



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE MEDICINA  
CARRERA TECNOLOGÍA MÉDICA

Proyecto de Unidad de Investigación

---

**ESTUDIO DE LA GRADIENTE DE BROOKS Y ANCHO DE  
TIMPANOGRAMA EN POBLACIÓN INFANTIL ENTRE 6 Y 12  
AÑOS DE EDAD EN DOS ESCUELAS DE LA COMUNA DE VIÑA  
DEL MAR**

Autores:

Catherinne Aliaga Salazar  
Wilson Erwin Coopman García  
Ronald Christopher Robles Silva  
Alberto Ignacio Schifferli Rodríguez

Profesor Guía:

Ximena Alejandra Osorio Ochoa

Profesor co-guía:

Juan Enrique Elgueta

Viña Del Mar, 7 julio 2014

## Agradecimientos

Dedicado a la colaboración de nuestros docentes, es así como queremos agradecer a nuestra profesora guía TM ORL Sra. Ximena Osorio Ochoa, por haber aceptado ser nuestra tutora y por la predisposición mostrada y al profesor co-guía Sr. Juan Elgueta Alvarado, por su incondicional apoyo. De igual forma agradecer el apoyo a las Tecnólogas Médico ORL, Isabel Muñoz y Dallan Lara, por brindarnos su colaboración en oportunos momentos donde se les solicito ayuda.

Cabe agradecer el apoyo incondicional de nuestras familias, por ser el pilar fundamental en el desarrollo de nuestro proyecto universitario. A quienes nos apoyan y nos brindan momentos de alegría en el camino que hemos escogido, muchas gracias.

Grupo de Tesis

Catherinne Aliaga Salazar  
Ronald Robles Silva  
Alberto Schifferli Rodriguez  
Wilson Coopman García

# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1	OTITIS MEDIA CON EFUSIÓN (OME) .....	3
2.2	COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UN IMPEDANCIÓMETRO .....	5
2.3	MEDICIONES DE LA IMPEDANCIOMETRÍA .....	6
2.3.1	Timpanometría .....	7
2.3.2	Estudio del reflejo estapedial .....	8
2.4	GRADIENTE DE BROOKS Y ANCHO DE TIMPANOGRAMA .....	10
2.4.1	Gradiente de Brooks.....	10
2.4.2	Ancho de Timpanograma .....	11
2.5	AUDIOMETRÍA .....	13
2.5.1	Audiometría tonal .....	13
<b>3.</b>	<b>PROBLEMÁTICA.</b> .....	<b>14</b>
<b>4.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>5.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>16</b>
6.1	CRITERIOS INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	16
6.2	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	17
6.3	PROCEDIMIENTO.....	17
6.4	METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.....	18
6.5	PRUEBAS REALIZADAS.....	19
<b>7.</b>	<b>MATERIALES</b> .....	<b>20</b>
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>21</b>
8.1	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES.....	21
8.1.1	Gradiente de Brooks.....	21
8.1.2	Ancho de Timpanograma .....	23
8.2	CORRELACIÓN ENTRE AMBAS VARIABLES.....	25
<b>9.</b>	<b>DISCUSIONES</b> .....	<b>26</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>29</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>30</b>

**12. PLAN DE TRABAJO.....33**  
**13. ANEXOS.....34**

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2-1. ESQUEMA COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UN IMPEDANCIÓMETRO. ....	5
FIGURA 2-2 EJEMPLO DE LA MEDICIÓN DE LA GRADIENTE DE BROOKS. ....	10
FIGURA 2-3 EJEMPLO DE LA MEDICIÓN DEL ANCHO DEL TIMPANOGRAMA.....	12
FIGURA 6-1 TIMPANOGRAMA DEL ZODIAC 901. ....	19
FIGURA 6-2 PRUEBA DEL REFLEJO ESTAPEDIAL EN EL ZODIAC 901S. ....	19
FIGURA 7-1 IMPEDANCIÓMETRO MARCA MADSEN DE GN OTOMETRICS, MODELO ZODIAC 901 .....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 8-1 PORCENTAJE DE OÍDOS ALTERADOS SEGÚN CAUSA .....	21
TABLA 8-2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA GB SEGÚN EDAD.....	22
TABLA 8-3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA GB SEGÚN SEXO .....	23
TABLA 8-4 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL AT SEGÚN EDAD .....	24
TABLA 8-5 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL AT SEGÚN SEXO .....	24

## RESUMEN

**Introducción:** La otitis media con efusión (OME), es la acumulación de líquido seroso o mucoso en el oído medio, en ausencia de signos o síntomas de enfermedad aguda. Tiene una alta incidencia en niños, presentándose por lo menos en una ocasión en el 90% de los pacientes antes de la edad escolar, 66% de los pacientes entre los 2 y 5 años y 22% de los pacientes entre los 5 y 12 años. Gradiente de Brooks (GB) y Ancho de Timpanograma (AT) son parámetros complementarios que se obtienen a través de la timpanometría y permiten orientar el diagnóstico de la OME. **Problemática:** ausencia de valores representativos de AT y GB en ciertos rangos etarios y presencia de líquido en los oídos con curvas normales, pero muy anchas (demostrado por punción timpánica). **Objetivo:** determinar valores referenciales de la GB y AT en la población infantil entre 6 y 12 años de dos escuelas de la comuna de Viña del Mar. **Objetivos específicos:** describir el comportamiento de la GB y AT según sexo y edad. Analizar la variabilidad que presentan estas pruebas en los diferentes rangos etarios y relacionar los resultados obtenidos en GB y AT con la edad y el sexo. **Pacientes y método:** 178 alumnos (356 oídos) fueron sometidos a diversos exámenes audiológicos (otoscopia, audiometría e impedanciometría), calificando 228 oídos, según criterios de inclusión y exclusión. **Resultados:** 0,44 ml fue el promedio general de la GB; 0,47 ml para el sexo femenino; 0,41 ml para el masculino. El AT registró una media de 119 daPa; 110 daPa para el sexo femenino; 125 daPa para el masculino. **Conclusión:** se establecen diferencias significativas por sexo y edad, en ambas variables.

**Palabras claves:** gradiente de Brooks, ancho de timpanograma y otitis media con efusión.

## 1. INTRODUCCIÓN

El oído es la puerta de entrada de toda la información necesaria para comprender un mensaje, es por ello que se hace relevante su preservación y cuidado.

Desde el punto de vista anatómico, el oído es posible dividirlo en tres partes: oído externo, oído medio y oído interno. Cada una de estas estructuras anatómicas favorece la transmisión y propagación del sonido <sup>(1)</sup>. Es de vital importancia que las partes involucradas en estos procesos, se encuentren indemnes, ya que juegan un rol importante en la consecución de estos objetivos. Si se produce algún tipo de alteración en algunas de las estructuras del sistema auditivo, una consecuencia sería la hipoacusia.

Según la American Speech Language Hearing Association (ASHA), existen tres aspectos para describir la pérdida de audición <sup>(2)</sup>:

1. El tipo de pérdida: se clasifica según donde se encuentre el daño.
  - a. Tipo conductiva: ocurre cuando existe algún daño a nivel de oído externo y/o medio.
  - b. Tipo neurosensorial: correspondiente a una alteración a nivel de oído interno y fibras nerviosas.
  - c. Tipo mixta: coexiste una pérdida de conducción, junto a una sensorioneural.
2. Según el grado de intensidad: se clasifican en leve, moderada, severa y profunda.
3. En la configuración de la pérdida auditiva: se establecen diferencias con respecto a las frecuencias afectadas, compromiso uni o bilateral, simetría o asimetría, aparición de la patología (progresiva o súbita) y el carácter fluctuante o estable de la pérdida auditiva.

En la edad escolar el oído está expuesto a diferentes noxas que lo hacen más susceptible, como por ejemplo: enfermedades infecciosas del tracto respiratorio superior; algunas clases de otitis (aguda, supurativa); disfunciones de la trompa de Eustaquio, etc.

La pérdida auditiva asociada a algún trastorno de oído medio (otitis media serosa y/o mucosa), es una de las causas más frecuentes en niños, siendo los problemas del lenguaje, vocabulario y el bajo desarrollo intelectual lo más importante a considerar <sup>(3,4)</sup>. La otitis media con efusión (OME) consiste en un proceso inflamatorio crónico del espacio del oído medio, caracterizado por la acumulación de líquido seroso o mucoide, en ausencia de signos o síntomas de enfermedad aguda (fiebre o dolor) <sup>(5)</sup>.

En la pesquisa y el seguimiento de la patología de oído medio, la impedanciometría juega un rol importante, a través de la timpanometría, en las cuales obtienen parámetros cuantificables que clínicamente permiten objetivar el funcionamiento del oído medio y orientar el diagnóstico de patologías de carácter conductivo, siendo el Ancho de Timpanograma (AT) junto a la Gradiente de Brooks (GB) importantes para determinar si existe líquido en el oído.

El objetivo de esta investigación es determinar los valores referenciales del AT y GB en sujetos con audición normal, en una población infantil de 6 a 12 años.

