

# Reflectometría acústica: un método objetivo para el estudio de efusión en el oído medio

Dr. Rodrigo Salas N.  
Unidad de Neonatología,  
Clínica Las Condes y Hospital Barros Luco Trudeau.  
Dra. Cecilia Silva F.  
Servicio de Neonatología,  
Hospital Barros Luco Trudeau.

## Resumen

La efusión en el oído medio es una de las patologías más frecuentes en pediatría, y requiere para su diagnóstico la confirmación de líquido en el oído. La timpanometría es el método objetivo más usado para confirmar efusión en el oído medio cuando la otoscopia es dudosa o alterada. La reflectometría acústica es un nuevo método que ofrece las ventajas de ser portátil, indoloro y de fácil manejo. Se estudiaron 104 niños entre seis meses y 18 años, a los que se les realizó timpanometría y reflectometría acústica con un total de 204 oídos evaluados, considerando como riesgo de efusión en el oído medio valores de ángulo de gradiente espectral entre 0 y 64°. Al comparar la reflectometría con la timpanometría (prueba estándar) se observó una especificidad de 99%, una sensibilidad de 57%, un valor predictivo positivo de 97% y un valor predictivo negativo de 75%. Estos resultados nos permiten recomendar a la reflectometría acústica como método objetivo para descartar con alta seguridad la presencia de líquido en el oído medio. Por sus ventajas sugerimos su implementación y utilización masiva en la población pediátrica, lo que ayudaría

a un manejo más expedito y adecuado de la otitis media secretora.

## INTRODUCCIÓN

La **efusión en el oído medio** (EOM) u otitis media secretora constituye una de las patologías más frecuentes en la población pediátrica, la que puede llevar a complicaciones infecciosas, déficit auditivo y trastornos del lenguaje (1). En Chile, en un estudio realizado en el año 1999 con 2.036 niños entre cuatro y 16 años se observó una prevalencia de 14,8% (2). En Estados Unidos el manejo de las infecciones óticas puede costar entre tres y cuatro billones de dólares anualmente. El impacto que puede producir la pérdida aún leve de la audición en el lenguaje y desarrollo cognitivo debido a efusión, especialmente en el menor de dos años, hace imperativo diagnosticar y monitorizar la presencia de líquido en el oído medio. El diagnóstico clínico de otitis media aguda requiere además la confirmación de signos sugerentes de enfermedad aguda. Las dificultades en la pesquisa de esta patología hacen que sea muchas veces subdiagnosticada, o por el

contrario, inducen el uso indiscriminado de antibióticos ante la sospecha diagnóstica; en virtud de esto la Academia Americana de Pediatría ha puesto énfasis en el uso juicioso de antimicrobianos en las otitis medias y en su certero diagnóstico (3, 4, 5).

El método estándar para la confirmación de EOM es la otoscopia neumática, que es subjetiva por ser un examen visual que depende de la pericia y experiencia del operador y puede estar limitada por la edad del paciente, factores locales tales como presencia de cerumen en el conducto auditivo, cooperación del niño y características del otoscopio. Se ha determinado que un alto porcentaje de pediatras no realiza **otoscopia neumática** aún en casos de historia de EOM u otitis media aguda (5, 6).

A diferencia de la otoscopia, la timpanometría es un examen objetivo que no requiere la cooperación del paciente, por lo cual se usa frecuentemente en preescolares. Este instrumento consta de una oliva que sella el conducto auditivo externo (CAE) y una sonda que en su extremo posee tres conductos: uno que emite un tono de prueba, otro que permite variar la presión entre la oliva y el tímpano, y un tercero que es un micrófono que registra el sonido reflejado, estableciéndose diversos valores que se inscriben en forma gráfica (timpanograma). La curva normal de un oído va a tener forma de colina

(curva A) mientras que en presencia de líquido la curva tenderá a aplanarse (curva B). Existe además la curva C que indica alteración de presión en el oído medio lo cual traduce disfunción de la Trompa de Eustaquio y no descarta ni confirma la presencia de líquido (Figura 1).

