la punta de la sonda representa la suma de la admitancia del conducto auditivo externo y del oído

medio, cuando la admitancia del conducto auditivo externo es de 200daPa se le resta el valor pico de admitancia medido en la sonda, obteniendo el valor del oído medio llamado Admitancia acústica compensada:⁸

$$Y_{om} = Y_{sonda} - Y_{ca}$$

La admitancia estática máxima o pico 226Hz promedia 0.3mmhos acústicos en niños y 0.8 mmhos acústicos en adultos y 90% de sujetos normales presentan entre 0.2 y 1.4 mmhos acústicos,^{5, 8}

*El empleo clínico de la admitancia estática ha despertado mucha controversia debido a la gran amplitud de variabilidad normal y sobreposición con población enferma.*⁸



VII. Ancho y Gradiente de tímpanometría

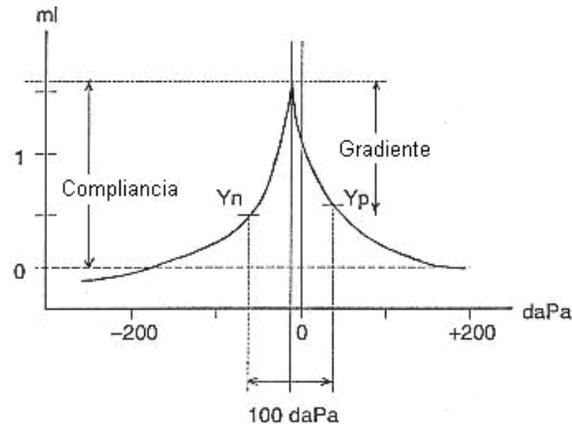
Estas mediciones son de gran importancia ya que el Timpanograma **bajo** o de **tipo ancho** (Tipo B de la Clasificación de Jerger) se vinculan con presencia de líquido en oído medio. El gradiente es el estudio de las variaciones de la Complianza o admitancia en función a las variaciones de la presión a +50mmH₂O y -50mmH₂O.^{8,14}

Existen diferente métodos para calcular el gradiente o la amplitud tímpanométrica, el primero es obteniendo los valores del Ancho Tímpanométrico (TW), consiste en determinar la variabilidad de presión del conducto auditivo

externo que corresponde al decremento del 50% de la admitancia estática, el resultado se informa en daPa (decaPascales), los valores normales para dicha variable oscila entre 50daPas y 100daPas en Adultos y en niños entre 60 daPas a 100daPas, esto valorado en población anglosajona por Margolis y Séller (1987)⁸

El otro método define al gradiente timpanométrico como un cambio en la admitancia entre el valor pico, o máximo y el valor promedio de admitancia que corresponde a un intervalo de presión de 50daPa en los lados negativo (Yn) y positivo (Yp) del pico:⁸

$$\text{Gradiente de Brooks} = \frac{\text{Admitancia máxima} - (\text{Admitancia máxima} + 50) + (\text{Admitancia máxima} - 50)}{2}$$



Se determino por Tompkins y Hall (1990) el Gradiente timpanométrico normal con una media de 0.53 y se refirió como afección por efusión intratimpánico al <0.2¹⁶

Nozza 1994, reporta que el incremento del gradiente en razón de 0 a 0.30, produce un incremento de la sensibilidad del 23 al 93% y un decremento de la especificidad del 98% a 38% en la identificación de efusión en oído medio. También Nozza 1992, 1994 analizo el TW (Ancho de Curva) en donde se evaluó el rango de 150 a 400daPas donde la sensibilidad decremento de 94 a 49% y la especificidad incremento de 26 a 96% y si se realiza con un corte >275daPas la sensibilidad es de 81% y especificidad del 82%.⁸

VIII. Formula para Proporción de Movilidad de la Membrana Timpánica (P_{mov_c}):

Considerando las referencias por otros autores que mencionan la poca confiabilidad del Gradiente (Grad.) o el Ancho de Curva (TW) sin considerar los datos clínicos⁸ y la necesidad de su estandarización por diferencias anatómicas^{8,9}, se desea desarrollar y establecer el uso del cálculo de la *Proporción de movilidad de la membrana timpánica* (P_{mov_c}) entre la Complianza y el Volumen Físico (ECV), considerando el valor del pico de máxima Complianza (SC) y el Ancho de curva (TW), esta última medida se incrementa con el aumento de la resistencia y masa del Sistema Oscular⁸; por tal motivo se decide su utilización y así permita dar una mayor confiabilidad para determinar patología de oído medio por efusión.

El Cálculo se expresa como sigue con la siguiente fórmula:

$$P_{mov_c} = \left\{ \frac{(SC)^{0.50}}{ECV} \right\} - \left\{ \left(\frac{(SC)^{0.50}}{ECV} \right) \frac{TW}{800} \right\}$$

Esta fórmula expresa la proporción de la movilidad de la membrana timpánica, considerando la media del pico de Máxima Complianza y el Volumen Físico, corregido por la diferencia de la razón entre el rango de cambio de presiones del Timpanómetro (800daPas) y el Ancho de la Curva registrada (TW) proporcional a la media de la Complianza (CS) y el Volumen Físico.

Esto es posible ya que el impedanciómetro mediante su Test de Volumen Físico determina el volumen del conducto auditivo externo, más una porción del oído medio como se observa en la fórmula:^{8,13}

$$Y_{sonda} = Y_{ca} + Y_{om}$$

De esta manera se puede obtener una relación sencilla de estas variables (Y_{om}/Y_{ca}), correspondiente a la relación (CS/ECV).

Esto considerando que la Complianza (C) o Admitancia (Y) emplea la siguiente formula para obtener su resultado: ^{8,13}

$$C_A = \frac{V}{P_o \cdot c^2}$$

$P_o = 0.0013 \text{g/cm}^3$ $c = 33100 \text{cm/s}$ velocidad de propagación del sonido

Determinando de esta manera ya una capacidad volumétrica, mediante la medición del espacio entre la sonda y la membrana timpánica con un pulso sonoro proporcionado en 226Hz por el impedanciómetro, considerando una presión atmosférica normal, de esta manera ya con los resultados proporcionados por nuestro impedanciómetro, con la medida de la Complianza (CS) y Volumen Físico (ECV), es posible ingresar los datos a la formula de la proporción de movilidad de la membrana timpánica (P_{mov_c}) y obtener un resultado que nos hable del porcentaje de la movilidad de la membrana timpánica con respecto a estos valores al multiplicar por 100 el resultado de la proporción.

La constante de 0.5 con la que se multiplica la complianza es para obtener el valor medio de la medición en particular ingresada a la formula, esto considerando que al hacer las mediciones por el impedanciómetro se esfuerza al máximo la elasticidad de la membrana timpánica.

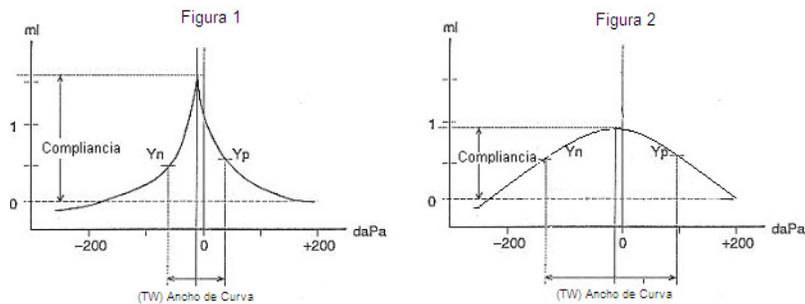
El calculo de corrección que combina al Ancho de Curva TW, permitirá obtener su proporción con respecto a las variable de la Complianza (CS) y el Volumen Físico (ECV) como se mencionó previamente. Al obtener este calculo se decidió agregar a 2 valores timpanométricos con registro perpendicular entre si al graficarse, la Complianza (CS) y el Ancho de Curva (TW) ^{2,8} para la valoración de un segundo calculo y obtención de la Relación Gradiente / Ancho de Curva (CS/TW), en donde se observando una adecuada correlación de estas variables por ejercicio algebraico:

$$\begin{aligned}
 \text{Relación} \\
 \text{Complianza / Ancho de Curva} &= \frac{\frac{SC}{\left(\frac{(ECV) 0.50}{SC}\right) \frac{TW}{800}}}{\frac{TW}{\left(\frac{(ECV) 0.50}{SC}\right) \frac{TW}{800}}} = \frac{SC \left\{ \left(\frac{(ECV) 0.50}{SC}\right) \frac{TW}{800} \right\}}{TW \left\{ \left(\frac{(ECV) 0.50}{SC}\right) \frac{TW}{800} \right\}} = \frac{SC}{TW}
 \end{aligned}$$

Obteniendo el resultado mediante una simple Razón entre ambas variables:

$$\text{Relación Complianza / Ancho de Curva} = \frac{SC}{TW}$$

Con lo cual se tendrá un valor cuantitativo que nos permita el análisis en conjunto de la Curva Timpanométrica, de esta manera tendremos un valor cuantitativo mayor en el resultado al presentar una base estrecha con una altura mayor (Fig.1), mientras que este valor disminuye mientras la base se ensancha y la altura de la curva disminuye (Fig. 2).



IX. Formula Pmov_c y curvas de Jerger.

El grupo de Gannon MM y cols. con un estudio multicéntrico valoraron la Variable del Volumen Físico Tímpanométrico (ECV), para hacer una mejor diagnóstico de las patología con curva B o C, así como perforación timpánica, proponiendo una Curva Tipo F, observando gran relevancia de esta variable⁷, por ende, se propone en esta tesis una formula la cual integra el Volumen Físico (ECV) y la media de la Complianza (SC), para obtener una proporción, corregida mediante el Ancho Timpanométrico (TW).

Así de esta manera Se integraran las medidas tímpanométricas de gran valor, la Complianza utilizada desde un inicio por Jerger^{1,2,5,6,7}, Volumen Físico (EVC) propuesto por Gannon⁷, para ser integrado en la clasificación de Jerger y el Ancho Timpanométrico (TW) que tiene mayor relación con la resistencia del sistema osicular que el mismo gradiente propuesto por Brooks.⁸

X. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Existirá un rango de valores en el gradiente tímpanométrico (Grad.) y ancho de la curva (TW) para los tipos de curva de la clasificación de Jerger sin patología de oído medio con efusión, y además comprobándolo mediante una formula que determiné la proporción de movilidad de la membrana timpánica en relación con el volumen de la timpanometría, valorando pacientes mexicanos de diferentes edades del Instituto Nacional de Rehabilitación durante el periodo Marzo 2010 a Junio 2011?