Teniendo en consideración la alta incidencia y prevalencia de esta patología, ésta investigación será de gran utilidad, en la pesquisa y en el tratamiento oportuno de la OME, evitando la progresión de la enfermedad, la presencia de consecuencias como la hipoacusia y efectos académicos negativos. Ya que no existen valores representativos de la GB y AT de esta población en Chile, estos datos cobrarán una gran importancia para futuras normalizaciones de estos parámetros.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Otitis media con efusión (OME)

La OME es una de las patologías más frecuentes de la población pediátrica y ocasiona complicaciones serias a nivel anatómico y funcional en los niños que la padecen, provocando alteraciones en la audición, en el desarrollo del lenguaje y aprendizaje, si esta no es tratada.

Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de líquido seroso o mucoso en el oído medio, sin signos o síntomas de infección aguda del oído, generando cambios en la coloración y una disminución de la motilidad de la membrana timpánica, actuando como barrera en la transmisión del sonido produciendo una hipoacusia de características conductivas.

Clásicamente, la etiopatogenia de la OME es producto de una disfunción tubaria o como una respuesta inflamatoria a una otitis media aguda (OMA). Antiguamente se pensaba que el líquido en el oído medio era de característica estéril, pero en la actualidad distintas investigaciones reportan que menos del 30% de los casos son ocasionados por algún tipo de germen <sup>(6)</sup>.

Según estudios en EEUU, aproximadamente 90% de los niños tienen OME en algún momento antes de la edad escolar, la mayor parte entre 6 meses y 4 años. En el primer año de vida, más del 50% de los niños tendrán OME, incrementándose al 60% a los 2 años <sup>(7)</sup>, para luego ir disminuyendo a un 22% entre los 5 y 12 años <sup>(8)</sup>.

En cuanto a los datos nacionales, un estudio mostró una prevalencia del 14,8% en escolares sanos entre 4 y 16 años de edad, del sector occidente de Santiago <sup>(8)</sup>.

El diagnóstico se basa en la sospecha de pérdida auditiva, asociada a la historia clínica del paciente; un examen físico con otoscopia y el resultado de una adecuada audiometría con impedanciometría como método de confirmación <sup>(9)</sup>.

La gran mayoría de los casos tienen una resolución espontánea dentro de los primeros 3 meses aproximadamente, pero según datos de EEUU el 30-40% de los niños tendrán OME recurrente y de estos 5-10% se resolverá al año o más <sup>(7)</sup>, para esto existen diversos tratamientos de carácter farmacológico o quirúrgico.

Tratamiento farmacológico: es el tipo de tratamiento más ampliamente utilizado. Se administran diferentes tipos de fármacos, ya sean solos o combinados. La utilización de descongestionantes y antihistamínicos mejoran la evolución de ciertos parámetros, importantes en la otitis media con efusión, como son la obstrucción nasal y la disfunción tubaria, evidentemente su utilización va a ser de la mayor efectividad en pacientes con rinitis alérgica entre otros <sup>(10)</sup>.

Tratamiento quirúrgico: cuando con los métodos anteriores no han podido restaurar la funcionalidad del oído medio, hay que pensar en la corrección quirúrgica de los factores etiológicos. La miringotomía y los tubos de ventilación, son opciones a utilizar ante el fracaso del tratamiento farmacológico. Evidentemente, la eliminación de la secreción presente en el oído medio mediante una miringotomía va a permitir la recuperación transitoria de la función auditiva del paciente, mientras la miringotomía permanezca abierta, por eso se introdujo la utilización de tubos de ventilación transtimpánica que mantienen la ventilación externa del oído medio. Estos dos métodos quirúrgicos son necesariamente paliativos y van a mejorar la audición <sup>(10)</sup>.

La evaluación del sistema del oído medio es posible realizarla mediante la inmitanciometría, método fisiológico valioso para la evaluación de los problemas auditivos.

El sistema de oído medio posee ciertas características físicas (masa, rigidez y fricción) <sup>(11)</sup>. Cuando una fuerza interacciona con el complejo tímpano-oscicular, se evidencian dos fenómenos:

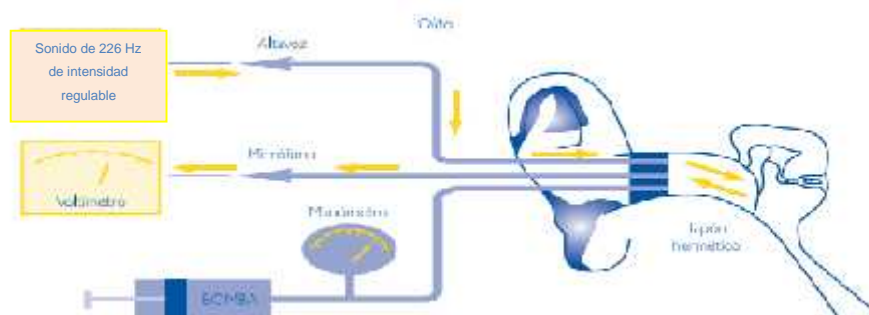
- a) Impedancia acústica ( $Z_a$ ): es la oposición del sistema del oído medio al flujo de la energía sonora medida en Ohms acústicos <sup>(11)</sup>.

- b) Admitancia acústica ( $Y_a$ ): es la facilidad del sistema del oído medio al paso de la energía sonora <sup>(11)</sup>.

En clínica los equipos miden el fenómeno físico de admitancia acústica, pero producto del lenguaje común se utiliza el nombre de impedanciometría en los distintos equipos.

## 2.2 Componentes fundamentales de un Impedanciómetro

- Variador de presión: sistema compuesto por una bomba de presión y un manómetro, que permiten insuflar o extraer el aire del CAE. Estas presiones pueden ser medida en deca-Pascal o en milímetros de agua (daPa o mm H<sub>2</sub>O) <sup>(12)</sup>.
- Micrófono: instrumento que capta el nivel acústico reflejado en el CAE, transformándolo en una señal eléctrica, que permite cuantificar mediante un voltímetro (volt) la distensibilidad o complianza <sup>(12)</sup>.
- Tono de prueba: mediante un altavoz envía al conducto auditivo un sonido de frecuencia fija de 226 Hz (figura 1).



**Figura 2-1.** Esquema componentes fundamentales de un Impedanciómetro. Extraído de: Solanellas S. J. Timpanometría. Impedancia auditiva: El Impedanciómetro. En: AEPap ed. Curso de actualización Pediatría 2003. Madrid: Exlibris Ediciones, 2003; p. 223-226.

### 2.3 Mediciones de la impedanciometría

Comúnmente en clínica se utilizan dos tipos de mediciones:

- Impedanciometría acústica estática: volumen del oído medio expresado como volúmenes equivalentes de aire en centímetros cúbicos ( $\text{cm}^3$ )<sup>(13,14)</sup>.

El cual se obtiene por medio de dos medidas:

1. Obtener la presión del CAE a una presión de + 200 mm H<sub>2</sub>O (C1)<sup>(11)</sup>.
2. Obtener volumen de CAE más el volumen de la cavidad de oído medio cuando la membrana timpánica está en su punto de máxima movilidad o complianza (C2)<sup>(11)</sup>.

El cálculo del volumen del oído medio (C3) corresponde a la diferencia de las medidas anteriores que se expresa en la siguiente fórmula:

$$C3=C2-C1$$

- Impedanciometría acústica dinámica: está compuesta por dos tipos de mediciones.
  - a. Timpanometría: mide los cambios en la inmitancia acústica en el oído medio mediante la variación de presión en el CAE<sup>(13,14)</sup>.
  - b. Reflejo estapedial: es el nivel mínimo necesario de un estímulo acústico (umbral) para generar un cambio en la impedancia del sistema, provocado por la contracción de los músculos estapediales.

### 2.3.1 Timpanometría

Técnica:

Antes de iniciar la prueba, se debe insertar la sonda en el CAE del oído a estudiar de manera que se logre un sello hermético.

El examen comienza ingresando una presión de +200 mm de H<sub>2</sub>O en el CAE y de forma automática, va disminuyendo lentamente hasta los -400 mm de H<sub>2</sub>O. El equipo registra los valores de la complianza durante los cambios de presión.

La curva obtenida se grafica en el timpanograma donde en el eje de las abscisas se encuentran los valores de presión (medidos en mm H<sub>2</sub>O) y en el eje de las ordenadas se muestran las variaciones de la distensibilidad o complianza (medida en ml o cm<sup>3</sup>)<sup>(12)</sup>.

Clasificación de las curvas:

Clínicamente la clasificación más utilizada, fue descrita por Jerger en 1970 (Figura No 2). Él clasificó los resultados de la timpanometría en 5 tipos de curvas:

- a. Curva tipo “A”: es descrita como la curva normal, donde su máximo peak de presión se encuentra entre  $\pm 100$  mm de H<sub>2</sub>O y su amplitud máxima de complianza se encuentra entre 0,3 y 1,6 ml<sup>(12)</sup>.
- b. Curva tipo “B”: es una curva plana, con ausencia de algún peak de complianza, lo cual demuestra la falta de movilidad de la membrana timpánica o alteraciones en la cavidad aérea del oído medio. Generalmente se observan en patologías como otitis media con efusión y tapones de cerumen<sup>(11, 12, 13, 14)</sup>.