A pesar de ser un método objetivo para detectar la presencia de EOM, en la práctica diaria tiene el problema de ser un instrumento que no es portátil y que requiere de un operador experimentado. En muchos casos además los niños presentan dolor lo que les impide tolerar la presurización requerida para la timpanometría (7, 8, 9).

La **reflectometría acústica** es un nuevo método que tiene la ventaja de utilizar un instrumento portátil, pequeño y liviano, que no requiere presurización del canal auditivo o sello para obtener una lectura válida, por lo que es indoloro y bien tolerado en lactantes y pre-escolares, que son el grupo de mayor incidencia de EOM. El reflectómetro acústico funciona como un sonar en miniatura para informar acerca del estado físico del oído medio, determinando la probabilidad de efusión en el oído medio midiendo la respuesta de la membrana timpánica a un espectro de frecuencias de onda en el rango audible. Emite sonidos con un parlante al interior del canal auditivo y capta la energía acústica reflejada desde el oído medio con un micrófono, su

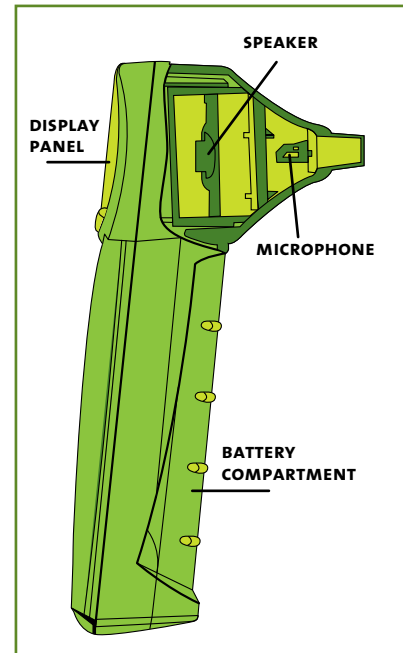


FIGURA 2: Corte seccional del EarCheck Pro®

microprocesador analiza la reflectividad de la membrana timpánica medida en unidades de intensidad acústica (Figura 2). La reflectancia se mide en función de las 44 frecuencias transmitidas entre los 1,8 a 4,4 kHz, obteniéndose un espectro de reflectancia, es decir una reflectancia para cada frecuencia sonora, y que a través de algoritmos se grafica en una curva que forma un ángulo, denominado ángulo de gradiente espectral (AGE) (Figura 3). El resultado del AGE medido en ambos oídos es grabado en la memoria del aparato y enviado a la pantalla para su lectura inmediata o puede imprimirse

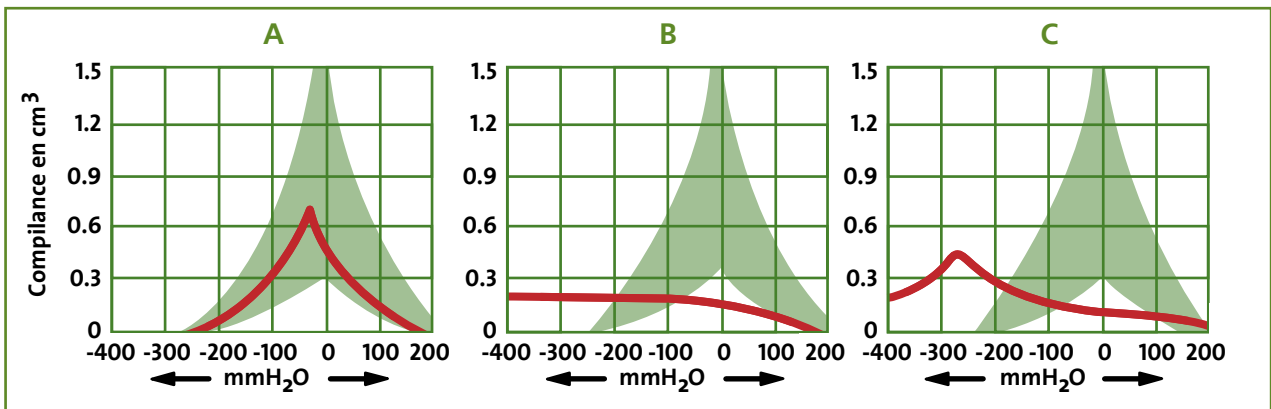


FIGURA 1: Timpanometría: tipos de curvas.

