

Entendiendo la timpanometría

Ramón Rivera Brenes

Médico – Pediatra.

Dirección para correspondencia: Hospital Nacional de Niños "Dr. Carlos Saénz Herrera", Apartado 1654-100, San José, Costa Rica.

Acta Pediátrica Costarricense 2003, volumen 17, número 1.

El propósito de esta revisión es hacer del conocimiento del pediatra general las ventajas diagnósticas de la timpanometría en vez de los métodos tradicionales de valoración de la función del oído medio. Espero que sea de utilidad para el médico general, pediatra, o personal auxiliar del especialista que necesite una mejor explicación del método de interpretación de los resultados obtenidos. Incluyo una bibliografía para aquellos que desean ampliar sus conocimientos al respecto.

La timpanometría es un método objetivo para analizar la función del oído medio. Cuando se utiliza adecuadamente, mide la elasticidad o libertad de movimiento de la cadena osicular y estima la presión en el oído medio. Con el fin de entender bien el objetivo de la timpanometría, es importante revisar cuidadosamente la anatomía del oído medio (figura 1).

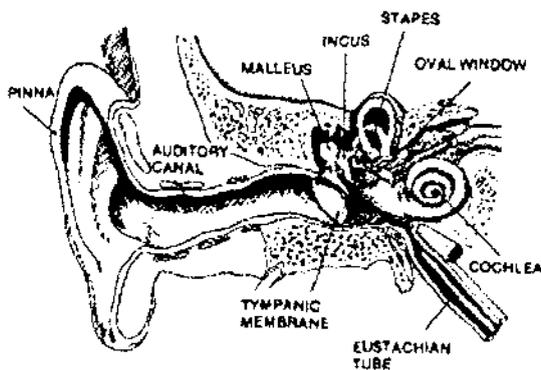


FIGURA 1: Anatomía del oído medio.

El mecanismo de audición sigue a la conducción del sonido dentro del canal auditivo. La energía sonora estimula la membrana timpánica, iniciando la movilización de la cadena osicular. El tímpano es puesto en vibración por los movimientos de las partículas de aire que se encuentran adyacentes. El martillo, que es el primer hueso, se encuentra adherido al tímpano y una vez que inicia el

movimiento se continúa al siguiente hueso, el yunque, que a su vez estimula el trapecio que se encuentra en comunicación con el oído interno a través de la ventana oval. La movilidad de esta cadena de huesos es directamente proporcional a la cantidad de sonido que el individuo percibe. Si este sistema es alterado por alguna razón, la cantidad de energía transmitida a la ventana oval también se altera. En el oído interno, el sonido es conducido hacia la cóclea, que finalmente actúa como el órgano final de la audición, traduciendo la energía sonora en energía eléctrica que es transmitida al cerebro donde es finalmente reconocida. El músculo estapedio se encuentra adherido al trapecio y cuando se contrae, tira del mismo en dirección posterior, lo que evita el movimiento hacia la ventana oval. Esto es importante al estudiar el reflejo acústico, el cual es una respuesta automática e involuntaria al sonido (vide infra).

La trompa de eustaquio, la cual es una extensión de la nasofaringe hacia el oído medio, juega un papel importante en la función del oído medio. Provee una ruta para el equilibrio de las presiones entre el oído medio y la presión atmosférica. Varias patologías del oído medio pueden hacer que este equilibrio no se de en forma apropiada. El estudio de la timpanometría es básicamente la detección de estas patologías. La otitis media serosa, por ejemplo, causa una presión negativa en el oído medio, la cual no puede ser ajustada por medio de la trompa de eustaquio, debido a la inflamación tisular. En esta condición, la membrana timpánica responde a la presión negativa, haciéndose cóncava hacia el oído medio. Sin el beneficio de la trompa de eustaquio para equilibrar las presiones, el tímpano es sometido a considerable stress.