XI. HIPÓTESIS

Se espera encontrar un rango de valores en el Gradiente tímpanométrico (Grad.) y Ancho de la Curva (TW) y la proporción de la movilidad timpánica, en los oídos sin patología de oído medio con efusión de la población mexicana en relación a la clasificación de Jerger.

XII. JUSTIFICACIÓN

Las curvas timpanométricas por la clasificación de Jerger consideran 2 aspectos de las medidas tímpanométricas la presión del oído medio de máxima Complianza y el pico de Complianza de la membrana timpánica, estas son modificadas por patologías de oído medio, principalmente la Otitis Media Serosa, que es una patología de gran importancia, su diagnóstico es una de las principales causas de hipoacusia en la infancia y por consiguiente afección en el desarrollo del lenguaje; en los adultos estas patologías pueden ocasionar además de la hipoacusia; laberintitis, y asociado con cambios de presión atmosféricos predisponer a barotrauma.

El desarrollo de la formula esta en base a que en ocasiones es difícil determinar entre las curva C de Jerger y la B de Jerger, y cada una de ellas determina diferente patología de Oído Medio, siendo de mas urgente su detección la de Tipo B, así que con el apoyo de la proporción del grado de movilidad de la membrana timpánica en relación al volumen registrado por timpanómetro, facilitara su diagnóstico.

Al determinar los rangos del Gradiente timpanométrico (Grad.), del ancho de la curva (TW) y la proporción del desplazamiento timpánico, de las curvas tímpanométricas A y As de la clasificación de Jerger, se podrá con mayor precisión establecer el diagnóstico de la patología de Oído Medio y proporcionar el tratamiento medico o preventivo necesario para evitar complicaciones.

XIII. OBJETIVOS:

13.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el rango de valores del Gradiente (Grad.), Ancho de curva tímpanométrica (TW) y proporción del desplazamiento de la membrana timpánica en los tipos de curvas A y As de la clasificación de Jerger, donde no existe efusión en oído medio, estandarizando en pacientes mexicanos de diferentes rangos de edad, del Instituto Nacional de Rehabilitación, en el Periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

13.2 OBJETIVO ESPECIFICO

1. Establecer el intervalo de normalidad del gradiente tímpanométrico (Grad.) y del Ancho Tímpanométrico (TW), en población mexicana.
2. Determinar el intervalo del porcentaje de desplazamiento de la membrana timpánica en las diferentes curvas tímpanométricas de la Clasificación de Jerger.
3. Valorar la eficacia de la formula diseñada para determinar el grado de desplazamiento timpánico, para poderse emplear como herramienta confirmatoria para corroboración diagnostica.

XIV. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

1. Pacientes de ambos sexos mexicanos
2. Presencia con membrana timpánica integra.
3. Presencia de conducto auditivo externo.
4. Conducto auditivo externo permeable.
5. Firma del Consentimiento Informado.
6. En caso de menor de edad, que acuda con un familiar

XV. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

15.1 PARA LA ESTANDARIZACIÓN

1. Ausencia de membrana timpánica.
2. Conducto auditivo externo obstruido o estenótico.
3. Malformación de oído medio y/o externo
4. Paciente de nacionalidad distinta a la Mexicana.
5. Paciente menor de edad que no acuda con familiar.
6. Paciente con enfermedad de vías aéreas superiores.
7. Pacientes con antecedentes de otitis medias, otitis adhesiva, perforación, timpanoplastía y otosclerosis.

15.2 PARA LA PRUEBA DE FORMULAS CON CURVAS B DE JERGER.

1. Ausencia de membrana timpánica.
2. Conducto auditivo externo obstruido o estenótico.
3. Malformación de oído medio y/o externo
4. Paciente de nacionalidad distinta a la Mexicana.
5. Paciente menor de edad que no acuda con familiar.
6. Paciente sin datos clínicos de otitis media serosa.
7. Ausencia del Volumen Físico en su registro timpanométrico
8. Pacientes con antecedentes de perforación, timpanoplastía y otosclerosis.

15.3 PARA LA PRUEBA DE FORMULAS CON CURVAS C DE JERGER.

1. Ausencia de membrana timpánica.
2. Conducto auditivo externo obstruido o estenótico.
3. Malformación de oído medio y/o externo
4. Paciente de nacionalidad distinta a la Mexicana.
5. Paciente menor de edad que no acuda con familiar.
6. Paciente con datos clínicos de otitis media serosa.
7. Ausencia de datos de Infección de Vías Aéreas Superiores, sin presentar otalgia.
8. Pacientes con antecedentes de perforación, timpanoplastía y otosclerosis.

15.4 PARA LA PRUEBA DE FORMULAS CON CURVA Ad DE JERGER

1. Ausencia de membrana timpánica.
2. Conducto auditivo externo obstruido o estenótico.
3. Malformación de oído medio y/o externo
4. Paciente de nacionalidad distinta a la Mexicana.
5. Paciente menor de edad que no acuda con familiar.
6. Paciente con datos clínicos de otitis media serosa.
7. Ausencia de neotímpano
8. Pacientes con antecedentes otitis adhesiva, timpanoplastía y otosclerosis.

XVI. MATERIAL Y METODO

16.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un Estudio Descriptivo Transversal.

16.2 SUJETOS DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en los pacientes mexicanos del Instituto Nacional de Rehabilitación, proporcionados por el servicio de Audiología en el periodo de Marzo 2010 a Junio 2011, en diferentes rangos de edad.

16.3 UNIVERSO Y MUESTRA

La muestra corresponde a los pacientes de Nacionalidad Mexicana que acuden a consulta al servicio de Audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación en el periodo de Marzo del 2010 y Junio 2011.

Se les realizó timpanometría en ambos oídos de los pacientes del Servicio de Audiología ingresando aquellos que se observen membrana timpánica no perforada.

Se realizó la estandarización del gradiente (Grad.) y ancho de curva (TW) en oídos normales de pacientes Mexicanos del Instituto Nacional de Rehabilitación en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, además se hará el uso de 2 formulas una diseñada para tomar el volumen del Oído Medio de cada sujetos, y la segunda establece una relación entre la Complianza y Ancho de la Curva, permitiéndonos de esta manera la identificación adecuada de los pacientes con patología con Efusión en oído medio.

16.4 MÉTODO

1. Se citó al paciente en el consultorio de Audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación
2. Se otorgó el consentimiento informado al paciente y en caso de ser menor de edad al familiar.
3. Se explicó de manera general el estudio y exploración a realizar al paciente, informando al familiar en caso necesario.
4. Se realizó otoscopia para descartar presencia de cerumen que obstruya el conducto auditivo externo, así como perforación de la membrana timpánica.
5. Realizó Timpanometría con Impedanciometro Clínico Madsen Zodiac 901 Analizador de Oído Medio.
6. Se registró los Valores Tímpanométricos los cuales son: Volumen Físico (EVC), Presión Media del Oído Medio (MEP), Complianza máxima (SC), Gradiente (Grad.), Ancho de curva (TW).
7. Se registró la Edad de los pacientes.
8. Se realizó la separación de oídos por lado y con respecto a las curvas de la Clasificación de Jerger.
9. Se determinó el tipo de curva de acuerdo a la Clasificación de Jerger con la presión del oído medio de máxima Complianza (MEP), y la Complianza Máxima (SC)
10. Se obtiene el resultado de los cálculos en el que relaciona el volumen tímpanométrico con la máxima Complianza timpánica (P_{mov_c}) y la relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW), mediante el ingreso de las variables tímpanométricas en la respectiva fórmula.
11. La fórmula propuesta para determinar la proporción de movilidad de la membrana timpánica se expresa:

$$P_{mov_c} = \left\{ \frac{(SC)^{0.50}}{ECV} \right\} - \left\{ \left(\frac{(SC)^{0.50}}{ECV} \right) \frac{TW}{800} \right\}$$

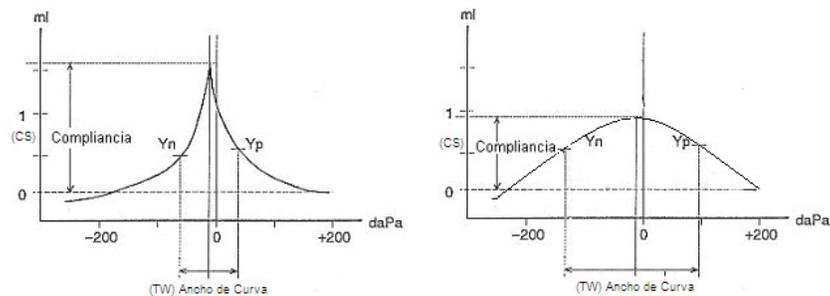
La cual nos indica la relación del desplazamiento de la membrana timpánica con respecto al Volumen Físico (EVC) y corregido con el Ancho de Curva

(TW), de esta manera se obtiene un valor objetivo para analizar la movilidad de la membrana timpánica.

12. La fórmula propuesta de la Relación Complianza / Ancho de Curva se expresa:

$$\text{Relación Complianza / Ancho de Curva} = \frac{SC}{TW}$$

Esto nos mostrara la relación entre la base y la altura de la curva graficada en el timpanómetro, estableciendo así la relación que a mayor base de la curva existe menor altura timpanométrica y viceversa, de esta manera se tiene un valor cuantitativo con el cual se podrá evaluar de manera mas objetiva la forma de la curva timpanométrica.



13. Se registró los resultados de la proporción de movilidad Timpánica ($Pmov_c$) y la Relación Complianza / Ancho de curva (CS/TW).
14. Se determinó el intervalo de confiabilidad con la media y desviación estándar de los valores obtenidos por medio de la fórmula de la proporción de la movilidad de la membrana timpánica ($Pmov_c$) y la fórmula de la Relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW).