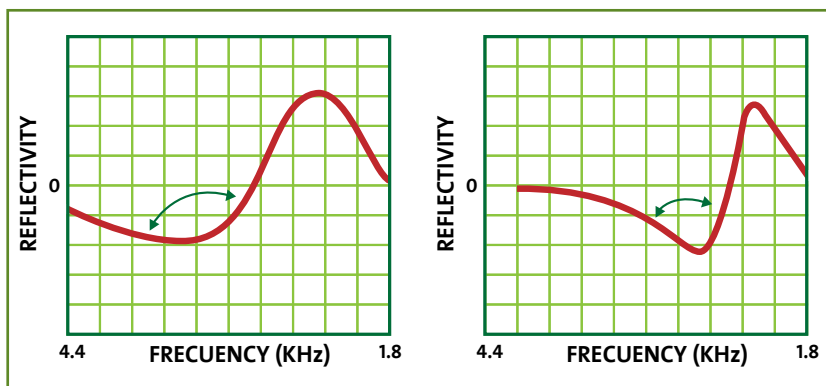


FIGURA 3: Reflectometría Acústica: curvas y ángulo de gradiente espectral.

la curva con su AGE en una impresora anexa (3, 5, 10).

En un oído sano la mayor parte del sonido emitido es transmitido por el tímpano al oído medio, reflejando sólo una pequeña porción de éste al CAE por lo que el aparato detecta una gran diferencia entre el sonido emitido y su eco en ciertas frecuencias, lo cual se inscribe en la curva como un ángulo obtuso. En un oído con líquido la vibración del tímpano está restringida y sólo una pequeña parte del sonido es transmitido al oído medio, por lo tanto la mayor parte es reflejado al instrumento que detectará una diferencia pequeña entre el sonido emitido y el recibido, graficándose un ángulo agudo. El instrumento además está diseñado para advertir de lecturas erróneas que ocurren en presencia de abundante cerumen o agua u otro tipo de oclusión del CAE, así como en perforación del tímpano, coleras, excesivo ruido ambiental y llanto

(Figura 4). Puede calcular el AGE aún si el contenido de cerumen supera el 50% de diámetro del CAE. Está indicado en niños a partir de los seis meses de edad. En nuestro país existe escasa experiencia en el uso del reflectómetro acústico, por lo que se desconocen las ventajas de su uso en la práctica clínica.

En un metaanálisis donde se analizaron ocho trabajos (algunos con problemas metodológicos), la otoscopia neumática y timpanometría tuvieron la mejor sensibilidad para la detección de EOM (11), pues en éste y otros artículos la reflectometría acústica ha sido favorablemente comparada con estos dos métodos cuando se usa la miringotomía como referencia estándar (5, 6, 12, 13). Actualmente es aceptado como examen adjunto con la otoscopia simple y la Academia Americana de Pediatría la recomienda como método útil en el diagnóstico de EOM.

La sensibilidad de la reflectometría para detectar la EOM confirmada por otoscopia neumática es de 84-94% y la especificidad de 79-99% (5, 14). Sin duda la reflectometría acústica provee al pediatra de una objetiva información acerca de la presencia de EOM y de su evolución, así como una buena herramienta de monitoreo domiciliario. Su utilidad ha sido validada en el hogar para ser usado por los padres en casos de enfermedades febriles y/o respiratorias leves a moderadas como una forma de monitorizar el riesgo de otitis, ya que según el resultado se avisa al pediatra para que éste sugiera la acción más apropiada a seguir dependiendo de si considera urgente o no una evaluación médica. Se comprobó que disminuye en los padres la sensación de que sus hijos requieren antibióticos y la prescripción telefónica de éstos (5, 13, 15).

En nuestro país se realizó un estudio cuyo objetivo fue evaluar la reflectometría acústica con respecto a la timpanometría para la detección de efusión en el oído medio determinando su sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo.