- c. Curvas tipo “C”: en este tipo curva existe un peak de máxima complianza desplazada a las presiones negativas (mayor a -100 mm H<sub>2</sub>O), esto es provocado por un cambio en la presión de la caja timpánica hacia las presiones negativas dada por una disfunción de la trompa de Eustaquio <sup>(11, 10)</sup>.
- d. Curvas Tipo “Ad”: es una curva A que presenta un gran peak de máxima complianza dado principalmente por una alteración tímpano-osicular que ocasiona una baja impedancia. Esto puede manifestarse en casos de disyunción de cadena o membrana timpánica monomérica <sup>(11, 12, 13, 14)</sup>.
- e. Curvas tipo “As”: es una curva A que presenta un bajo peak de máxima complianza dado por un aumento de la impedancia. Esto puede manifestarse en patología como otoesclerosis, timpanoesclerosis y entidades que aumenten la rigidez de la cadena osicular <sup>(11, 12, 13, 14)</sup>.

### 2.3.2 Estudio del reflejo estapedial

El complejo tímpano-osicular no es solamente un sistema de transmisión de la energía acústica, sino también, actúa como un sistema protector de la cóclea, mediante la contracción refleja de los músculo del martillo y del estribo. Ambos músculos actúan de forma sinérgica, pero, se ha visto que el músculo del martillo (inervado por V par craneal) se activa preferentemente por estímulo de características vibrotáctiles y eléctricas, en cambio, el músculo del estribo (inervado VII par craneal) se activa por intensidades acústicas elevadas <sup>(15)</sup>.

Debido a las diversas conexiones nerviosas entrecruzadas de los núcleos del tronco cerebral, el reflejo estapedial actúa de manera bilateral y simultánea.

Existen dos formas de pesquisar el reflejo estapedial:

- Reflejo estapedial ipsilateral: cuando se pesquisa en el mismo oído estimulado.
- Reflejo estapedial contralateral: cuando se pesquisa en un oído, pero se estimula el oído contrario.

Técnica:

Clínicamente se busca el umbral reflejo estapedial y éste posee los siguientes pasos:

1. Colocar la sonda en el oído a estudiar y el auricular en el oído contralateral (para toma reflejo contralateral).
2. Asegurarse que el oído del paciente este bien sellado.
3. Verificar la posición del tímpano y que éste se encuentre en el peak de máxima complianza (en los equipo digitales esto se realiza de forma automática).
4. Las frecuencias a estudiar van a depender del tipo de pesquisa que se realice:
  - a. Reflejo estapedial contralateral: las frecuencias a estudiar van desde 500, 1000, 2000, 4000 Hz y ruido blanco. Con un estímulo de tono puro que van desde 60 dB a los 120 dB <sup>(11)</sup>.
  - b. Reflejo estapedial ipsilateral: la frecuencia a estudiar van desde 500, 1000, 2000, 4000 Hz. Con estímulos de tono puro que van desde 60 dB a los 110 dB <sup>(11)</sup>.

Normalidad:

En sujetos normales se ha llegado a un consenso que el umbral del reflejo acústico, utilizando tonos puros, se sitúa entre 70-90 dB sobre el umbral audiométrico del paciente, pero en el reflejo estapedial contralateral es necesario una mayor intensidad, por ello se espera que éste se encuentre 5 a 10 dB sobre el reflejo estapedial ipsilateral <sup>(15)</sup>.

## 2.4 Gradiente de Brooks y Ancho de Timpanograma

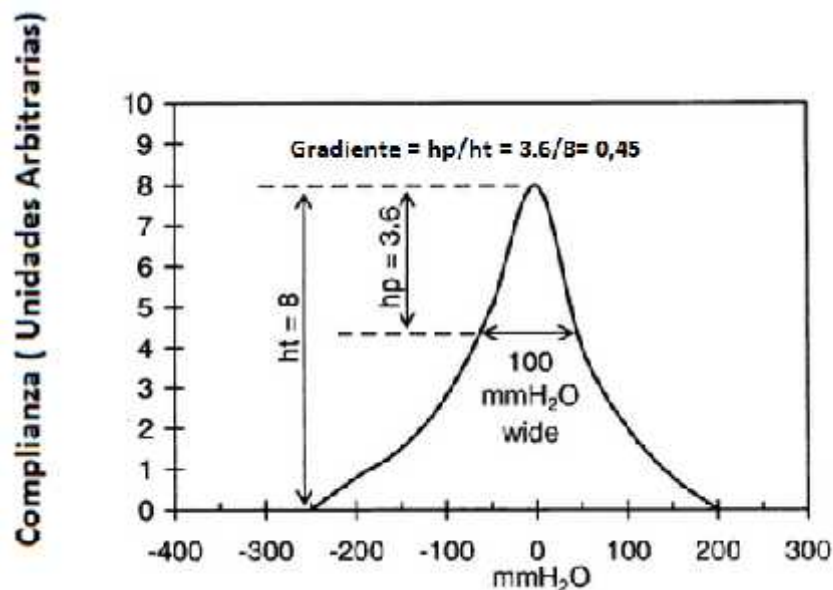
### 2.4.1 Gradiente de Brooks

Brooks (1968) fue el primero en estudiar la relación entre altura y ancho de timpanograma. Diversos estudios posteriores como el de Koesbell y Margolis (1986), Paradise et al. (1976) y De Jonge (1986) han dado paso a modificaciones en ésta gradiente, denominándola gradiente de timpanograma o gradiente de Brooks (término que se utiliza con más frecuencia).

La GB fue originalmente calculada en unidades arbitrarias de complianza <sup>(14)</sup>. Se expresa como la razón  $GB = hp/ht$  (Figura No.3) (ASHA1990).

ht: medida entre peak de complianza hasta la línea basal.

hp: medida de la admitancia acústica a 50 daPa a cada lado del peak de máxima complianza <sup>(13,14)</sup>.



**Figura 2-2** Ejemplo de la medición de la Gradiente de Brooks. Adaptado de: Stanley A. G. *Essentials of audiology*. 3ªed, New York, Thieme; 2009.

Brooks en 1968, comparó oídos normales y oídos con otitis media serosa, estableciendo 3 criterios para determinar presencia de líquido en el oído medio <sup>(15)</sup>:

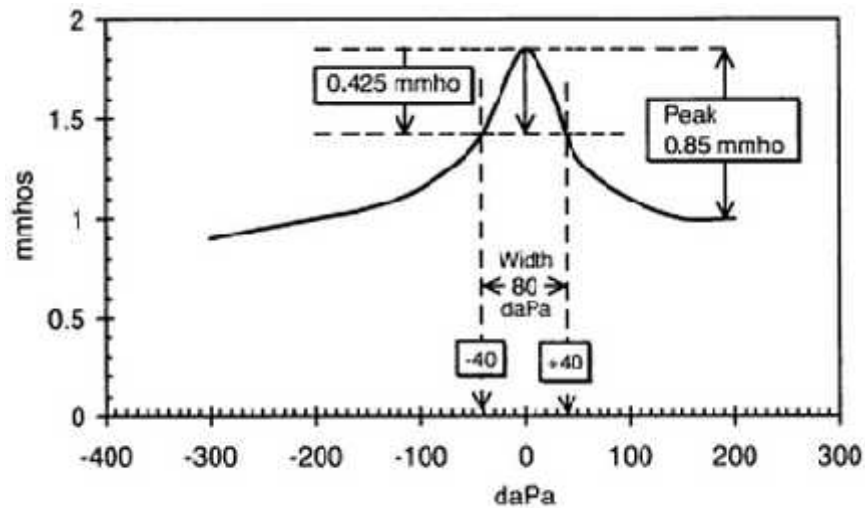
- Una presión negativa mayor a los 200 mm H<sub>2</sub>O.
- Una complianza menor a los 0,22 cm<sup>3</sup>.
- En una curva plana que presenta una complianza relativa menor a 0,03 (obtenida a 50 daPa a cada lado del peak de máxima complianza).

Emhart y cols en 1979, obtuvieron valores de gradiente menores a 0,26 ml que indicaban la presencia de efusión intratimpánica, demostrada mediante miringotomía <sup>(17)</sup>. Estudios posteriores realizados por Nozza, Bluestone, Kardatzke & Bashman (1992), mostraron que un valor de la gradiente menor a 0,2 ml es considerado anormalmente bajo según diversos autores y está asociado a la presencia de líquido en el oído medio <sup>(13,14)</sup>.

#### **2.4.2 Ancho de Timpanograma**

Según la ASHA (1990) el AT se puede expresar por la siguiente ecuación  $AT = X \text{ daPa} - Y \text{ daPa}$  (Figura No.4).

Siendo “X” los valores positivos e “Y” los valores negativos, obteniéndose estos a partir de una línea horizontal trazada en la mitad del peak de máxima complianza. La diferencia entre estos dos puntos corresponde al AT <sup>(18)</sup>.



**Figura 2-3** Ejemplo de la medición del Ancho del timpanograma. Extraído de: Stanley A. G. *Essentials of audiology*. 3<sup>ed</sup>, New York, Thieme; 2009.