16.5 MATERIAL

16.5.1 Recursos Materiales

Consultorio Médico

Consentimiento Informado (Anexo 1)

Otoscopio con Luz de Néon

Silla de Exploración

Impedaciómetro Clínico Madsen Zodiac 901

Computadora de Escritorio con Impresora

Software del NOAH, para la digitalización de la información timpanométrica.

Hojas para impresión.

Programa Microsoft Excel para el registro inicial de los datos timpanométricos

Programa estadístico SPSS versión 17.0 para el análisis de datos.

16.5.2 Recursos Humanos

Médico Especialista en Comunicación, Audiología y Foniatría

Médico Residente en Audiología, Foniatría y Otoneurología.

XVII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los resultados se efectuó mediante la prueba T de Student para muestras pareadas del programa estadístico SPSS versión 17, para comparar si existe una diferencia significativa de $p \leq 0.05$ entre los resultados y calculos tímpanométricos de las curvas A de Jerger y la As de Jerger.

XVIII. CONSIDERACIONES ÉTICAS:

Se obtuvo el consentimiento informado de cada paciente y la prueba timpanométrica estuvo apegado de acuerdo al código de ética y conducta del Instituto Nacional de Rehabilitación.

XIX. RESULTADOS:

Se logra obtener un total de 36 pacientes normales en el Instituto Nacional de Rehabilitación en el periodo Marzo 2010 y Junio 2011, sin antecedentes ni datos clínicos de patología recurrente actual ni antigua de oído medio, observados en la Tabla 1, los cuales se distribuyeron por rangos de edad, así como por oído derecho y oído izquierdo, logrando un total de 72 oídos medios sanos.

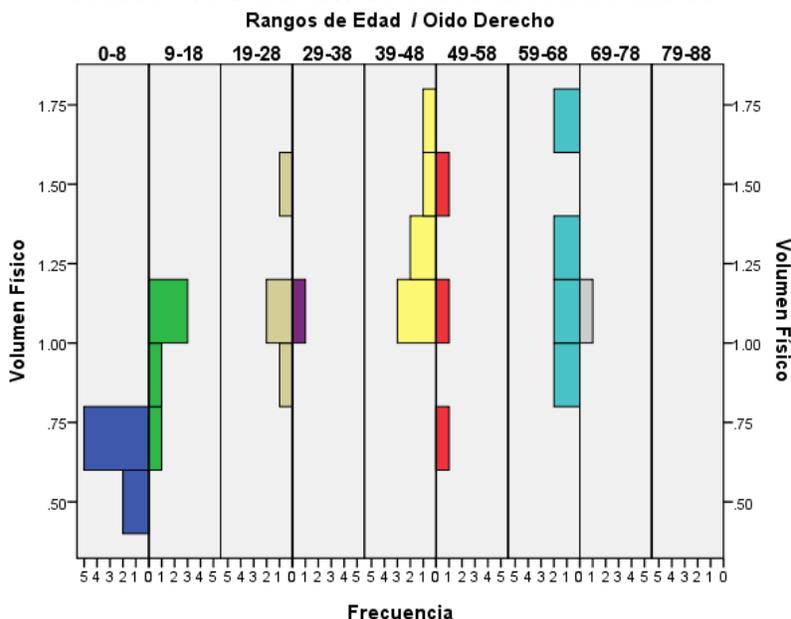
Tabla 1. Pacientes sin antecedentes de patología de oído medio.

| <i>Rango de Edad</i> | Numero de Casos | | |
|----------------------|-----------------|----------------|-----------|
| | Oído Derecho | Oído Izquierdo | Totales |
| 0-8 | 7 | 7 | 14 |
| 9-18 | 5 | 5 | 10 |
| 19-28 | 4 | 4 | 8 |
| 29-38 | 1 | 1 | 2 |
| 39-48 | 7 | 7 | 14 |
| 49-58 | 3 | 3 | 6 |
| 59-68 | 8 | 8 | 16 |
| 69-78 | 1 | 1 | 2 |
| Total | 36 | 36 | 72 |

Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, en diferentes rangos de edad.

La distribución del Volumen Físico en la población menor de edad, se observa en dos grupos, el primer rango va de 0 años a 8 años y el segundo grupo de 9 años a 18 años; Donde se aprecia que los valores del segundo grupo son muy similares a los adultos que también son distribuidos en sus diferentes rangos de edad, esto se debe al desarrollo de cráneo y neumatización de mastoides. Ver graficas de distribución poblacional 1.1 y gráfica 1.2. Comparando las medias entre los oídos no existe diferencia estadística significativa, ver tabla 4 mas adelante.

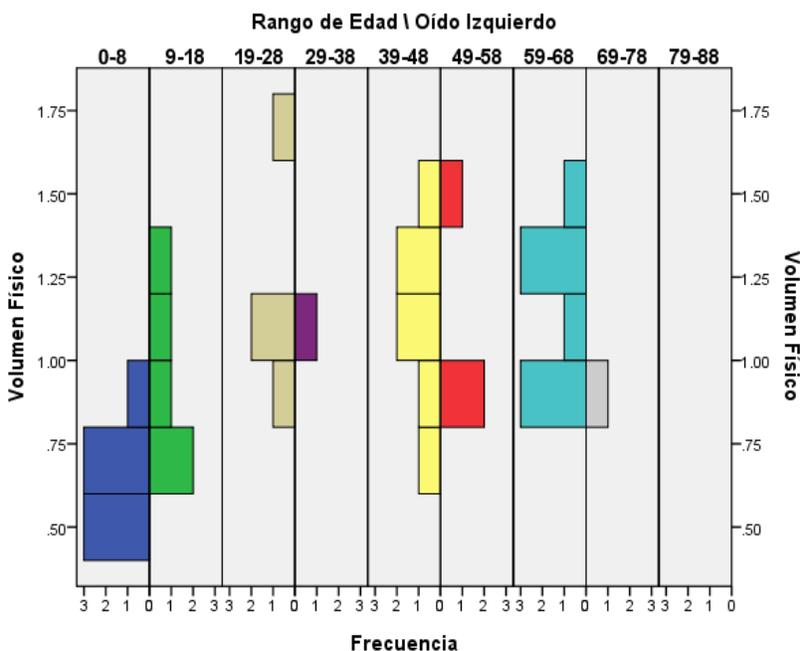
Gráfica 1.1 Volumen de oídos derechos sanos



Distribución de los diferentes valores del Volumen Físico de los oídos derechos, de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, en diferentes rangos de edad, en donde el rango de 0 a 8 años de edad presenta menor volumen por falta del desarrollo del cráneo y neumatización de mastoides.

En dirección vertical se proporciona el Volumen Físico, en el eje horizontal se distribuyen los rangos de edad, y la frecuencia de cada valor se da por el ancho del color correspondiente a la numeración inferior de la gráfica.

Gráfica 1.2 Volumen de oídos izquierdos sanos



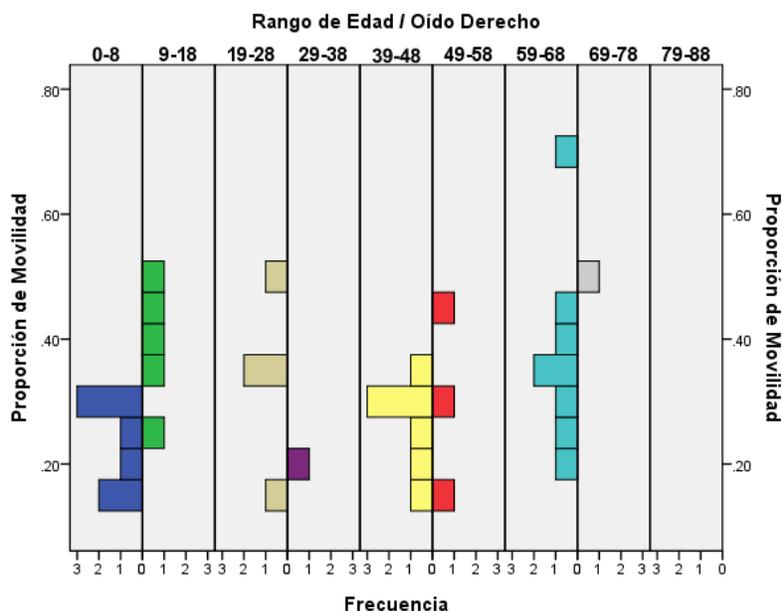
Distribución de los diferentes valores del Volumen Físico de los oídos izquierdos de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, en diferentes rangos de edad. En donde el rango de 0 a 8 años de edad presenta menor volumen por falta del desarrollo del cráneo y neumatización de mastoides.

En dirección vertical se proporciona el Volumen Físico, en el eje horizontal se distribuyen los rangos de edad, y la frecuencia de cada valor se da por el ancho del color correspondiente a la numeración inferior de la gráfica.

Se realizó también una distribución poblacional de los resultados de la fórmula del porcentaje de movilidad timpánica, la cual muestra que los resultados del grupo de la población infantil del rango de edad 0 años a 8 años, son comparable con el resto de grupos de edad. Observables en las gráficas 2.1 y 2.2

Esto ocurre debido a que el resultado es una proporción de la movilidad timpánica con respecto al volumen individual del sujeto, mostrándose que existe una proporción del desplazamiento normal que permanece correspondiente al tamaño del conducto auditivo externo y oído medio, mientras este se desarrolla; es decir se obtiene la misma proporción del 0.5 para un volumen físico de 0.7 que para uno de 1.1 pero cada uno tiene su propia complianza donde 0.7 le corresponde una complianza de 0.35 y a 1.1 le corresponde una complianza de 0.55

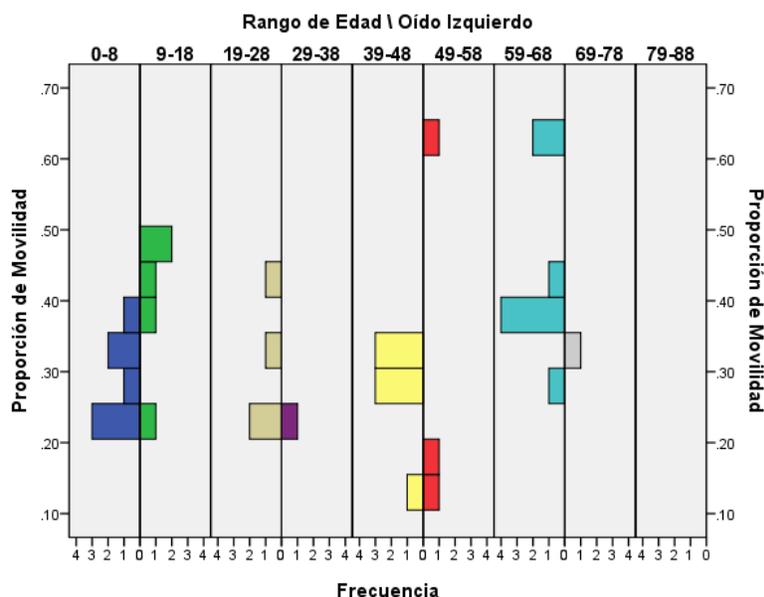
Gráfica 2.1 Proporción de movilidad timpánica de oídos derechos



Distribución de los diferentes resultados de la fórmula de la proporción de movilidad timpánica de los oídos derechos, de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, en los diferentes rangos de edad.