## PACIENTES Y MÉTODO

Se incluyeron en el estudio a todos los pacientes enviados al Consultorio de Otoneurología del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Barros Luco-Trudeau entre julio del 2000 y mayo del 2001, derivados desde consultas

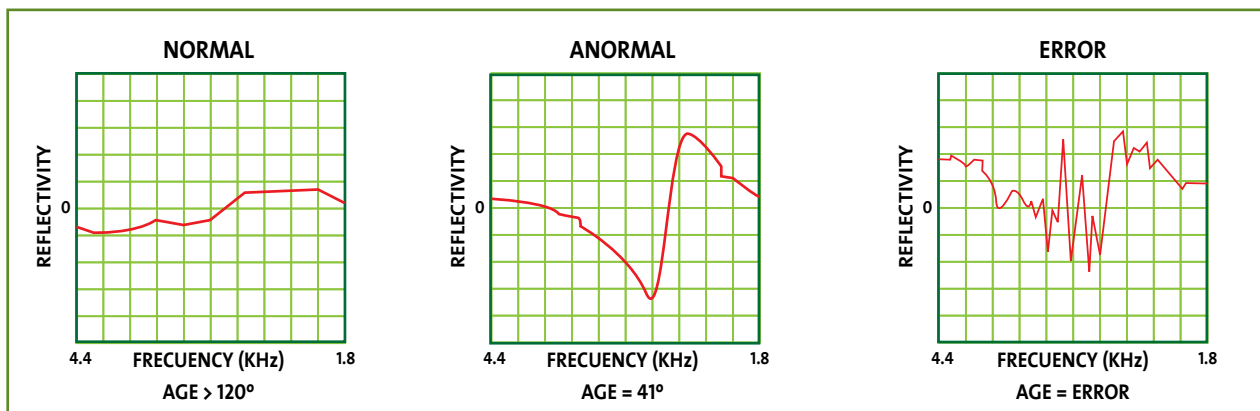


FIGURA 4: Reflectometría Acústica: ángulos de gradiente espectral.

pediátricas y de otorrinolaringología. Se consideró como criterios de inclusión a niños de cualquier sexo entre seis meses y 18 años, con y sin patología ótica y con consentimiento informado de sus padres. Los criterios de exclusión fueron: pacientes sometidos a miringotomía e instalación de colleras, perforación de la membrana timpánica, malformaciones cráneo-faciales o anomalías del oído medio (ej: colesteatoma), patología psiquiátrica que impida el examen o enfermedades sistémicas severas. Se efectuó previamente otoscopia a todos los pacientes para visualizar presencia de cerumen en el CAE y detectar criterios de exclusión. Se realizó timpanometría y reflectometría acústica a cada niño en ambos oídos. Para la timpanometría se utilizó un equipo marca Grasson Staedler modelo GSI-33 Middle Ear Analyzer; considerando como oído sano la curva A y la curva B como oído medio con efusión. El reflectómetro utilizado fue el EarChek Pro® que es el modelo profesional que estratifica los resultados en cinco niveles de riesgo de efusión en el oído medio según el valor del ángulo de gradiente espectral obtenido como se observa en la Tabla 1 (6). Los valores de la reflectometría de los oídos evaluados se dividieron en dos grupos: AGE de 0 a 64° correspondiente a alta y moderadamente-alta probabilidad de efusión, y AGE de 65 a >120° moderadamente-baja a baja probabilidad de efusión. Se realizaron dos mediciones seriadas por oído consignando el menor valor de AGE obtenido. Los resultados fueron consignados en una ficha confeccionada para el estudio que incluye datos personales del paciente, diagnósticos de referencia y resultados de reflectometría acústica y timpanometría para cada oído.

Cada uno de los exámenes fue realizado por operadores independientes a doble ciego.

Para el análisis estadístico se excluyeron aquellos oídos en los que la reflectome-

tría marcó error y en los casos en que la timpanometría arrojó una curva tipo C, ya que ésta refleja alteraciones de presión en el oído por disfunción tubárica lo que imposibilita la detección de EOM.

El análisis de los resultados se hizo utilizando una tabla de contingencia para determinar la sensibilidad, especificidad y valores predictivos del examen. A partir de una tabla de sensibilidad y especificidad de la reflectometría en relación a la timpanometría para distintos valores de AGE, se confeccionó una curva receptor-operador (ROC) para establecer el punto de corte en el que los valores de AGE muestran una mayor acuciosidad para descartar EOM (especificidad).