Los timpanogramas muy anchos están asociados a efusión intratimpánica. En 1990 la ASHA publicó valores de normalidad del AT los cuales son:

1. 50-110 daPa para adultos.
2. 60-150 daPa para niños de 3 a 6 años de edad <sup>(19)</sup>.

Según el estudio de población adulta de Margolis & Heller (1987) estableció un rango del AT entre 51-114 daPa, en el 90% de los casos. Shahnaz & Polka (1997) determinaron el rango del AT que va entre 48-134 daPa <sup>(14)</sup>.

## 2.5 Audiometría

### 2.5.1 Audiometría tonal.

La audiometría es un examen de carácter subjetivo, que tiene como objeto, evaluar el nivel auditivo de un sujeto. Por intermedio de estímulos acústicos, se determina el umbral auditivo, definido como la mínima intensidad capaz de evocar una sensación auditiva con tonos puros (audiometría liminal) <sup>(20)</sup>, estudiándose en un rango de frecuencias desde los 125 a los 8000 Hz. Uno de los tipos de audiometría es la de screening o barrido que permite evaluar una gran cantidad de pacientes en un tiempo reducido, transformándose en una herramienta útil para detección y prevención de patologías auditivas en niños en edad escolar. La ASHA recomienda que se examinen las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz, siempre y cuando el ambiente acústico lo permita. La intensidad recomendada es de 20 o 25 dB, lo que garantiza verificar las frecuencias más importantes para la percepción del habla y a una intensidad dentro del rango de sensibilidad que no causa problemas para efectos de aprendizaje <sup>(21)</sup>.

### 3. PROBLEMÁTICA.

La OME es una consulta frecuente en la población pediátrica siendo detectada por un conjunto de exámenes clínicos, entre ellos la impedanciometría<sup>(6)</sup>. Sin embargo, se ha evidenciado presencia de líquido en los oídos de pacientes con curvas timpanométricas normales, o sea con curva “A”, según clasificación de Jerger, no considerando el ancho, ni la gradiente del timpanograma, parámetros que sugiere efusión intratimpánica<sup>(14)</sup>.

Como en la población chilena no existe normalización de los parámetros AT y GB, a excepción de los estudios de Allende M, Jofré C, Pavez (2001) (edades entre 18 a 29 años); Novoa I, Torres D (2009) (Gradiente y AT en niños de 4 a 6 años), entonces se hace relevante obtener información del comportamiento del AT y GB en población que aún no ha sido estudiada y cuyo rango etario va desde los 6 a 12 años, edades donde la prevalencia de la OME es relevante, por esta razón la importancia de éste estudio, el cual brindará valores referenciales del AT y GB en dicha población infantil.

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Determinar valores referenciales de la Gradiente de Brooks y Ancho de Timpanograma en la población infantil entre 6 y 12 años de dos escuelas de la comuna de Viña del Mar ubicadas en los sectores de Gómez Carreño y Santa Inés.

#### **5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Describir el comportamiento de la Gradiente de Brooks y Ancho de Timpanograma según sexo y edad.

Analizar la variabilidad que presentan estas pruebas en los diferentes rangos etarios.

Relacionar los resultados obtenidos en Gradiente Brooks y Ancho de Timpanograma con la edad y el sexo.

## 6. METODOLOGÍA

Estudio de carácter descriptivo, donde se analizó los comportamientos de los parámetros de la GB y AT en la población infantil en un rango etario entre 6 y 12 años en dos escuelas de la comuna de Viña del Mar ubicadas en los sectores de Gómez Carreño y Santa Inés.

La muestra constó de 356 oídos, correspondientes a 178 pacientes provenientes de las escuelas Pedro Aguirre Cerda y Escuela UNESCO.

La constitución de la muestra está dada por aquellos oídos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

### 6.1 Criterios inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión son:

- Audiometría tonal: normal (menor e igual a 20 dB)
- Impedanciometría: curvas A (dentro del rango de presión  $\pm 100$  daPa), complianza desde 0,3 ml a 1,6 ml y con reflejos presentes (ipsilateral y contralaterales).

Los criterios de exclusión son:

- Todos los pacientes que presenten patología conductiva.
- Todos los pacientes que no presenten curva "A".
- Todos los pacientes que tengan alteraciones en la otoscopia: tapón de cerumen, perforación timpánica, alteraciones morfológicas en la membrana timpánica, malformaciones de conducto auditivo externo que provoquen alteraciones conductivas.

## 6.2 Definición de variables.

Edad: las edades de la población infantil que se estudiaron, fluctúan entre los 6 y los 12 años.

Sexo: se examinó a estudiantes de ambos sexos (masculino y femenino).

Gradiente de Brooks: representa una razón entre dos componentes de la curva timpanométrica (hp/ht), medida  $\text{cm}^3$  o ml, que permite evidenciar la presencia de líquido intratimpánico.

Ancho de Timpanograma: parámetro cuantificable medido en daPa que forma parte de la timpanometría, su utilidad al igual que la GB permite evidenciar la presencia de líquido intratimpánico.

## 6.3 Procedimiento

Se obtuvo la autorización a la Corporación Municipal de Viña del Mar, área de educación, para realizar el proyecto de investigación en dos escuelas que pertenecen a su administración (anexo: N°1).

Se asistió a reuniones con los directores de los establecimientos escogidos, donde se explicó en qué consiste el estudio, sus objetivos, la metodología que se adoptó en los diferentes exámenes y todo lo concerniente al desarrollo del proyecto (anexos: N°2 y 3).

Se procedió a pedir las autorizaciones a los padres y/o apoderados de los alumnos que participaron en el estudio, a través, de las reuniones de apoderados de dichos establecimientos.

En estas reuniones se dio a conocer el fin del presente proyecto, su metodología, lugar, fecha de realización y todo lo concerniente al estudio. Además de entregar información relevante (díptico) sobre diversas patologías que afecten a los niños relacionadas con el estudio (anexo: N°4), se solicitó información de los alumnos necesaria para el proyecto mediante un cuestionario (anexo: N°5) y la firma del apoderado a través del consentimiento informado (anexo: N°6).

La parte práctica del proyecto, comenzó una vez reunidas todas las autorizaciones correspondientes.

La ejecución de los exámenes se desarrolló en las escuelas antes mencionadas, siendo realizados por cuatro alumnos de quinto año de la carrera de Tecnología Médica, mención ORL, bajo supervisión del profesor co-guía, Tecnólogo Médico ORL y académico de la Universidad Andrés Bello.

#### **6.4 Metodología estadística**

Se utilizó estadística descriptiva (desviación estándar, promedio, media y mediana), para el comportamiento de las variables, coeficiente de variación para los rangos etarios; coeficiente de correlación para establecer relaciones entre cada variable. De igual forma se utilizaron gráficos de línea y de correlación.

Se empleó el programa Microsoft Office Excel 2010 con el complemento XLSTAT 2014 para la recopilación y procesamiento de datos.

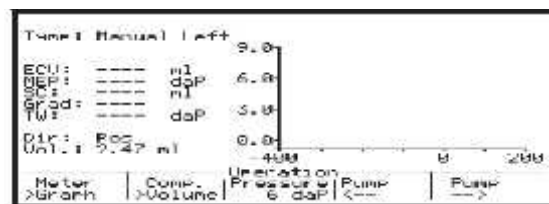
## 6.5 Pruebas realizadas

Otoscopia: se observó la integridad del conducto auditivo externo y de la membrana timpánica que correspondió a la primera instancia para detectar alteraciones que no son compatibles con el objetivo del estudio.

Audiometría tonal: se realizó toma de umbrales en las frecuencias 250-4000 Hz, para determinar si el niño o niña cumple con los criterios de inclusión, con respecto a la normalidad auditiva.

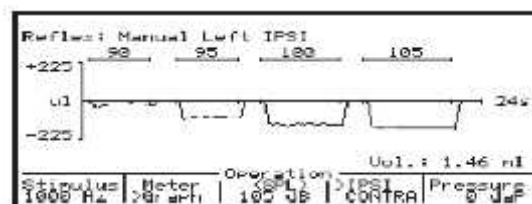
Impedanciometría: se realizó a todos los niños que participaron en el estudio, para descartar patologías conductivas. Este examen consta de dos procedimientos:

- Timpanometría: se midió GB y AT registrando todos los datos en un timpanograma.



**Figura 6-1** Timpanograma del zodiac 901, extraído: manual madsen zodiac 901, otometrics.

- Umbral reflejo estapedial: se pesquisó el reflejo ipsilateral y contralateral.



**Figura 6-2** Prueba del reflejo estapedial en el zodiac 901, extraído: manual madsen zodiac 901, otometrics.

## 7. MATERIALES

- Otoscopio Welch Allyn.
- Tamizado: audiómetro Interacoustics modelo AD226, Ladie modelo AD-160, Maico MA 42. Calibrados de acuerdo a la norma ANSI 69.
- Impedanciómetro marca Madsen de GN Otometrics, modelo Zodiac 901.



**Figura 7-1** Impedanciómetro marca Madsen de GN Otometrics, modelo Zodiac 901

## 8. RESULTADOS

El total de la población estudiada fue de 178 alumnos, correspondientes a 356 oídos, de los cuales, 205 (58%) oídos corresponden al sexo masculino y 151 (42%) oídos al sexo femenino.