En dirección vertical se observa la proporción de la movilidad de la membrana timpánica, en el eje horizontal se distribuyen los rangos de edad, y la frecuencia de cada valor se da por el ancho del color correspondiente a la numeración inferior de la gráfica.

Gráfica 2.2 Proporción de movilidad timpánica de oídos izquierdos



Distribución de los diferentes resultados de la fórmula de la proporción de movilidad timpánica de los oídos izquierdos, de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, en los diferentes rangos de edad.

En dirección vertical se observa el valor de la proporción de la movilidad de la membrana timpánica, en el eje horizontal se distribuyen los rangos de edad, y la frecuencia de cada valor se da por el ancho del color correspondiente a la numeración inferior de la gráfica.

Para la estandarización de los valores timpanométricos en la población mexicana del Instituto Nacional de Rehabilitación se logra obtener un total de 29 pacientes normales, al excluir a los 7 niños, en el periodo Marzo 2010 y Junio 2011, sin antecedentes ni datos clínicos de patología recurrente actual ni antigua de oído medio, observados en la tabla 2, los cuales se distribuyeron por rangos de edad, así como por oído derecho y oído izquierdo, logrando un total de 58 oídos medios sanos.

En la tabla 3 se dan los resultados del análisis descriptivo de los diferentes valores timpanométricos en nuestra población mexicana del Instituto Nacional de Rehabilitación a partir de los 9 años de edad; la media del Volumen es de 1.1ml. con una desviación estándar de ± 0.28464 ml. para oído derecho y ± 0.25681 ml. para oído izquierdo; con respecto a la presión del oído medio en máxima Complianza la media para el oído derecho es de -2.76 daPas ± 9.315 daPas y para oído izquierdo -3.79 daPas ± 10.910 daPas. La Complianza obtuvo un valor medio

para oído derecho de $0.8762\text{ml} \pm 0.2542\text{ml}$, en el oído izquierdo de $0.7879\text{ml} \pm 0.22154\text{ml}$.

Tabla 2. Pacientes sin patologías de oído medio para estandarización

| <i>Rango de Edad</i> | Numero de Casos | | |
|----------------------|-----------------|----------------|-----------|
| | Oído Derecho | Oído Izquierdo | Totales |
| 9-18 | 5 | 5 | 10 |
| 19-28 | 4 | 4 | 8 |
| 29-38 | 1 | 1 | 2 |
| 39-48 | 7 | 7 | 14 |
| 49-58 | 3 | 3 | 6 |
| 59-68 | 8 | 8 | 16 |
| 69-78 | 1 | 1 | 2 |
| Total | 29 | 29 | 58 |

Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, empleados para la estandarización de los valores timpanométricos.

Tabla 3. Estandarización Timpanométrica en Curvas A de Jerger

| Prueba \ Oído | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación Estándar |
|---------------|----|--------|--------|--------|---------------------|
| ECV OD | 29 | 0.65 | 1.79 | 1.1886 | 0.28464 |
| ECV OI | 29 | 0.71 | 1.75 | 1.1093 | 0.25681 |
| MEP OD | 29 | -15 | 25 | -2.76 | 9.315 |
| MEP OI | 29 | -35 | 10 | -3.79 | 10.910 |
| SC OD | 29 | 0.51 | 1.39 | 0.8762 | 0.25420 |
| SC OI | 29 | 0.53 | 1.29 | 0.7879 | 0.22154 |
| Grad. OD | 29 | 0.20 | 0.73 | 0.5721 | 0.10848 |
| Grad. OI | 29 | 0.30 | 0.75 | 0.5462 | 0.11472 |
| TW OD | 29 | 48 | 190 | 82.21 | 27.671 |
| TW OI | 29 | 42 | 183 | 90.66 | 30.445 |

Valores timpanométricos de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

ECV: Volumen Físico; MEP: Presión del oído medio en máxima Complianza; SC: Pico de Complianza; Grad.:Gradiente; TW: Ancho de Curva; OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo

Con respecto al Gradiente tímpanométrico de Brooks en oído derecho la media es de 0.5721 ± 0.10848 , en el oído izquierdo de 0.5462 ± 0.11472 . El Ancho de Curva (TW) tiene un valor medio para el oído derecho es de $82.21 \text{ daPas} \pm 27.671 \text{ daPas}$, para oído izquierdo de $90.66 \text{ daPas} \pm 30.445 \text{ daPas}$. Estos valores se observan en la tabla 3 de la página 35.

Tabla 4. Prueba T, entre las medias de los valores tímpanométricos de ambos oídos

| Medidas Tímpanométricas / Oído | Significancia (2-tailed) |
|--------------------------------|--------------------------|
| ECV OD – ECV OI | 0.076 |
| MEP OD – MEP OI | 0.718 |
| SC OD – SC OI | 0.031 |
| Grad. OD – Grad. OI | 0.096 |
| TW OD – TW OI | 0.050 |

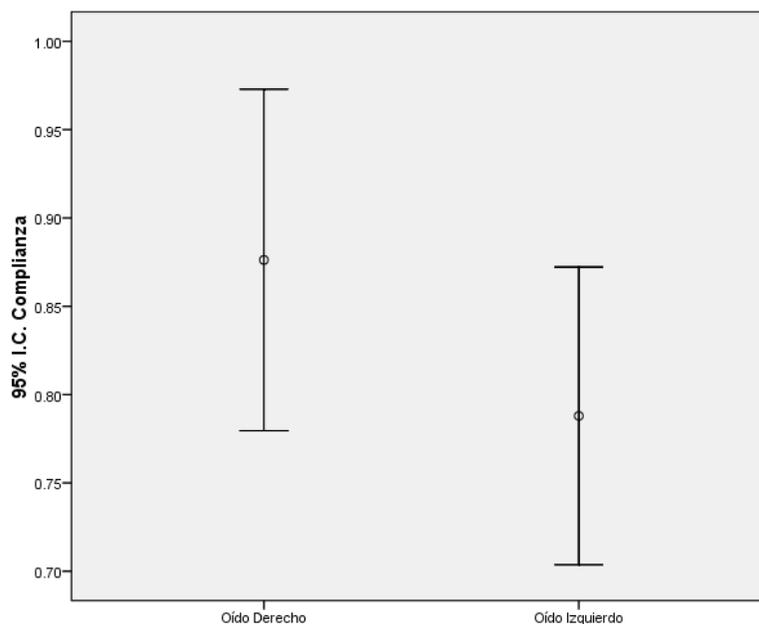
Resultado de la comparación de las medias entre ambos oídos, para los valores tímpanométricos de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

ECV: Volumen Físico; MEP: Presión del oído medio en máxima Complianza; SC: Pico de Complianza; Grad.: Gradiente; TW: Ancho de Curva; OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo

El análisis de cada variables entre ambos oídos mostró que no existe significancia en las medias del Volumen Físico, Presión de oído medio de máxima Complianza y Gradiente, excepto en el Pico de Complianza (CS) y Ancho de Curva (TW), lo que podemos observar en la tabla 4, así como en las gráficas 3 y 4. Esto se debe a que la pequeña diferencia de tamaño de las estructuras es similar de un lado a otro, sin embargo la movilidad de la membrana timpánica varia de un lado a otro, por el grosor de la piel y la resistencia del resto del sistema osicular (músculos, ligamentos y mucosa) que sumándolo se convierte en un valor significativo.

La diferencia significativa en el Ancho de Curva (TW), nos muestra relación con la Complianza (CS), visible en la tabla 4 y gráficas 3 y 4. De esta manera a menor Complianza mayor Ancho de Curva por incremento de la resistencia del sistema osicular, relacionado en la formula de la *Relación CS/TW*.

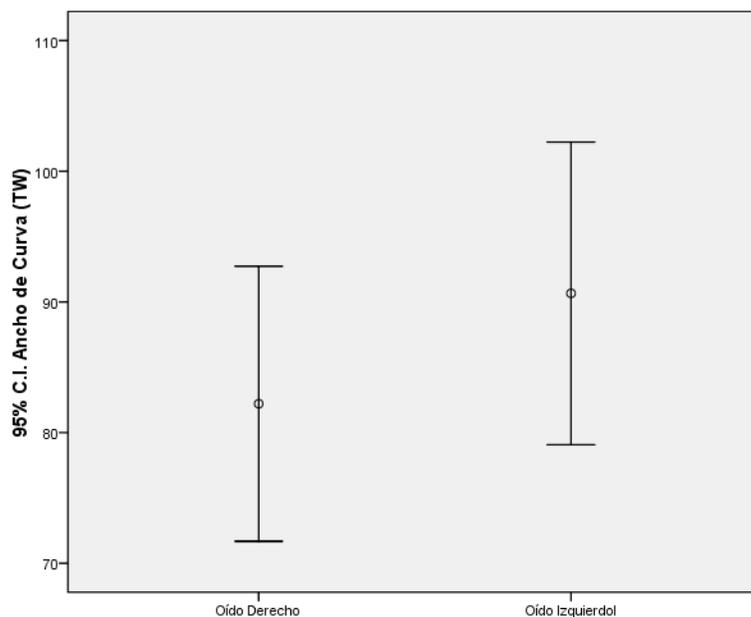
Gráfica 3. Media y desviación estándar de la Complianza.