## RESULTADOS

Se enrolaron en el estudio 104 niños durante ese período con un total de 204 oídos evaluados, de los cuales el 54% eran de sexo masculino (111) y 46% femenino (93). Las edades fluctuaron entre los seis meses y 18 años, con un 22% de niños entre seis y 23 meses, un 41% entre 24 meses y cinco años y un 37% entre los

seis y 18 años. Finalmente se incluyeron 147 oídos en el análisis estadístico pues hubo 32 oídos con curva C y 27 reflectometrías que marcaron error (en dos casos se sobrepusieron ambos resultados).

De las 27 reflectometrías que marcaron error, siete se asociaron a presencia de cerumen que ocluía más del 50% del área del CAE. El llanto fue el factor de error más frecuentemente asociado a lecturas erróneas (20 oídos), y en siete el CAE se describió como estrecho. Los errores se concentraron principalmente en el grupo etario de seis a 23 meses (18 oídos).

Al evaluar la reflectometría acústica como método para la detección de efusión en el oído medio en relación a la timpanometría (prueba estándar) se observó una sensibilidad de 57%, una especificidad de 99%, un valor predictivo positivo (VPP) de 97% y un valor predictivo negativo (VPN) de 75% (Tabla 2). Obtenidos los resultados de sensibilidad y especificidad para diferentes valores de AGE (Tabla 3), se hizo la curva ROC que también demuestra que la mejor especificidad (99%) se observa en el punto en que la sensibilidad es de 57% (Figura 5).

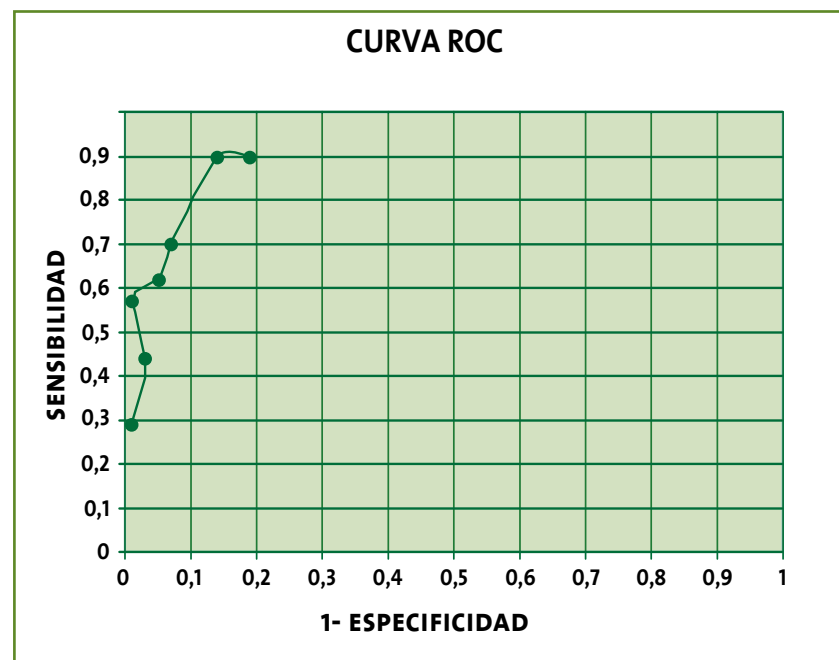


FIGURA 5: Curva ROC de la sensibilidad y especificidad de la reflectometría con respecto a la timpanometría.

## DISCUSIÓN

Para el diagnóstico de EOM la otoscopia neumática es considerada un muy buen método, sin embargo como la experiencia del observador es variable y en la práctica diaria son pocos los médicos que la realizan, cuando este examen es dudoso o francamente alterado se utiliza la timpanometría por ser el método objetivo más conocido y accesible. La reflectometría acústica es un nuevo examen objetivo que ofrece las ventajas de ser portátil, indoloro y de fácil manejo, por lo que este estudio pretendió evaluarla con respecto a la timpanometría.