La timpanometría es una herramienta diagnóstica sencilla pero de mucha utilidad, y provee un medio objetivo y confiable para la valoración de la función de la cadena osicular, la trompa de eustaquio, la membrana timpánica y la interrelación entre ellas.

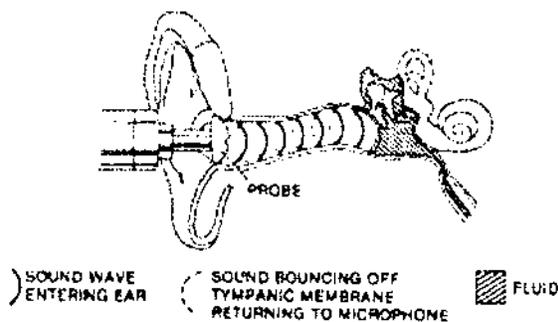


FIGURA 2: Esquema del oído medio mostrando un aumento inducido de la presión en el canal auditivo.

PROCEDIMIENTO

El timpanómetro tiene una punta similar a la de un otoscopio de diferentes diámetros para diferentes aperturas del conducto auditivo externo. Una vez que se obtiene un sello adecuado una cantidad conocida de energía sonora es introducida dentro del oído. Ya que dicha cantidad es conocida, se puede medir la cantidad de energía no conducida al oído medio, así que la cantidad de energía transmitida al oído medio es igual a la cantidad introducida menos la cantidad de energía que retorna al micrófono del aparato. Esta energía está directamente relacionada con la elasticidad del sistema. Esta elasticidad o "elasticidad", medida en cm^3 indica la cantidad de movimiento en el oído medio. Una medida de elasticidad baja es indicativo de un endurecimiento de la cadena osicular (de cualquier causa) o de una obstrucción de la Trompa de Eustaquio. Por el contrario, una medida de elasticidad alta, indica un sistema flácido y altamente móvil.

Seguidamente, el timpanómetro introduce + 200 decaPascales (daPa) ($1.02 \text{ mm H}_2\text{O} = 1 \text{ daPa}$) de presión positiva en el conducto auditivo. Este aumento de presión desplaza la membrana timpánica hacia el oído medio y obtiene una medida aproximada del volumen del conducto auditivo. Esta medición es la base para la construcción de la curva de elasticidad. La presión es ahora variada y el aparato la hace negativa, monitorizando constantemente la curva de elasticidad hasta que se alcance una presión pico y -100 daPa se alcancen en el aparato o hasta que una presión de -400 daPa se presente en el conducto auditivo (lo que ocurra primero). Una vez que la presión se ha equilibrado en ambos lados de la membrana timpánica el aparato registra el punto pico de la elasticidad así como la presión a la cual ocurrió dicho pico. Un timpanograma es la representación gráfica del cambio de elasticidad del oído medio (eje Y) según se varíe de la presión (eje X). El valor diagnóstico se obtiene tanto de la graficación como de los valores cuantitativos obtenidos.

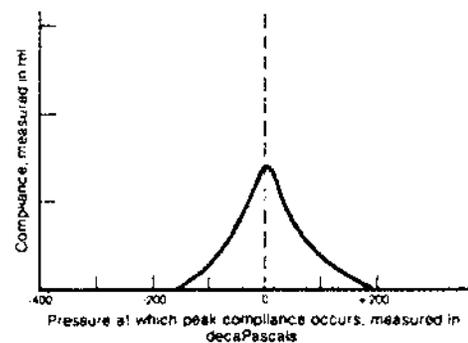


FIGURA 3: Timpanograma normal.