Resultado de la media y desviación estándar con intervalo de confiabilidad del Pico de Complianza timpanométrica de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

95% I.C.: Intervalo de Confiabilidad del 95%

Gráfica 4. Media y desviación estándar del Ancho de la Curva.



Resultado de la media y desviación estándar con intervalo de confiabilidad del Ancho de Curva de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído Medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

95% I.C.: Intervalo de Confiabilidad del 95%

Para lograr realizar la estandarización de los valores timpanométricos de la población del Instituto Nacional de Rehabilitación se seleccionaron 29 oídos derechos y 29 oídos izquierdos con Curva As de Jerger de pacientes sin patología actual de oído medio, distribuidos en sus rangos de edad. (Ver tabla 5)

Tablas 5. Pacientes con Curva As de Jerger

| <i>Rango de Edad</i> | Numero de Casos | | |
|----------------------|-----------------|----------------|-----------|
| | Oído Derecho | Oído Izquierdo | Totales |
| 9-18 | 4 | 3 | 7 |
| 19-28 | 3 | 3 | 6 |
| 29-38 | 3 | 6 | 9 |
| 39-48 | 5 | 2 | 7 |
| 49-58 | 2 | 4 | 6 |
| 59-68 | 4 | 3 | 7 |
| 69-78 | 5 | 6 | 11 |
| 79-88 | 3 | 2 | 5 |
| Total | 29 | 29 | 58 |

Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación Con curvas As de Jerger y sin patología de Oído Medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, empleados para la estandarización de los valores timpanométricos.

En la tabla 6 se dan los resultados del análisis descriptivo de los diferentes valores timpanométricos en nuestra población Mexicana del Instituto Nacional de Rehabilitación con Curva As de Jerger, a partir de los 9 años de edad. La media del Volumen Físico es de 1.04ml. para oído derecho con una desviación estándar de ± 0.26544 ml; para oído izquierdo una media de 1.0214ml ± 0.28497 ml; con respecto a la presión del oído medio en máxima Complianza la media para el oído derecho es de -5.69 daPas ± 12.728 daPas y para oído izquierdo -8.79 ± 9.788 daPas. La Complianza tiene un valor medio para oído derecho de 0.35ml ± 0.09 ml, en el oído izquierdo de 0.37ml ± 0.08 ml.

Tabla 6. Valores Tímpanométricos en Curvas As de Jerger

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación Estándar |
|----------|----|--------|--------|--------|---------------------|
| ECV OD | 29 | 0.60 | 1.67 | 1.0497 | 0.26544 |
| ECV OI | 29 | 0.66 | 1.77 | 1.0214 | 0.28497 |
| MEP OD | 29 | -20 | 40 | -5.69 | 12.728 |
| MEP OI | 29 | -35 | 10 | -8.79 | 9.788 |
| SC OD | 29 | 0.20 | 0.48 | 0.3583 | 0.09099 |
| SC OI | 29 | 0.20 | 0.49 | 0.3769 | 0.08739 |
| Grad. OD | 29 | 0.16 | 0.77 | 0.4555 | 0.13133 |
| Grad. OI | 29 | 0.22 | 0.76 | 0.4472 | 0.11032 |
| TW OD | 29 | 50 | 190 | 118.97 | 28.593 |
| TW OI | 29 | 42 | 419 | 138.76 | 79.083 |

Valores Tímpanométricos de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, con Curva As de Jerger, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

ECV: Volumen Físico; MEP: Presión del oído medio en máxima Complianza; SC: Pico de Complianza; Grad.: Gradiente; TW: Ancho de Curva; OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo

Con respecto al Gradiente tímpanométrico de Brooks en oído derecho la media es de 0.4555 ± 0.13133 , en el oído izquierdo de 0.4472 ± 0.11032 . El Ancho de Curva (TW) tiene un valor medio para el oído derecho de $118.97 \text{ daPas} \pm 28.593 \text{ daPas}$, para oído izquierdo de $138.76 \text{ daPas} \pm 79.083 \text{ daPas}$. Estos valores se observan en la tabla 6.

La comparación de la media de los valores tímpanométricos de la Complianza, Gradiente y Ancho de la curva entre las curvas tímpanométricas As y A de Jerger muestran una importante diferencia significativa; como se puede observar las tabla 7, 8 y en la gráfica 5, debido a la diferencia de la transmisión de energía entre el sistema osicular.

Tabla 7. Prueba T (Complianza)

| SC de Tipo de Curva | Significancia (2-tailed) |
|---------------------|--------------------------|
| OD A - OD As | 0.000 |
| OI A - OI As | 0.000 |

Resultado de la comparación de las medias entre curvas A y As de Jerger, para los valores de la Complianza de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

CS: Pico de Máxima Complianza; OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo; A: Curva A de Jerger; As: Curva As de Jerger.

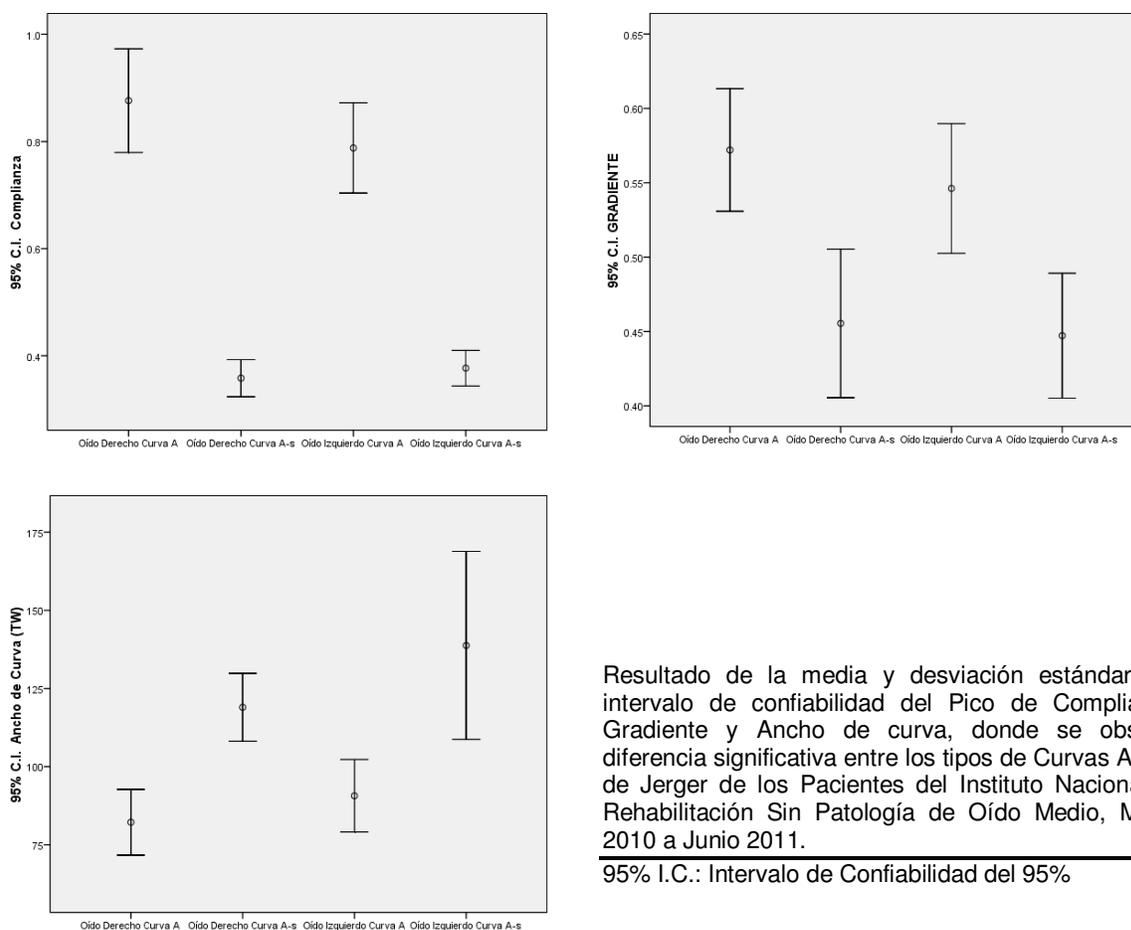
Tabla 8. Prueba T (Ancho de Curva y Gradiente).

| Valor Timpanométrico/Tipo de Curva | Significancia (2-tailed) |
|---------------------------------------|--------------------------|
| OD: TW A – TW As | 0.000 |
| OI: TW A – TW As | 0.008 |
| OD: Gradiente A – Gradiente As | 0.002 |
| OI: Gradiente A – Gradiente As | 0.005 |

Resultado de la comparación de las medias entre curvas A y As de Jerger, para los Valores del Ancho de Curva y el Gradiente de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

TW: Ancho de Curva; OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo; A: Curva A de Jerger; As: Curva As de Jerger.

Gráfica 5. Media y desviación estándar de las Curvas A y As de Jerger.



Resultado de la media y desviación estándar con intervalo de confiabilidad del Pico de Complianza, Gradiente y Ancho de curva, donde se observa diferencia significativa entre los tipos de Curvas A y As de Jerger de los Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación Sin Patología de Oído Medio, Marzo 2010 a Junio 2011.

95% I.C.: Intervalo de Confiabilidad del 95%

En la tabla 9 se muestra el análisis descriptivo de los diferentes resultados de la formula que analiza la proporción de movilidad de la membrana timpánica en los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin antecedentes de patología de oído medio, valorados en el periodo Marzo 2010 y Junio 2011, con los tipos de curvas A y As de Jerger.