**TABLA 1/** Riesgo de Otitis Media según ángulo de gradiente espectral

AGE	RIESGO DE EOM
<49°	Alto
49-59°	Moderadamente alto
60-69°	Moderado
70-95°	Moderadamente bajo
>95°	Bajo

**TABLA 2/** Contingencia de la reflectometría con respecto a la timpanometría

AGE	CURVA B	CURVA A
AGE 0-64°	36	1
AGE ≥ 65°	27	83

**TABLA 3/** Sensibilidad y especificidad de la reflectometría acústica en relación a la timpanometría según distintos rangos de AGE

AGE	SENSIBILIDAD	ESPECIFICIDAD
0 - 49°	29%	99%
0 - 59°	44%	97%
0 - 64°	57%	99%
0 - 69°	62%	95%
0 - 75°	70%	93%
0 - 90°	90%	86%
0 - 95°	90%	81%

Al realizar la reflectometría observamos que la mayor cantidad de errores se concentraron en el grupo etario entre seis y 23 meses (18/27), lo que se asoció fuertemente a la presencia de llanto durante el examen y menos a la estrechez del CAE lo cual coincide con las especificaciones técnicas del instrumento. Sólo en 11 oídos el cerumen ocluía el CAE en más del 50% de su área por lo que el escaso tamaño de muestra no permite sacar conclusiones; cabe destacar que en siete de ellos el reflectómetro mostró el signo error. Se realizaron dos mediciones consecutivas por oído con el fin de disminuir el error operador dependiente, consignando el menor valor de AGE en cada caso; la diferencia entre las mediciones varió sólo en rangos de 2 a 4°.

Por su baja sensibilidad la reflectometría no sería un buen método para documentar la presencia de efusión en el oído medio. A pesar de esto, la alta especificidad de este examen en relación a la timpanometría (99%) sugiere que es un excelente método para ser utilizado en forma masiva pues permite descartar con una alta probabilidad la presencia de líquido en el oído, evitando así tratamientos o derivaciones a especialistas innecesarias. Sin embargo, ante una reflectometría alterada debería además efectuarse una timpanometría para confirmar la presencia de EOM. Debemos comentar que la valoración de la reflectometría como alterada, con un AGE menor o igual que 64°, se hizo en forma arbitraria, dividiendo en partes iguales el intervalo de probabilidad moderada de efusión. Al disminuir la exigencia del método como predictor de EOM aumentando el AGE hasta 75 y 90°, se observó un aumento de la sensibilidad (70% y 90% respectivamente) a expensas de una disminución de la especificidad (92% y 86%), lo que coincide con otras publicaciones que utilizaron este mismo rango (14, 16, 17). La curva ROC muestra que la mayor especificidad de la reflectometría acústica se obtiene al usar como punto de corte el rango de

AGE entre 0 y 64° como predictor de EOM (el cual fue utilizado en el presente estudio), por lo que proponemos estos valores para considerar el examen alterado en la detección masiva de otitis media secretora ya que permite descartar con mayor seguridad la presencia de líquido puesto que si el valor del AGE de un oído es  $\geq 65^\circ$  la probabilidad de no tener EOM será de un 99%. Por otro lado, es difícil comparar nuestros resultados por las escasas publicaciones que existen sobre reflectometría acústica a nivel internacional en donde las pruebas de certeza más frecuentemente utilizadas son la punción timpánica y la otoscopia neumática por profesional experto, con las cuales la timpanometría ha mostrado una buena correlación (3, 5, 6, 8, 13, 18, 19).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos permiten recomendar la reflectometría acústica como un método objetivo en el estudio de EOM cuya utilidad radica en descartar con alta seguridad la presencia de líquido en el oído medio (especificidad de 99% en relación con la timpanometría), sin embargo su baja sensibilidad (57%) hace necesario complementar la evaluación con timpanometría (prueba gold standard) cuando la reflectometría se considera alterada (AGE menor o igual a 64°). La máxima utilidad de un certero diagnóstico de efusión en el oído medio radica en seleccionar eficazmente a los beneficiarios de terapia antibiótica y/o quirúrgica, así como también evitar un sobretreatmento de los pacientes.