Todos los alumnos fueron sometidos a diversos exámenes audiológicos (otoscopia, audiometría e impedanciometría), dando como resultados 128 oídos excluidos de este estudio, de los cuales, 48 (37,5%) corresponden al sexo femenino y 80 (62,5%) al sexo masculino. Dentro de las principales causas de rechazos se encuentran las curvas tipo “C” y reflejos acústicos ausentes (tabla 8.1).

**Tabla 8-1** *Porcentaje de oídos alterados según causa (tabla resumen de las alteraciones encontrada en los oídos por sexo).*

Alteraciones de los oídos	Mujeres		Hombres		Total	
	N°	Porcentaje	N°	Porcentaje	N°	Porcentaje
Hipoacusias	7	15%	2	2%	9	7%
Problemas técnicos	1	2%	6	8%	7	5%
Ausencia reflejos	9	19%	27	34%	36	28%
Curvas Ad	2	4%	4	5%	6	5%
Cuevas As	4	8%	5	6%	9	7%
Curvas C	25	52%	35	44%	60	47%
Curvas B	0	0%	1	1%	1	1%
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>100%</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>	<b>128</b>	<b>100%</b>

### 8.1 Análisis de las variables.

#### 8.1.1 Gradiente de Brooks.

El total de oídos examinados fue de 228, siendo 125 de sexo masculino y 103 de sexo femenino. El promedio de edad fue de 9 años para ambos géneros.

El análisis global de la GB, sin establecer diferencias por sexo ni por edad, presenta una media de  $0,44 \text{ ml} \pm 0,11 \text{ ml}$ . El valor mínimo encontrado fue de  $0,2 \text{ ml}$  y el máximo de  $0,69 \text{ ml}$ . Con un nivel de confianza del 95% para la media se establece un intervalo de confianza de  $[0,43; 0,46]$ .

### Gradiente de Brooks según edad

La media de la GB fluctuó entre 0,36 ml y 0,49 ml, observándose el valor mínimo y máximo a los 6 y 9 años de edad respectivamente (tabla 8.2).

Según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con un valor  $p < 5\%$ , se concluye que existen diferencias significativas entre la GB y el promedio por edad (anexo: N° 9).

**Tabla 8-2** *Análisis descriptivo de la GB según edad*

Edad	Media	Nivel mínimo y máximo	Intervalo de confianza
6	0,36	0,25-0,47	[0,33;0,40]
7	0,44	0,29-0,66	[0,39;0,48]
8	0,40	0,20-0,61	[0,38;0,43]
9	0,49	0,23-0,66	[0,46;0,52]
10	0,45	0,30-0,61	[0,42;0,48]
11	0,46	0,21-0,69	[0,42;0,50]
12	0,47	0,34-0,63	[0,41;0,54]

### Gradiente de Brooks según sexo

El análisis descriptivo para la variable sexo, estableció valores superiores para el sexo femenino con respecto a las medias (representación gráfica anexo N°7). Se observan los resultados antes mencionados en la tabla 8.3.

En la prueba de comparación de dos muestras de Mann-Whitney, con un valor  $p < 5\%$ , se concluye que existen diferencias significativas entre la GB y los promedios por sexo (anexo: N°10).

**Tabla 8-3** *Análisis descriptivo de la GB según sexo*

Sexo	Media	Nivel mínimo y máximo	Intervalo de Confianza
<b>Femenino</b>	0,47	0,23-0,69	[0,46;0,49]
<b>Masculino</b>	0,41	0,20-0,66	[0,39;0,43]

### 8.1.2 Ancho de Timpanograma.

Para el análisis estadístico del AT, la media fue de  $119 \pm 30$  daPa, encontrándose un valor mínimo de 47 daPa y un máximo de 240 daPa.

Con un nivel de confianza del 95%, se establece el siguiente intervalo de confianza para la media [115; 122].

### Ancho de Timpanograma según edad.

Los valores mínimos y máximo para la media de esta variable, fueron 105 daPa y 140 daPa respectivamente, registrándose el primero a la edad de 9 años y el segundo a los 6 años (tabla 8.4).

Según la pruebas de Kruskal-Wallis, con un valor  $p < 5\%$  se concluye que existen diferencias significativas por edad en el AT (anexo: N°11).

**Tabla 8-4** *Análisis descriptivo del AT según edad*

Edad	Media	Nivel mínimo y máximo	Intervalo de confianza
6	140	108-186	[129;151]
7	118	69-155	[108;128]
8	130	78-240	[121;140]
9	105	71-174	[97;112]
10	115	80-160	[107;123]
11	113	47-191	[103;124]
12	109	76-139	[95;123]

**Ancho de Timpanograma según sexo.**

El análisis estadístico para esta variable, estableció valores para la media, superiores para el sexo masculino (representación gráfica anexo: N°8). Se observan los resultados en la tabla 8.5.

Según la prueba de comparación de Mann-Whitney, con un valor  $p < 5\%$ , se concluye que existen diferencias significativas en el AT según sexo (anexo: N°12).

**Tabla 8-5** *Análisis descriptivo del AT según sexo*

Sexo	Media	Nivel mínimo y máximo	Intervalo de confianza
<b>Femenino</b>	110	47-240	[104;116]
<b>Masculino</b>	125	67-231	[120;131]

## 8.2 Correlación entre ambas variables.

El coeficiente de correlación de Pearson, entre el AT y GB resulta ser de -0,9474 siendo éste altamente negativo, estableciéndose una correlación inversamente proporcional. A raíz del valor negativo proporcionado en este estudio, se desprende la relación inversa de estas variables, resultando ser que, a mayor valor de la GB, menor es el valor del AT.

No se establece una correlación entre la edad y la GB, ya que el valor resulta ser de 0,2423, de igual forma para el AT, debido a que el valor resulta ser de -0,2361. Los valores cercanos a cero dan cuenta de una escasa correlación.

### Descripción general de las variables estudiadas

Con respecto a la GB los valores promedio fluctúan entre 0,35 ml y 0,47 ml para el sexo masculino, mientras que para el sexo femenino los valores se encuentran entre 0,38 ml y 0,51 ml.

Los valores promedio en el AT para el sexo masculino fluctúan entre 111 daPa y 144 daPa. Para sexo femenino se registraron valores entre 98 daPa y 136 daPa.

## 9. DISCUSIONES

La impedanciometría juega un rol importante en el estudio del oído medio, siendo éste un método objetivo de análisis, que junto a la audiometría, apoya el diagnóstico para este tipo de patologías.

El Ancho de Timpanograma (AT) junto a la Gradiente Brooks (GB), son dos parámetros que pueden cuantificar de mejor manera la presencia de líquido en el oído medio, a pesar de ello estos parámetros no son considerados en la clínica para el apoyo en el diagnóstico, debido a que no existen valores en la población chilena, a excepción de los estudios de Allende M, Jofré C y Pavez (2001) (edades entre 18 a 29 años); Novoa I y Torres D (2009) (Gradiente y AT en niños de 4 a 6 años).

La presente investigación determinó valores referenciales de la GB y AT en la población infantil entre 6 y 12 años en dos escuelas de la comuna de Viña del Mar y da cuenta del análisis de estos parámetros. Es importante tener presente, que los resultados obtenidos son representativos de una población que no presenta investigación previa en Chile.

La principal causa de rechazo ocurre en oídos con timpanograma curva tipo “C”, siendo ésta una condición ampliamente encontrada en pacientes de edad escolar, puesto que la anatomía de la trompa de Eustaquio, mayormente horizontal en niños, sumada a la inmadurez del sistema inmune y la estación del año en que se realizaron los exámenes, favorece la presencia de la disfunción tubaria.

Brooks en el año 1969, en base a una muestra de 697 pacientes cuyas edades se encontraban entre los 4 y 11 años, estableció valores expresados en  $\text{cm}^3$  que relacionaban valores de complianza y la gradiente. De esta manera determinó límites de normalidad para la gradiente;  $0,10 \text{ cm}^3$  (para una complianza de  $0,35 \text{ cm}^3$ ) y  $1,0 \text{ cm}^3$  (para una complianza de  $1,40 \text{ cm}^3$ ), con una media de  $0,3 \text{ cm}^3$  <sup>(22)</sup>.

Comparando los resultados de la GB del presente trabajo de investigación (mínimo 0,21 ml y máximo 0,69 ml) con el estudio de Brooks (1969) se determina que estos valores son concordantes con los límites de normalidad establecidos por Brooks, no obstante existe discrepancia con los promedios (0,44 ml versus 0,3 ml de Brooks), que podrían explicarse por la utilización de unidades arbitrarias de medidas en el estudio de Brooks (mientras que en la actualidad se utilizan medidas absolutas (Ohms acústicos o ml)) y las diferencias en las velocidades de las bombas del impedanciómetro, como lo sugieren diversos autores <sup>(23)</sup>.

Considerando los resultados obtenidos en el presente estudio, en la edad de 6 años, en ambos géneros (0,35 ml sexo femenino y 0,38 ml sexo masculino) y los obtenidos por el estudio de Novoa y Torres (2003), “Gradiente y ancho de timpanograma en niños de 4 a 6 años”, donde se considera que el mayor porcentaje de su distribución (21,6%), posee una media entre 0,35 ml y 0,40 ml, se puede concluir que existen similitudes en ambos estudios.