Prueba del Reflejo Acústico:

Algunos instrumentos de medición tienen la capacidad de medir la respuesta del reflejo acústico, la cual se obtiene al incorporar un estímulo auditivo muy alto. Este estímulo viaja a través del conducto auditivo y oído medio hasta la coclea. De ahí el estímulo viaja a través del VIII par hasta el tallo cerebral donde se determina si el estímulo es lo suficientemente alto como para producir un reflejo. Si así ocurre, el VII par que inerva el músculo estapedio, hace que se éste se contraiga. La contracción del estapedio produce un endurecimiento de la cadena osicular, lo cual reduce momentáneamente la elasticidad del oído medio, lo cual es medido por el timpanómetro. Se inicia con 85 dB HL, si el reflejo no ocurre se aumenta en incrementos de 10 dB HL hasta obtener un cambio en la elasticidad de 0.05 cm^3 . (figura 4)

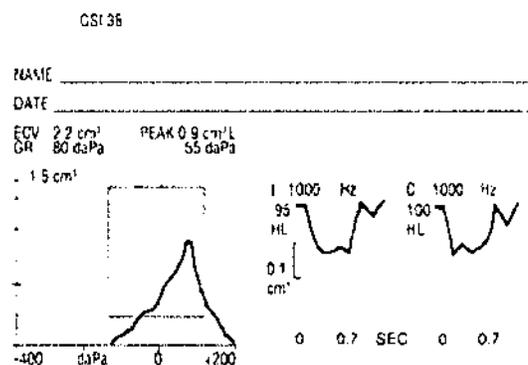


FIGURA 4: Representación gráfica del reflejo del músculo estapedio.

Resultados:

Usualmente los resultados se observan en una pantalla y son claramente impresos. Deben idealmente contener los siguientes parámetros además de los datos demográficos (figura 5):

1. **Volumen del canal auditivo (ECV):** medido en cm^3 , indica el volumen desde la punta del aparato hasta la membrana timpánica a una presión de +200 daPa.
2. **Elasticidad pico (CP):** expresada en cm^3 , indica la amplitud del pico y puede variar desde no pico (NP) hasta 6.0 cm^3 .
3. **Presión pico (PP):** se mide en daPa, indica la presión a la cual se produce equilibrio a ambos lados de la membrana timpánica. También indica la presión a la cual se obtiene el pico de complianse o de mayor movilidad. En la graficación, corresponde a los valores del eje horizontal.
4. **Escala de referencia:** medida en cm^3 , es dependiente de la amplitud del pico de medición. Usualmente es 1.5 o 3.0 cm^3 .
5. **Cuadro de normalidad:** indica el rango de valores de presión pico y elasticidad asociados con una función normal del oído medio (Según ASHA 1990, 32; S2, 17-24). Estos valores son: -150 daPa a $+100$ daPa, y 0.2 a 1.4 cm^3 .
6. **Gradiente (GR):** expresado en daPa, es la presión asociada con un 50% de la elasticidad pico. Los niños usualmente tienen un valor más alto debido a la movilidad del canal auditivo.
7. **Reflejo acústico:** puede estar expresado como Si o No, como dB HL y/o curva. Puede haber un indicativo de que no se produjo reflejo al nivel probado o que el examen fue abortado antes de completarse.

aunque otros parámetros se encuentren dentro de los rangos normales.

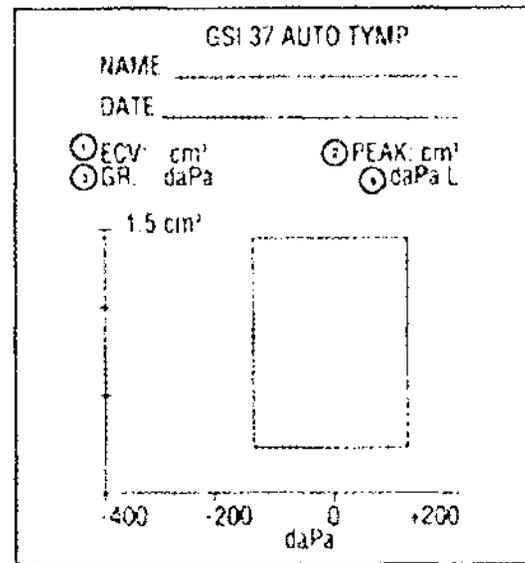


FIGURA 6: Gráfico prototipo de la timpanometría.