Considerando la utilidad, bajo costo y fácil manipulación de los reflectómetros, nos parece factible su uso en la atención pediátrica ambulatoria pública y privada para facilitar el manejo en la EOM, especialmente si la experiencia en otoscopia neumática o la posibilidad de derivación a especialistas es limitada. Las últimas generaciones de reflectómetros acústicos han demostrado mayor eficacia en la

detección de EOM tanto en niños como adultos (15, 20).

## BIBLIOGRAFÍA

- 1> Schmidt T., Contreras J. "Otitis media secretoria, 10 años de seguimiento". Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello, 1988; 48:77-82.
- 2> Niklitschek E., Segovia R. "Prevalencia de otitis media crónica en población escolar, sector occidente de Santiago, 1999". Rev Otorrinolaring, 1999; 59:65-71.
- 3> Kimbal S. "Acoustic reflectometry spectral gradient analysis for improved detection of middle ear effusion in children". *Pediatr Infect Dis J*, 1998; 17:552-5.
- 4> Klein J. "Management of otitis media: 2000 and beyond". *Pediatr Infect Dis J*, 2000 Apr; 19(4): 383-7.
- 5> Block S., Mandel E., McLinn S. et al. "Spectral gradient acoustic reflectometry for the detection of middle ear effusion by pediatricians and parents". *Pediatr Infect Dis J*, 1998; 17:560-4.
- 6> Barnett E., Klein J., Howkins K. et al. "Comparison of spectral gradient acoustic reflectometry and other diagnostic techniques for detection of middle ear effusion in children with middle ear disease". *Pediatr Infect Dis J*, 1998; 17: 556-9.
- 7> Sih T. "Otorrinolaringología pediátrica". Deficiencia auditiva. Métodos de evaluación. 1ª Edición. 1999.
- 8> Brookhouser P., Faap F. "Use of tympanometry in office practice for diagnosis of otitis media". *Pediatr Infect Dis J*, 1998; 17:544-51.
- 9> Katz J. "Handbook of clinical audiology". Timpanometría en audiología clínica. 4ª edición. 1994.
- 10> Combs J., Combs M. "Acoustic reflectometry: spectral analysis and the conductive hearing loss of otitis media". *Pediatr Infect Dis J* 1996; 15: 683-6.
- 11> Takata G., Chan L., Morpew T., Mongione-Smith R., Morton S. "Evidence assessment of the accuracy of methods of diagnosis middle ear effusion in children with otitis media with effusion". *Pediatrics* 2003; 112: 1379-87.
- 12> Nozza R., Bluestone C., Kardetzke D., Backman R. "Towards the validation of aural acoustic immittance measures for diagnosis of middle ear effusion in children". *Ear Hearing* 1992; 13: 442-53.
- 13> Block S., Pichicheiro M., Mc Linn S., Aranovitz G. "Spectral gradient acoustic reflectometry: detection of middle ear effusion in suppurative acute otitis media". *Pediatr Infect Dis J* 1999; 18:741-44.
- 14> Canet S., Vila T., Algarra M., Paredes J. "Diagnóstico de otitis media con efusión por reflectometría acústica". *An Esp Pediatr* 1996; 45: 483-6.
- 15> Barnett C., Cabral H., Klein J. "Home monitoring of the middle ear system with spectral gradient acoustic reflectometry: distinguishing acute otitis media from upper respiratory infection". *Pediatr Infect Dis J*, 2000 ; 19: 360-2.
- 16> Kemaloglu Y., Sener T., Beder L., et cols. "Predictive value of acoustic reflectometry (angle and reflectivity) and tympanometry". *Int J Pediatr Othorinolaringol*, 1999; 48: 137-42.
- 17> Combs J. "Predictive value of the angle of acoustic reflectometry". *Pediatr Infect Dis J*, 1991; 10: 214-6.
- 18> Schmartz D., Schwartz R. "Validity of acoustic reflectometry in detecting middle ear effusion". *Pediatrics*, 1987; 79: 739-42.
- 19> Babonis J., Weir M., Kelly P. "Impedance tympanometry and acoustic reflectometry at myringotomy". *Pediatrics* 1991; 87: 475-80.
- 20> Babb M., Hilsinger R., Kord H., Wilcox R. "Modern acoustic reflectometry: accuracy in diagnosis otitis media with effusion". *Ear Nose Throat J* 2004; 83: 622-4.