Teniendo en cuenta que los valores obtenidos en el presente estudio, para los rangos etarios de 11 y 12 años, donde las medias fueron de 0,44 ml para el sexo masculino y 0,50 ml para el femenino, se establecen las comparaciones con los resultados obtenidos en el estudio de Allende, Jofré y Pavez (2001), donde la población universitaria muestreada, registró una media de 0,51ml en el sexo masculino y 0,41 ml en el femenino. Las diferencias encontradas a este nivel podrían ser explicadas por los desiguales tamaños de muestra y por las diferencias anatómicas.

La ASHA en 1990 realizó una estandarización del AT en niños 3 a 6 años, estableciendo límites de normalidad entre los 60-150 daPa <sup>(19)</sup>. Basado en esta estandarización sólo se puede comparar con un pequeño grupo etario del estudio, que corresponde a la edad de 6 años (valor mínimo 108 daPa y un máximo de 180 daPa), si bien la gran mayoría de los datos se encuentran en los límites de normalidad establecidos por la ASHA, un pequeño grupo de oídos escapa del límite, esto puede deberse a la estandarización que no fue realizada en Chile, pudiendo existir variaciones de estos límites, debido a que los grupos étnicos y condiciones geológicas juegan un rol importante para el establecimiento de los rangos de normalidad.

El presente estudio, registró valores promedios para el AT según género de 144 daPa para el sexo masculino y 136 daPa en el sexo femenino. En el trabajo de Novoa y Torres (2003), que registraron valores para AT entre 79,3-194,3 daPa en el sexo femenino y 83,5-201,8 daPa para el sexo masculino (correspondiendo al 95% de la muestra). Los valores encontrados en este ítem son concordantes con el trabajo de Novoa y Torres.

Según la prueba estadística de comparación de dos muestras de Mann-Whitney, existen diferencias significativas en ambos sexos, para las variables estudiadas (GB y AT), siendo ésta condición igual en el estudio de Allende, Jofré y Pavez (2001) en donde se ocupó la prueba de Mann-Whitney. Novoa y Torres (2003), emplearon la prueba de T-student para la gradiente de Brooks, y la de Wilcoxon para el AT, estableciendo iguales conclusiones.

El coeficiente de correlación de Pearson entre el AT y la GB con un valor de -0,9474, establece una correlación inversamente proporcional, al igual que en el estudio de Novoa y Torres (2003), donde el coeficiente de correlación de Spearman resultó ser de -0,987 para el sexo femenino y de -0,97 para el masculino.

## 10. CONCLUSIONES

Considerando que la presente investigación aporta información valiosa para el diagnóstico de la patología de oído medio, es importante tener en cuenta las conclusiones obtenidas, ya que representan parámetros del timpanograma que actualmente no son utilizados:

- Se concluye que los valores promedio de la GB fluctúan entre 0,36 ml y 0,49 ml para todos los rangos etarios estudiados.
- Los valores promedio de la GB fueron superiores para el sexo femenino (0,47 ml) en comparación al sexo masculino (0,41 ml).
- Se determinó que los valores promedio del AT fluctúan entre 105 daPa y 140 daPa, en todos los rangos etarios estudiados.
- Los valores promedio del AT fueron superiores para el sexo masculino (125 daPa) en comparación al sexo femenino (110 daPa).
- Se establece que existen diferencias por sexo tanto en la GB como el AT, según la prueba de comparación de dos muestras de Mann-Whitney, con un valor  $p < 5\%$ .
- Se determinan diferencias por edades para la GB y el AT, según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con un valor  $p < 5\%$ .
- Se establece una correlación inversamente proporcional entre la GB y AT, según coeficiente de correlación de Pearson  $-0,9474$ .

En la actualidad, con los estudios publicados en Chile no es posible establecer límites normalidad para las variables estudiadas, ya que los tamaños de la muestra no son lo suficientemente representativos para establecer dichos límites.

Esta investigación permite establecer valores representativos para una población escolar no estudiada, lo que ayudará a generar datos para futuras normalizaciones con el fin de darles una real utilidad clínica a los resultados obtenidos.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Caro L, San Martín J. Anatomía y fisiología del oído medio [Internet]. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2013 [citado el 18 Marzo de 2014]. Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/Otorrino/apuntes-2013/Anatomia-fisiologia-oido.pdf>.
2. Speech Language Hearing Association. Tipo, grado y configuración de la pérdida auditiva [Internet]. Serie informativa. Audiología. 2012 [citado el 18 Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.asha.org/uploadedFiles/Tipo-grado-y-configuracion-de-la-perdida-de-audicion.pdf>.
3. Morales J, Correa E. Otitis media no supurativa. En: Rivas J, Ariza H, editores. Otolología. Otolología. 1ª ed. Bogotá: Imprenta y publicaciones fuerzas militares; 1992. p. 271- 89.
4. Speech Language Hearing Association. Identificación y tratamiento de la pérdida de audición entre los niños de edad escolar [Internet]. Serie informativa. Audiología. 2012 [citado el 18 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.asha.org/uploadedFiles/Tipo-grado-y-configuracion-de-la-perdida-de-audicion.pdf>.
5. Wiley L.T, Stoppenbach T.D. Basic Principles of Acoustic Immitance Measures. Katz Handbook of Clinical Audiology. 5º ed. United State of America: Lippincott Williams & Wilkins; 2002. p. 159-74.
6. Peñaranda. S A. Otitis media con efusión. Revista Médica CLC. 2009:435 - 40.
7. American Academy of Pediatrics. Otitis Media with Effusion. Pediatrics.113 N°. 5:1412-30.

8. Finkelstein K.A, Beltrán M.C, Caro L. J. Actualización en Otitis Media con Efusión: Revisión Bibliográfica [Internet]. Sociedad Chilena de Otorrinolaringología, Medicina y Cirugía de Cabeza y Cuello. 2006 [citado el 15 de Abril de 2014]. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-48162006000300012&lng=es.%C3%A7](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162006000300012&lng=es.%C3%A7).
9. Ruiz J, Cáceres C. Manejo de la otitis media con exudado. AEPap ed. Curso de actualización Pediatría 2003. 2003:217-22.
10. Campos M.E, Castro C.J.R, López A.D. Otitis Media Secretoria: la enfermedad silenciosa. Actitud diagnóstica-Terapéutica actual. 2000; 24(1):65-76.
11. Morales J CE. Morales J, Correa E. Audiología. In: Rivas J, Ariza H, editores. Otología. 1ª ed. Bogotá: Imprenta y publicaciones fuerzas militares; 1992. p. 119-85.
12. Bianchi Z, Barbosa R. Tympanometric gradient values in children between ages 4 and 10. Revista Científica de la Universidad de Franca. 2005; 5 (n.1/6):223-32.
13. Salesa B.E. Impedanciometría. En: Elsevier España SL, editor. Tratado de Audiología. Barcelona: MASSON; 2005. p. 199-210.
14. Stanley A.G. Essentials of audiology. New York: Thieme Medical Publishers, Inc; 2009.
15. Brooks D. N. An objective method of determining fluid in the middle ear. International Journal of Audiology. 1968; Vol. 7. N° 3:280-6.
16. Solanellas. S. J. Timpanometría. Impedancia auditiva: El impedanciómetro. AEPap ed Curso de actualización Pediatría 2003. 2003:223-6.
17. Novoa I, Torres D. Gradiente y ancho del timpanograma en niños de 4 a 6 años. Revista Chilena de Pediatría. 2009; 80 (2):137-43.

18. Allende M, Jofré C, Pavez E. Valores de normalidad de la gradiente de Brooks en la población estudiantil universitaria [Tesis para optar al título de tecnólogo médico]. Santiago, Chile: Universidad de Chile; 2001.
19. Silva K.L. Achados Timpanométricos em Neonatos: medidas e interpretações [Para obtenção do título de mestre em Fonoaudiologia]. São Paulo: Pontificia Universidad Católica de São Paulo.
20. Salesa B.E. Audiometría liminar. En: Elsevier España SL, editor. Tratado de audiolología. Barcelona: MASSON; 2005. p. 103-8.
21. Sánchez C. Examen auditivo en el ambiente escolar [Internet]. Geosalud. 2012 [citado el 15 abril 2014]. Disponible en: <http://geosalud.com/oidos-nariz-garganta/examen-auditivo-ambiente-escolar.html>.
22. Brooks D. N. The Use of the Electro-Acoustic Impedance Bridge in the Assessment of Middle Ear Function. *International Journal of Audiology*. 1969; Vol. 8. N° 4:563-9.
23. Koebshell K.A, Margolis R.H. Tympanometric Gradient Measured from Normal Preschool Children. *Audiology*. 1986; 25:149-57.

## 12. PLAN DE TRABAJO



## 13. ANEXOS

### 1. Autorización de la corporación municipal de Viña del Mar



ORD. N° 239

MAT.: AUTORIZA PROYECTO DE INVESTIGACION.

Viña del Mar, marzo 28 de 2014.