Tabla 9. Estandarización de la proporción de movilidad de la membrana timpánica (P_{mov_c}) en Curvas A y As de Jerger.

| Tipo de Curva Timpanométrica de la Clasificación de Jerger | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación Estándar |
|--|----|--------|--------|--------|---------------------|
| Curva A OD | 29 | 0.13 | 0.63 | 0.3486 | 0.12961 |
| Curva A OI | 29 | 0.15 | 0.68 | 0.3338 | 0.12373 |
| Curva As OD | 29 | 0.07 | 0.56 | 0.1707 | 0.10282 |
| Curva As OI | 29 | 0.03 | 0.32 | 0.1669 | 0.07102 |

Valores de los Resultados de la formula que valora la proporción de movilidad de la membrana timpánica, de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, con curva A y As de Jerger, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo

La media de la proporción de la movilidad timpánica correspondiente a la curva A de Jerger en el oído derecho es de 0.3486 ± 0.12961 de desviación con un intervalo del 95% de confiabilidad que va de 0.3014 a 0.3957 y en el oído izquierdo la media es de 0.3338 ± 0.12373 con intervalo del 95% de confiabilidad de 0.2887 a 0.3788. Para la curva As de Jerger el valor de la proporción de la movilidad de la membrana timpánica para el oído derecho la media es de 0.1707 ± 0.10282 de desviación estándar, con un intervalo de confiabilidad del 95% en el rango de 0.1332 a 0.2081, en el oído izquierdo la media es de 0.1669 ± 0.07102 con un intervalo de confiabilidad del 95% que se encuentra en el rango de 0.1410 a 0.1927.

La comparación de las medias con la prueba T de Student para pruebas pareada de los valores obtenidos en los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, con la formula que valora la proporción de movilidad de la membrana timpánica, entre las curvas A de Jerger y As de Jerger, muestran una importante diferencia significativa. Como se puede

observar en la gráfica 6 y en la tabla 10. Esto debido a la disminución del desplazamiento de la membrana timpánica analizada de la curva As con respecto a la A, por incremento de la resistencia del sistema osicular.

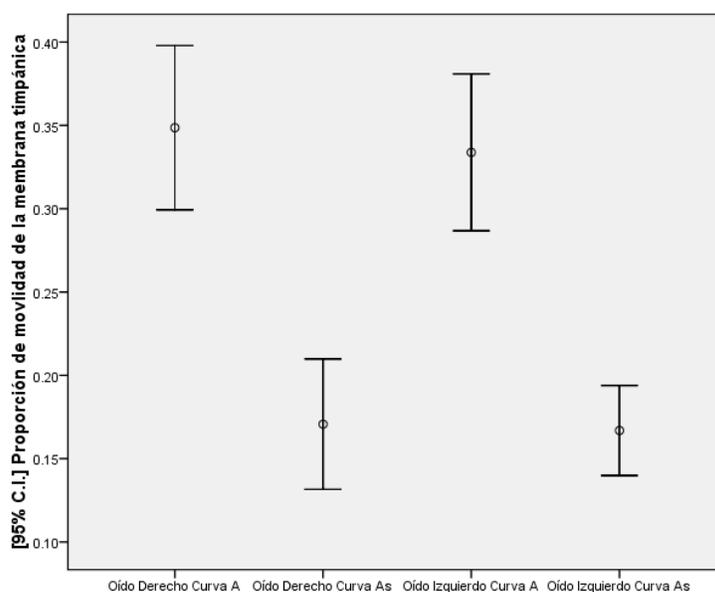
Tabla 10. Prueba T (% de Movilidad de la Membrana Timpánica)

| Proporción de Movilidad | Significancia (2-tailed) |
|--------------------------|--------------------------|
| Curva A OD – Curva As OD | 0.000 |
| Curva A OI – Curva As OI | 0.000 |

Resultado de la comparación de las medias entre curvas A y As de Jerger, de los valores de la fórmula de la proporción de movilidad de la membrana timpánica, de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo; A: Curva A de Jerger; As: Curva As de Jerger.

Gráfica 6. Media y desviación estándar de la proporción de Movilidad



Resultado de la media y desviación estándar con intervalo de confiabilidad de la proporción de movilidad de la membrana timpánica, de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, con curvas A y As de Jerger, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011. En donde se observa la diferencia de la disminución de la movilidad timpánica en la curva As de Jerger en relación a la A de Jerger

95% I.C.: Intervalo de Confiabilidad del 95%

En la tabla 11 se muestra el análisis descriptivo de los diferentes resultados de la fórmula que analiza la *Relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW)* en los

pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin antecedentes de patología de oído medio, en los tipos de curvas A y As de Jerger.

Tabla 11. Estandarización de la Relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW)

| <i>Relación CS / TW</i> | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación Estándar |
|-------------------------|----------|---------------|---------------|--------------|----------------------------|
| Curva A OD | 29 | 0.00268 | 0.02694 | 0.0121910 | 0.00621820 |
| Curva A OI | 29 | 0.00363 | 0.02688 | 0.0101921 | 0.00581348 |
| Curva As OD | 29 | 0.00150 | 0.00993 | 0.0035890 | 0.00224987 |
| Curva As Oi | 29 | 0.00039 | 0.00976 | 0.0033866 | 0.00182324 |

Valores de los resultados de la fórmula que valora la Relación CS / TW, de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, con curvas A y As de Jerger, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo; CS: Complianza; TW: Ancho de Curva

La media de la *Relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW)* correspondiente a la curva A de Jerger en el oído Derecho es de 0.0121910 \pm 0.00621820 de desviación estándar con un intervalo del 95% de confiabilidad que va de 0.0099278 a 0.014454 y en el oído Izquierdo la media es de 0.0101921 \pm 0.00581348 con intervalo del 95% de confiabilidad de 0.0064825 a 0.0101921. Para la curva As de Jerger el valor de la *Relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW)* para el oído derecho la media es de 0.0035890 \pm 0.00224987 de desviación estándar, con un intervalo de confiabilidad del 95% en el rango de 0.0027701 a 0.0044078, en el oído izquierdo la media es de 0.0033866 \pm 0.00182324 con un intervalo de confiabilidad del 95% que se encuentra en el rango de 0.0027230 a 0.00405019.

La comparación de las medias de los valores obtenidos de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, con la relación entre Complianza y Ancho de curva (*CS/TW*), entre las curvas A de Jerger y As de Jerger, muestran una importante diferencia significativa. Como se puede observar en la gráfica 7 y en la tabla 12. Esto se debe a la relación establecida del análisis de los vectores perpendiculares del Timpanograma, en

donde se obtiene un mayor valor cuando la curva tiene una base menor que la altura y viceversa.

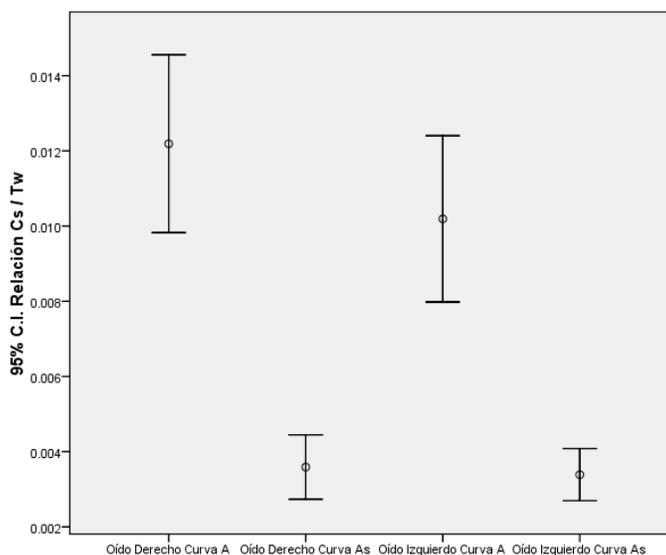
Tabla 12. Prueba T (Relación Complianza / Ancho de Curva)

| Relación CS / TW | Significancia (2-tailed) |
|--------------------------|-----------------------------|
| Curva A OD – Curva As OD | 0.000 |
| Curva A OI – Curva As OI | 0.000 |

Resultado de la comparación de las medias entre curvas A y As de Jerger, de los Valores de la relación Complianza y Ancho de Curva, de los Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación Sin Patología de Oído Medio, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo; A: Curva A de Jerger; As: Curva As de Jerger.

Gráfica 7. Media y desviación estándar de la Relación CS / TW



Resultado de la media y desviación estándar con intervalo de confiabilidad de la Relación Complianza y Ancho de Curva, de los Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación sin patología de oído medio, con curvas A y As de Jerger, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011.

95% I.C.: Intervalo de Confiabilidad del 95%

Una vez estandarizadas las curvas A y As de Jerger en la población mexicana del Instituto de Rehabilitación del periodo Marzo 2010 a Junio 2011, así como los

valores de estas mismas curvas correspondientes a las formulas de la proporción de movilidad de la membrana timpánica y de la relación Complianza / Ancho de curva, se decidió comparar con una pequeña muestra de oídos con Curva Ad de Jerger, B de Jerger y C de Jerger; recopilando 9 oídos derecho y 8 izquierdos con curva Ad de Jerger; 6 oídos derechos y 8 izquierdos con Curva B de Jerger; así como 10 oídos derechos y 9 izquierdos con curva C, divididos por rango de edad como se observa en la tabla 13.

Tabla 13. Oídos con Curva de Jerger Patológicas

| Rango de Edad | Numero de Casos | | | | | | Totales |
|---------------|-------------------------------|---|----|---------------------------------|---|---|---------|
| | Tipo de Curva en Oído Derecho | | | Tipo de Curva en Oído Izquierdo | | | |
| | Ad | B | C | Ad | B | C | |
| 9-18 | 1 | 1 | 4 | 2 | 3 | 3 | 14 |
| 19-28 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 29-38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39-48 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 49-58 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 11 |
| 59-68 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 69-78 | 0 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 10 |
| 79-88 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 6 |
| Total | 9 | 6 | 10 | 8 | 8 | 9 | 50 |

Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación Con curvas "Ad", "B" y "C" de Jerger, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011, empleados para el calculo de las formulas de la Proporción de la Movilidad de la Membrana Timpánica (P_{mov_c}) y de la Relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW).