Los timpanogramas se pueden caracterizar por su forma y ubicación. Estas características son afectadas por la presión pico, elasticidad o desplazamiento timpánico y gradiente (Figura 7).

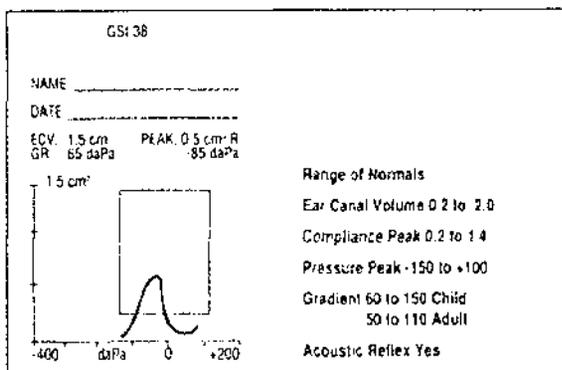


FIGURA 5: Rangos de normalidad en la timpanometría.

Una vez obtenido el resultado, los datos se deben evaluar, en función de: 1. Volumen del canal auditivo, 2. elasticidad (amplitud pico), 3. gradiente y 4. presión en el oído medio (presión pico). (Figura 6)

Cada resultado es una pieza de rompecabezas y provee información importante sobre la posible causa de alguna anomalía. El gradiente es importante ya que un gradiente mayor que el normal indica la presencia de líquido en el oído medio

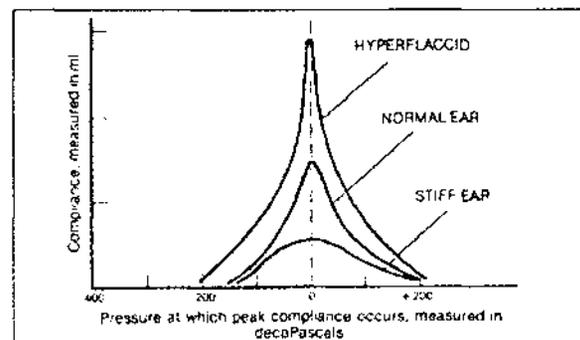


FIGURA 7: Comparación de varias amplitudes pico, ejm. hiperflácido, normal and endurecido.

Los casos de otitis media pueden ser fácilmente detectados por una depresión en la amplitud de la elasticidad pico y una presión pico negativa. Los resultados proveen un medio objetivo para un diagnóstico simple. A continuación muestro algunos resultados de timpanogramas con su interpretación: En la fig 8 se puede apreciar un reporte de timpanograma normal.

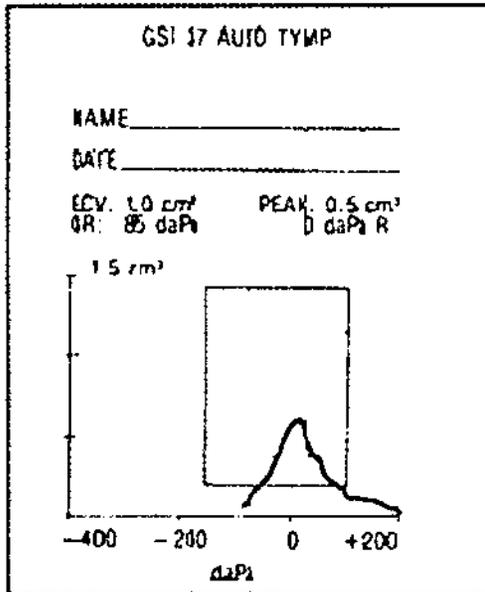


FIGURA 8: Timpanograma normal: Volumen del canal auditivo normal, movilidad del oído medio normal, presión del oído medio normal y gradiente normal.