DE: DIRECTOR DE EDUCACIÓN

A: DIRECTORES ESCUELA PDTE. PEDRO AGUIRRE CERDA Y ESCUELA UNESCO

Esta Dirección de Educación, autoriza a los siguientes alumnos de la Carrera de Tecnología Médica de la Universidad Andrés Bello, para realizar Proyecto de Investigación, en su establecimiento educacional:

Alumno	RUT
Catherine Aliaga Solazar	15.503.406-7
Alberto Schiffer (i) Rodriguez	15.812.165-2
Ronald Robles Silva	15.395.627-3
Wilmar Caspinza Castro	15.560.457-2

Se despide atentamente de usted.



Leonardo Galvez Castro  
Director de Educación

LGC/CRC/s'a

## 2. Autorización de la escuela Pedro Aguirre Cerda



COLEGIO PRESIDENTE PEDRO AGUIRRE CERDA  
De Viña del Mar  
19 NORTE ENQUINA CALLE 2 SANTA INÉS  
FONO: FAX: 3944 90  
E-mail: ppedaguirre@vnm.cl

Viña del Mar, 20 de Marzo del 2014.

Señora:  
**Inés Maluenda Salfate**  
Directora de Carrera  
Escuela de Tecnología Médica.

De mí comunicado:-

Por el presente documento deje constancia que Don. Félix Labbé Piro Director de Colegio Presidente Pedro Aguirre Cerda, Aceptado que los alumnos del quinto año de Especialidad de Otorrinolaringología de la Carrera de Tecnología Médica de la Universidad Andrés Bello Sede Viña del Mar, hagan su practica en nuestro establecimiento.

Los siguientes alumnos son:-

- |                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| - Catherine Aliaga Salazar     | R.U.N 16.593.406-7 |
| - Alberto Schifferli Rodríguez | R.U.N 16.312.165-2 |
| - Ronald Roble Silva           | R.U.N 13.995.627-3 |
| - Wilson Conzman Garcia        | R.U.N 15.563.437-2 |

Si o otro particular. \*

Saluda Atte. A Ud.

  
Félix Labbé Piro  
Director

### 3. Autorización de la Escuela UNESCO

Escuela "UNESCO"  
Educar para la Paz

Señora

**Inés Maluenda Salfate**  
Directora de Escuela de Tecnología Médica  
Universidad Andrés Bello.

Junto con saludarle, comunico a usted que he autorizado a los siguientes alumnos de Tecnología Médica, mención Otorrino, para realizar su unidad de investigación, durante el presente semestre, en el establecimiento educacional UNESCO, donde me desempeño como Director.

Catherine Allaga Salazar	R.U.N 16593406-7
Alberto Schifferli Rodríguez	R.U.N 16812165-2
Ronald Robles Silva	R.U.N 13995627-3
Wilson Coopman Garcia	R.U.N 15660437-2

Atentamente

  
  
**Ignacio Morales Rodríguez.**  
Director  
Escuela UNESCO.

Viña del Mar, abril del 2014.

#### 4. Información relevante (dptico).

### OME

La otitis media con efusión, es una de las enfermedades más recurrentes en la población infantil.

Se asocia principalmente a la presencia de líquido en el oído medio, constituyéndose este en una barrera, para la conducción del sonido, haciéndose más difícil la comunicación.

Es importante que usted sepa que la OME, es una de las enfermedades más recurrentes en la etapa escolar, siendo importante su diagnóstico y posterior tratamiento lo más oportuno posible.

Para el diagnóstico contamos con una serie de exámenes, que son de gran utilidad, SIENDO ESTOS DE CARÁCTER INOFENSIVOS, NO REPRESANDO NINGUN DAÑO A SU HIJO (A), Y A COSTO CERO.

Los diferentes síntomas que se pueden presentar son:

- Hacer leve en el oído.
- Presencia de líquido en el oído.
- Los sonidos ambientales se hacen más dificultosos, de igual forma las voces.
- Se es distraído el televisor y la radio con volumen alto.
- Debido a la pérdida auditiva, baja el rendimiento escolar.
- Entre otros.

#### Tratamiento

Observacional: Seguimiento para ver cómo evoluciona.

Medicamentosa: Fármacos, que al ser aplicados tienen como principal objetivo beneficios clínicos significativamente importantes.

Quirúrgico (última instancia): Se determina cuando existen ciertos factores de riesgo (tiempo, compromiso bilateral, grado de afectación, etc.).

### Exámenes.

#### Audiometría.

Examen que consiste en la medición de nuestro nivel auditivo, por medio de diferentes sonidos, que se emiten a través de un equipo, y que se escuchan por medio de unos audífonos.

Cada vez que escuches el niño (a), debo indicar si escuchó o no y en base a eso se forma un gráfico, llamado audiometría, que representará cuánto escuchó el niño (a).



#### Impedanciometría.

Consiste en la exploración del oído medio a través de una sonda que se introduce en conducto auditivo. Su principal objetivo es evaluar las condiciones fisiológicas normales de funcionamiento del oído medio, y en base a eso establecer parámetros de normalidad en el paciente.



Las principales utilidades a los exámenes antes mencionados, se traducen en la determinación del nivel auditivo y el correcto funcionamiento del oído medio, que son de vital importancia para sobrellevar un nivel escolar acorde con las exigencias académicas del establecimiento educacional.

De igual forma, señalar que un diagnóstico claro y oportuno en la OME, ayudara a orientar el tratamiento, escogiendo el más adecuado, para cada caso.



Membrana normal.



Oído medio con líquido.



## 5. Cuestionario:

## INFORMACIÓN AUDITIVA DE LOS NIÑOS

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre y apellidos \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_ Sexo: Masculino  Femenino 

¿Tiene algún problema en los oídos actualmente?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Tiene problemas para escuchar?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿A sufrido de otitis?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Le sale líquido por los oídos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Algún antecedente familiar de sordera?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿La madre tuvo infecciones intrauterinas?

Rubéola, Sífilis, Citomegalovirus, Toxoplasmosis, Herpes Zoster

Otros Especificar \_\_\_\_\_

Enfermedades importantes del niño(a):

No  Sí  Especificar \_\_\_\_\_

Medicamentos utilizados por el niño(a) actualmente:

No  Sí  Especifica \_\_\_\_\_

Ha tenido una evaluación del oído el niño:

No  Sí  Especificar \_\_\_\_\_

Es alérgico el niño a nivel del tracto respiratorio

No  Sí  Especificar \_\_\_\_\_

## 6. Consentimiento informado:

---

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Suscriben.

Catherine Aliaga Salazar; Wilson Coopman Garcia; Ronald Robles Silva; Alberto Schiffelli Rodriguez.

Somos alumnos de la carrera de Tecnología Médica, mención ORL, de la Universidad Andrés Bello, de Viña del Mar. Actualmente cursamos el quinto año de nuestra carrera, y estamos realizando nuestra Unidad de Investigación. Tenemos como profesores guía a la Sra. Ximena Osorio O. y al Sr. Juan Elgueta A. ambos Tecnólogos Médico mención ORL, y académicos de la universidad.

El objetivo de nuestra unidad de investigación es describir dos parámetros (gradiente de Brooks y ancho de timpanograma), que se obtienen en la impedanciometría y permiten ver la indemnidad del oído medio, en niños entre los 6-12 años de edad, en el Escuela Pedro Aguirre Cerda. Para esto se realizaran una serie de pruebas (otoscopia, audiometría de barrido e impedanciometría), siendo estas pruebas de carácter indoloro, no invasivas y ampliamente utilizadas en el ámbito de los exámenes de otorrinolaringología. Si alguno de estos exámenes resulta alterado, el alumno será citado al laboratorio de ORL, de la universidad para realizarle un examen más exhaustivo, y se le indicará el conducto regular a seguir.

Este procedimiento no posee ningún costo para usted y se le entregaran todos los resultados de los exámenes realizados. Usted podrá saber si su hijo(a) tiene alguna alteración auditiva y tratarla lo antes posible para evitar problemas futuros.

Los datos obtenidos en los exámenes serán utilizados por alumnos de V año de Tecnología Médica en mención de Otorrinolaringología para su trabajo de investigación y posterior publicación. Los datos de los niños y sus padres o apoderados son confidenciales y no serán publicados.

Si usted está de acuerdo solicitamos firmar la autorización:

Yo,.....C.I.....

Autorizo que mi hijo (a) (pupilo):..... forme parte de este estudio; estoy informado y conforme con las respuestas a mis dudas sobre el propósito del estudio y los detalles de los exámenes.