El análisis de la comparación de las medias entre la proporción de movilidad de la membrana timpánica (P_{mov_c}) entre las curvas de Jerger tipo A y As con las curvas Ad y B muestran una diferencia significativa, esto debido a que realmente existe cambio en el desplazamiento de la membrana timpánica entre estas curvas, excepto entre la curva A y C de Jerger, lo cual demuestra que en los casos de mal manejo de presiones (curva C de Jerger), la relación del desplazamiento de la membrana

timpánica con respecto al volumen medido se conserva. esto se observas en la tabla 14, así como en las gráficas 8,

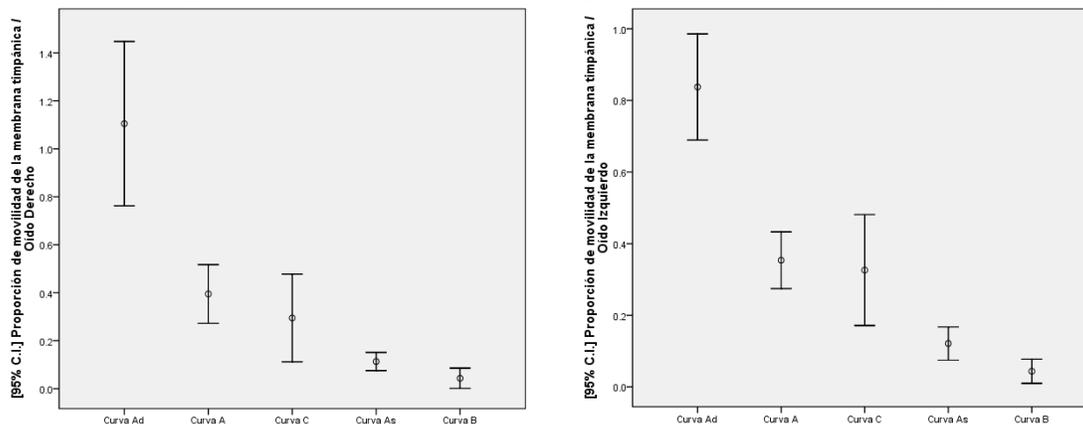
Tabla 14. Prueba T de Student (Proporción de movilidad de la membrana timpánica)

| Proporción de movilidad de la membrana timpánica | Significancia (2-tailed) |
|--|--------------------------|
| OD: Curva A – Curva Ad | 0.000 |
| OI: Curva A – Curva Ad | 0.001 |
| OD: Curva As – Curva B | 0.031 |
| OI: Curva As – Curva B | 0.013 |
| OD: Curva A – Curva C | 0.286 |
| OI: Curva A – Curva C | 0.358 |
| OD: Curva As – Curva C | 0.004 |
| OI: Curva As – Curva C | 0.027 |
| OD: Curva B – Curva C | 0.017 |
| OI: Curva B – Curva C | 0.018 |

Resultado de la comparación de las medias entre curvas A, Ad, As, B y C de Jerger, de los Valores del % de Movilidad de la Membrana Timpánica, de los Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011. En donde No existe Diferencia Significativa entre la Curva C y A de Jerger, por tener una desplazamiento timpánico similar.

OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo; A: Curva A de Jerger; As: Curva As de Jerger; Ad: Curva Ad de Jerger; B: Curva B de Jerger; C: curva C de Jerger.

Gráfica 8. Media y desviación estándar de la proporción de la movilidad timpánica



Resultado de la media y desviación estándar con intervalo de confiabilidad de la proporción de movilidad de la membrana timpánica (P_{mov}), de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación con curvas "Ad", "A", "C", "As" y "B" de Jerger, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011. Donde se puede observar la diferencia significativa de la curva B con respecto a todas las anteriores curvas y el solapamiento del intervalo de la desviación estándar de la curva C con la A y la As de Jerger; por presentar un desplazamiento de la membrana timpánica similar entre estas 2 curvas.

95% I.C.: Intervalo de Confiabilidad del 95%

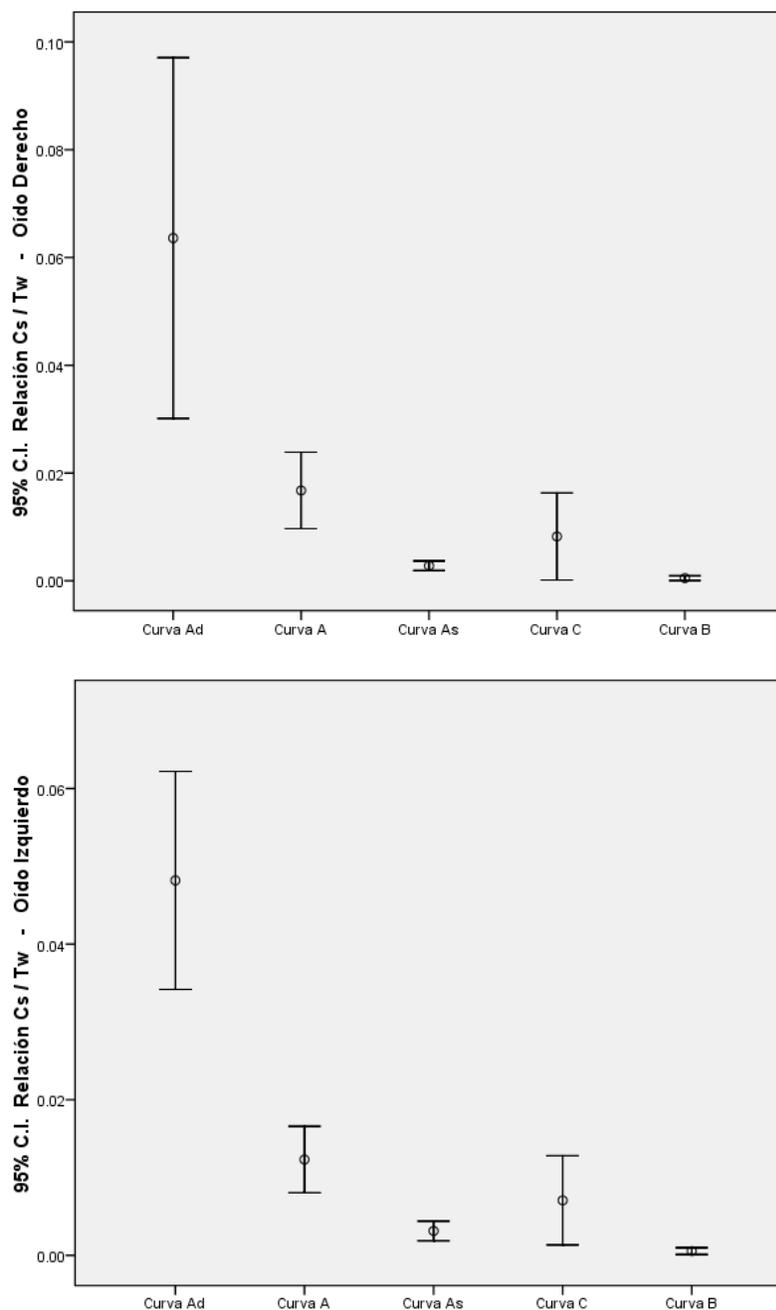
El análisis de la comparación de las medias de la *Relación Complianza / Ancho de Curva* (CS/TW) entre las curvas de Jerger tipo A y As con las curva Ad y B muestran una diferencia significativa esto se debe a que la forma de la curva es significativamente diferente entre las curva, la cual es analizada con la relación CS/TW, donde se presenta modificaciones entre la altura y base de la curva; excepto entre la curva As y C de Jerger, lo cual demuestra que en los casos del mal manejo de presiones (curva C de Jerger), la forma de la curva es muy similar entre la curva As de Jerger, puesto que la resistencia del sistema osicular aumenta solo al rango de la curvas As, pero no mas. Esto se observas en la tabla 15, así como en las gráficas 9,

Tabla 15. Prueba T (Relación Complianza / Ancho de Curva)

| Relación CS / TW | Significancia (2-tailed) |
|------------------------|--------------------------|
| OD: Curva A – Curva Ad | 0.001 |
| OI: Curva A – Curva Ad | 0.000 |
| OD: Curva As – Curva B | 0.003 |
| OI: Curva As – Curva B | 0.004 |
| OD: Curva A – Curva C | 0.013 |
| OI: Curva A – Curva C | 0.028 |
| OD: Curva As – Curva C | 0.115 |
| OI: Curva As – Curva C | 0.158 |
| OD: Curva B – Curva C | 0.050 |
| OI: Curva B – Curva C | 0.018 |

Resultado de la comparación de las medias entre las curvas A, Ad, As, B y C de Jerger, de los Valores de la Relación Complianza / Ancho de Curva, de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011. En donde no existe diferencia significativa entre la curva C y As por tener una forma de curva similar.

OD: Oído Derecho; OI: Oído Izquierdo; A: Curva A de Jerger; As: Curva As de Jerger; Ad: Curva Ad de Jerger; B: Curva B de Jerger; C: curva C de Jerger.

Gráfica 9. Media y desviación estándar de la *Relación Complianza / Ancho de Curva*

Resultado de la media y desviación estándar con intervalo de confiabilidad de la Relación *Complianza / Ancho de Curva* (C_s/T_w), de los pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación con curvas "Ad", "A", "C", "As" y "B" de Jerger, obtenidos en el periodo Marzo 2010 a Junio 2011. Donde se puede observar la diferencia significativa de la curva B con respecto a todas las anteriores curvas; y el solapamiento del intervalo de la desviación estándar de la curva C con la Curva A y As de Jerger, por tener formas de curvas similar, entre estas 2 curvas.