Nombre: \_\_\_\_\_

RUT: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

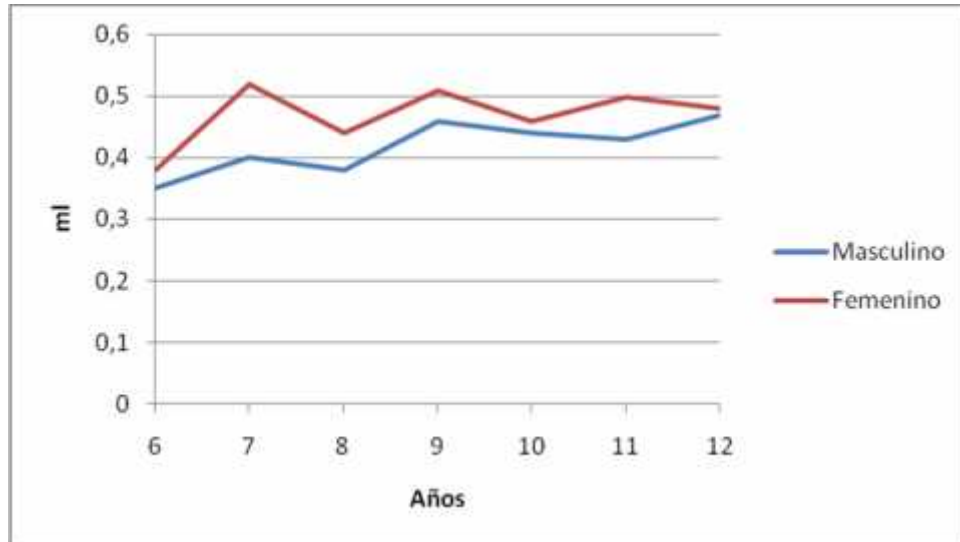
Firma: \_\_\_\_\_

Firma TM responsable

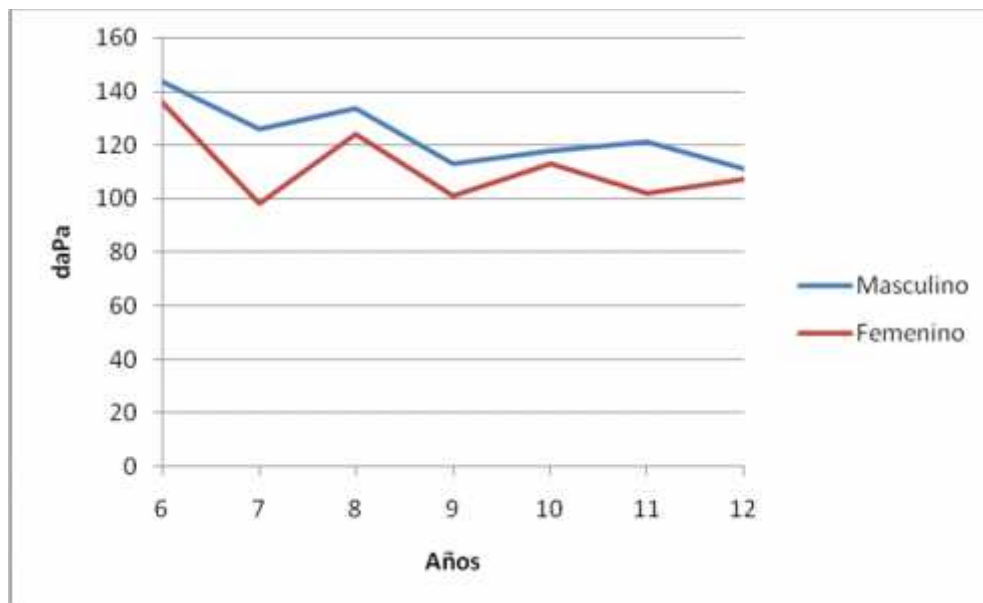
\_\_\_ de \_\_\_ 2014

---

7. Gráfico del análisis de las medias en la GB según sexo y edad.



8. Gráfico del análisis de las medias en el AT según sexo y edad



## 9. Prueba de comparación de Kruskal-Wallis para la GB según edad.

XLSTAT 2014.3.04 - Comparación de k muestras (Kruskal-Wallis, Friedman, ...) - el 23-06-2014 a 22:54:26  
 Muestras: Libro = Libro1 / Hoja = Hoja1 / Rango = Hoja1!\$A\$2:\$G\$58 / 57 filas y 7 columnas  
 Nivel de significación (%): 5  
 p-valor: p-valor asintótico

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones con datos	pen	sin datos	pen	Mínimo	Máximo	Media	esviación típica
Var1	57	39	18		0,250	0,470	0,362	0,067
Var2	57	29	28		0,290	0,660	0,436	0,110
Var3	57	0	57		0,200	0,610	0,404	0,093
Var4	57	12	45		0,230	0,660	0,490	0,100
Var5	57	28	29		0,300	0,610	0,448	0,085
Var6	57	19	38		0,210	0,690	0,461	0,121
Var7	57	44	13		0,340	0,630	0,472	0,103

Prueba de Kruskal-Wallis:

K (Valor obser)	28,941
K (Valor crítico)	12,592
GDL	6
p-valor (bilate)	< 0,0001
alfa	0,05

Se ha utilizado una aproximación para calcular el p-valor.

Interpretación de la prueba:

H0: Las muestras vienen de la misma población.

Ha: Las muestras no vienen de la misma población.

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0,05$ , se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 0,01%.

Se han detectado empatados en los datos y se han aplicado las correcciones apropiadas.

## 10. Prueba de comparación de Mann-Whitney de la GB por sexo.

XLSTAT 2014.3.04 - Comparación de dos muestras (Wilcoxon, Mann-Whitney, ...) - el 23-06-2014 a 15:38:27  
 Muestra 1: Libro = Libro1 / Hoja = Hoja1 / Rango = Hoja1!\$A\$2:\$A\$126 / 125 filas y 1 columna  
 Muestra 2: Libro = Libro1 / Hoja = Hoja1 / Rango = Hoja1!\$D\$2:\$D\$104 / 103 filas y 1 columna  
 Diferencia supuesta [D]: 0  
 Nivel de significación (%): 5  
 p-valor: p-valor asintótico  
 Corrección de continuidad: Si

## Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones con datos	Observaciones sin datos	per	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Var1	125	0	125	0,200	0,660	0,412	0,100
Var1(2)	103	0	103	0,230	0,690	0,475	0,102

## Prueba de Mann-Whitney / Prueba bilateral:

U	4246,000
Esperanza	5437,500
Varianza (U)	245412,958
p-valor (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,05

Se ha utilizado una aproximación para calcular el p-valor.

## Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia de posición entre las muestras es igual a 0.

Ha: La diferencia de posición entre las muestras es diferente de 0.

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0,05$ , se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 0,05%.

Se han detectado empates en los datos y se han aplicado las correcciones apropiadas.

## 11. Prueba de comparación de Kruskal-Wallis para el AT según edad.

XLSTAT 2014.3.04 - Comparación de k muestras (Kruskal-Wallis, Friedman, ...) - el 23-06-2014 a 23:08:09  
 Muestras: Libro = Libro1 / Hoja = Hoja2 / Rango = Hoja2!\$A\$1:\$G\$57 / 57 filas y 7 columnas  
 Nivel de significación (%): 5  
 p-valor: p-valor asintótico

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones con datos	Observaciones sin datos	Período	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Var1	57	39	18	108,000	186,000	140,222	21,889
Var2	57	29	28	69,000	155,000	117,750	25,616
Var3	57	0	57	78,000	240,000	130,421	34,637
Var4	57	12	45	71,000	174,000	104,622	24,938
Var5	57	28	29	80,000	160,000	115,103	21,326
Var6	57	19	38	47,000	191,000	113,263	31,588
Var7	57	44	13	76,000	139,000	109,154	23,162

Prueba de Kruskal-Wallis:

K (Valor obse)	31,715
K (Valor critic)	12,592
GDL	6
p-valor (bilate)	< 0,0001
alfa	0,05

Se ha utilizado una aproximación para calcular el p-valor.

Interpretación de la prueba:

H0: Las muestras vienen de la misma población.

Ha: Las muestras no vienen de la misma población.

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0,05$ , se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 0,05%.

Se han detectado empates en los datos y se han aplicado las correcciones apropiadas.

## 12. Prueba de comparación de Mann-Whitney del AT por sexo.

XI STAT 2014.3.04 - Comparación de dos muestras (Wilcoxon, Mann-Whitney, ...) el 23/06/2014 a 15:40:40  
 Muestra 1: Libro = Libro1 / Hoja = Hoja1 / Rango = Hoja1!\$B\$2:\$B\$126 / 125 filas y 1 columna  
 Muestra 2: Libro = Libro1 / Hoja = Hoja1 / Rango = Hoja1!\$F\$2:\$F\$104 / 103 filas y 1 columna  
 Diferencia supuesta (D): 0  
 Nivel de significación (%): 5  
 p-valor p-valor asintótico  
 Corrección de continuidad: SI

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones con datos	Observaciones sin datos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Var1	125	0	125	67,000	231,000	125,488
Var1(2)	103	0	103	47,000	240,000	110,078

Prueba de Mann-Whitney / Prueba bilateral:

U	8659,500
Esperanza	6437,500
Varianza (U)	215676,179
p-valor (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,05

Se ha utilizado una aproximación para calcular el p-valor.

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia de posición entre las muestras es igual a 0.

H1: La diferencia de posición entre las muestras es diferente de 0.

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación  $\alpha=0,05$ , se debe rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , y aceptar la hipótesis alternativa  $H_1$ .

El riesgo de rechazar la hipótesis nula  $H_0$  cuando es verdadera es menor que 0,01%.

Se han detectado empates en los datos y se han aplicado las correcciones apropiadas.