95% I.C.: Intervalo de Confiabilidad del 95%

XX. DISCUSIÓN

La estandarización de los valores timpanométricos en la población mexicana del Instituto Nacional de Rehabilitación se decidió hacer para la comparación de los valores timpanométricos reportados internacionalmente, ya que en poblaciones diferentes a la anglosajona, de la cual existen mayores reportes, se han apreciado diferencias en los valores de Volumen Físico, Pico de Complianza y Presión del Oído Medio con Máxima Complianza^{9,10,11}, siendo estos los principales datos para hacer una determinación de normalidad o afección de oído medio; como se emplea en la clasificación de Jerger.⁸

Se observó que existen 2 importantes grupos por rango de edad para hacer una adecuada estandarización, el primer grupo de los 0 a los 8 años de edad y el segundo de los 9 años en adelante. Esto se explica porque el primer grupo se encuentra en desarrollo y crecimiento del cráneo, así como neumatización de sus cavidades aéreas; principalmente los senos mastoideos, en el segundo grupo tiene en el rango de edad de 9 a 18 años, un mínimo de desarrollo el cual es compatible con el resto del grupo, por lo que se decide estandarizar a partir de los 9 años de edad en adelante, separando en oído derecho e izquierdo, así se obtiene que la población mexicana coincide de manera general con la población anglosajona reportada, para el valor medio del Volumen Físico de 1.1ml,⁸ por Margolis y Séller en 1987; mientras en la Complianza el valor medio fue de 0.87ml para oído derecho y 0.78ml para oído izquierdo, con diferencia significativa en la comparación entre oídos mediante una T de Student para variables pareadas ($p < 0.05$), mientras Margolis y Séller (1987) reportan en su población una media de 0.8ml bilateral; en el Ancho de Curva (TW) presentan una media en su población anglosajona de 80daPas con un intervalo del 95% de confiabilidad (I.C.95%) que va de 50 a 100daPas,¹⁶ mientras en nuestra población tiene una media para oído derecho de 82.21daPas con I.C.95% que va de 55 a 110daPas; y para el oído izquierdo una media de 90.66 con I.C.95% que va de 60 a 121 daPas, esto relacionado con el valor medio de la Complianza de los oídos de mexicanos

en comparación a los anglosajones, lo cual se explica por el tipo de piel de nuestra población.^{9,10,11}

De los valores timpanométricos, 2 mediciones son de gran ayuda para la detección de otitis media serosa, estos son el Gradiente Timpanométrico (Grad.) y Ancho de Curva (TW) en las cuales se ha observado cierta diferencia dependiente de características anatómicas, del desarrollo, crecimiento así como raciales⁹. Por lo cual nuestra población mexicana mostró la diferencia ya descrita, por ende es importante establecer los rangos de normalidad de estos 2 registros timpanométricos, que en pocas ocasiones se consideran en cuenta, algunas causas son: la falta de consideración de estos valores en la clasificación de Jerger,^{2,5,7} la necesidad de estandarización en las diferentes poblaciones humanas,^{9,10,11} y la presencia de valores amplios de TW (Ancho de Curva) aun en Curvas A de la Clasificación de Jerger, que hacen dudar de la significancia de este valor, sin embargo se han comprobado otitis media con efusión en pacientes con Ancho de Curva amplio mediante paracentesis, aun sin tener un gradiente bajo.^{9,16}

Por este ultimo motivo también se diseñó la formula para determinar el porcentaje de movilidad de la membrana timpánica y la obtención de los valores de la relación entre Complianza y Ancho de Curva, donde la media de los resultados para las curvas A de Jerger y As de Jerger muestran una importante significancia con una $p < 0.050$, en la prueba de T de Student para variables pareadas, como se observa con solo el valor de la Complianza considerada en la clasificación de Jerger.⁸

Este estudio permitió normar los valores timpanométricos de los pacientes mexicanos del Instituto Nacional de Rehabilitación con edad mayor a 9 años, valorados en el periodo de Marzo 2010 a Junio 2011 para que de esta manera se logre determinar por exclusión de los valores normales, los valores que corresponden al Gradiente Timpanométrico, Ancho de Curva, para la patología de

oído medio con Efusión. Además la presentación de los dos cálculos extras que consideran los valores timpanométricos en conjunto, así esta tesis pretende ser un punto de referencia para el empleo del porcentaje de movilidad timpánica (P_{mov_0}) y la relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW) que nos permitirán con mayor presión hacer el diagnóstico de la presencia de líquido en oído medio, y el actuar adecuado para el seguimiento y tratamiento de patología de Otitis Media Crónica o Aguda.

XXI. CONCLUSIONES:

Se establecen los valores del Gradiente Timpanométrico (Grad.), Ancho de Curva (TW), proporción de movilidad timpánica ($Pmov_c$) y Relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW) en la población mexicana del Instituto Nacional de Rehabilitación; obteniendo los siguientes rangos de valores en un oído normal con curva A de Jerger:

Grad. en Oído Derecho 0.57 ± 0.108 ; en Oído Izquierdo 0.54 ± 0.114 ;

TW en Oído Derecho 82.21 ± 27.67 daPas; en Oído Izquierdo 90.66 ± 30.44 daPas

$Pmov_c$ en Oído Derecho 0.34 ± 0.13 ; en Oído Izquierdo 0.33 ± 0.12

CS/TW en Oído Derecho 0.0123 ± 0.00622 ; en Oído Izquierdo 0.0102 ± 0.00581

Para los Oídos normales con pico de Complianza bajo (curva As de Jerger) se correlaciona con los siguientes intervalos:

Grad. en Oído Derecho 0.45 ± 0.13 ; en Oído Izquierdo 0.44 ± 0.11 ;

TW en Oído Derecho 118.97 ± 28.59 daPas; Oído Izquierdo 138.76 ± 79.09 daPas

$Pmov_c$ en Oído Derecho 0.17 ± 0.10 ; en Oído Izquierdo 0.16 ± 0.07

CS/TW en Oído Derecho 0.0035 ± 0.0022 ; en Oído Izquierdo 0.0033 ± 0.0018

Con los valores previos se puede determinar la normalidad de la curva y desde luego la ausencia de Otitis Media con Efusión, principalmente en los casos de curva C de la clasificación de Jerger cuando presenta Complianza baja. Ayudados por las formulas propuestas: la proporción de movilidad de la membrana timpánica ($Pmov_c$) y la relación de la CS/TW , es mas objetiva esta diferenciación, al tener alta correlación de los resultados de estas formulas de la curva C de Jerger con las curvas A y As de Jerger. Siendo estos cálculos útiles para determinar el grado de compromiso del Oído Medio por líquido considerando los intervalos de confiabilidad obtenidos, teniendo de esta manera que existirá mayor compromiso del Oído Medio por Efusión al reducirse los valores de los resultados.

Entonces para los oído con Otitis Media Serosa (curva B de Jerger) le corresponden los siguientes intervalos por exclusión de los valores normales, en

los cálculos de la movilidad de la membrana timpánica (P_{mov_c}) y la relación Complianza / Ancho de Curva (CS/TW):

P_{mov_c} en Oído Derecho <0.07; en Oído Izquierdo <0.09

CS/TW en Oído Derecho <0.0013; en Oído Izquierdo <0.0015

El conocimiento de estos datos y el calculo de P_{mov_c} y CS/TW aumentará la precisión de la timpanometría de 226Hz para el diagnostico de efusión intratimpánica y de esta manera no solo basarnos en la forma timpanométrica y pico de Complianza, como tradicionalmente se ha empleado; teniendo así una herramienta extra que toma en cuenta varias variables de la timpanometría en conjunto, proporcionándonos valores objetivos para la evaluación del Oído Medio.

XXII. Bibliografía:

1. The Hearing Journal, Aural immittance measures are more useful now than ever, April 2010 Vol 63, No. 4.
2. Clinical Audiology: The Jerger Perspective, Bobby Alfort and Susan Jerger, Singular Publishing Group, 1993 497 pp.
3. Air-conduction estimated from tympanometry (ACET) 1: Relationship to measured hearing in OME, international Journal of Pediatric Otorhinolaryngology (2009) 73, 2-42.
4. The prevalence and significance of incidental middle ear and mastoid cavity abnormalities on MRI in a pediatric population, International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, Ali Balci (2008) 72, 1849-1854.
5. Kazikdas K. Cagdas, The role of experimental myringosclerosis in interpretation of tympanograms and its possible clinical implications, Medical Hypotheses (2005) 64, 1132-1134.
6. Erol Egeli, Fatih Oghan, Ozcan Ozturk, Ugur Harputluoglu, Burhan Yazici, Measuring the correlation between adenoidal-nasopharyngeal ratio (AN ratio) and tympanogram in children (2005), 69,229-233.
7. Gannon MM, Birkin JA, An Extension of the Jerger Classification of Tympanograms for Ventilation Tube Patency-Specification and Evaluation of Equivalent Ear-Canal Volume Criteria, Ear&Hearing 2008, Vol. 29 No. 6, 894-906
8. Jack Katz, Handbook of clinical Audiology,, Fifth Edition, Lippincot Williams&Wilkins 2002. p 1234-1244.
9. Iván Novoac C, Danisa Torres M. Gradiente y ancho del Timpanograma en niños chilenos de 4 a 6 años, Rev Chil Pediatr 2009; 80 (2) pp. 137-143.
10. Carlie Discoll, Xiaolu Li, Trinette Walmsley, Jasón Le Dilly; Achúrate tympanometric criteria for Chinese schoolchildren; Intenational Journal of Pediatric Otorhinolaryngology (2008) 72, pp. 1619-1626.
11. Xiaolu Li X. Bu C. Discoll, Tympanometric norms for Chinese Schoolchildren, Int J. Audiol. 45 (2006) 55-59.
12. Otometrics, MADSEN Zodiac 901, Middle-Ear Analyzer Operation Manual, CE 0459, Part No. 7-25-180 Doc.No.7-25-1800/09 pp. 94.
13. Kohen, Elizabeth Mirna; Impedancia Acustica, La medición como método objetivo de la evaluación clinicoquirúrgica en Audiología, Ed. Panamericana, Buenos Aires, Argentina 1985, pp. 13-20, 43-45, 51-60, 104-112.
14. M. Shishegar A. Framar, Is Carhart notch an a curate predictor of otitis media with efusión, internacional Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 73 (2009) 1799-1802.
15. Danuta E. Young Wouter J, F. Ten Cate, The Accuracy otomicroscopy for the diagnosis of pediatric middle ear effusions, internacional Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 73 (2009) 825-828.
16. Jack Katz, Handbook of clinical Audiology,, Fifth Edition, Lippincot Williams&Wilkins 1994. p 283-336.

XXIII. ANEXO

Fecha de Elaboración: _____

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El que suscribe _____
tutor del paciente o tutor _____, acepto
participar en el protocolo de investigación para la correlación del Gradiente
Tímpanométrico (Grad.) y ancho de la curva (TW) entre cada curva timpanometrica de la
Clasificación de Jerger, que se realiza en el Instituto Nacional de Rehabilitación, en el cual
es necesario una exploración física y timpanometría, habiendo previamente explicado en
qué consiste el protocolo y la prueba que se realizará.
Soy consciente que se puede abstener a participar en este protocolo o que se puede retirarse
en el momento que se desee.

Atentamente,

NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE_____
Nombre y Firma del Testigo_____
Nombre y Firma del Médico investigador