Caso 1: Volumen del canal auditivo normal, movilidad restrictiva, presión del oído medio anormal y gradiente limitrofe. Posible causa: Pobre función de la trompa de Eustaquio y posiblemente líquido en el oído medio (figura 9)

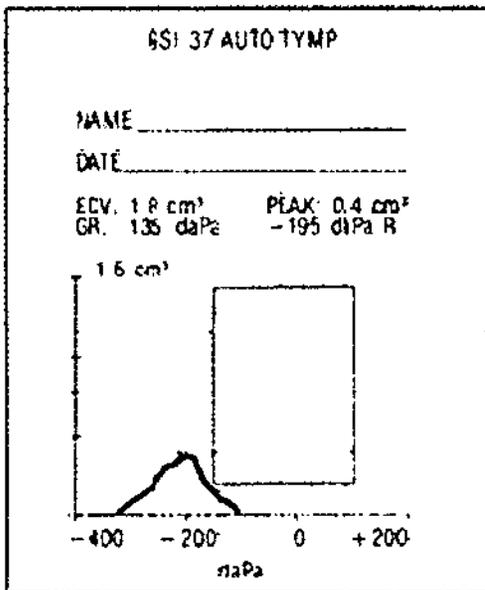


FIGURA 9: Función inadecuada de la trompa de Eustaquio.

Caso 2: Volumen del canal auditivo normal, no movilidad, presión del oído medio cero y no

gradiente. Posible causa: Oído medio lleno de líquido (otitis media serosa). (figura 10)

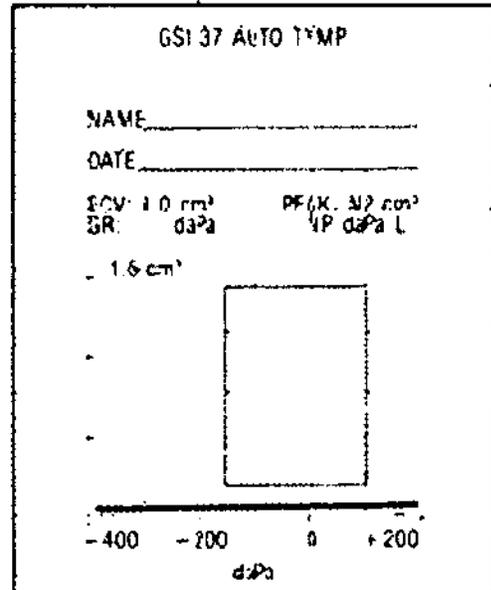


FIGURA 10: Otitis media serosa

Caso 3: Volumen del canal auditivo anormal (grande), no movilidad, presión del oído medio cero y no gradiente. Posible causa: perforación timpánica abierta o tubos timpánicos en su lugar. (figura 11)

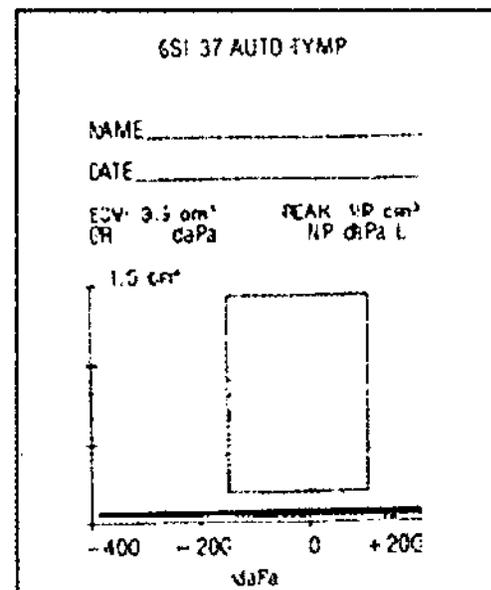


FIGURA 11: Perforación de la membrana timpánica

Caso 4: Volumen del canal auditivo normal, movilidad anormalmente flácida, presión del oído medio normal y gradiente limitrofe o normal. Posible

causa: membrana timpánica con tejido cicatrizal. (figura 13)

Oído medio lleno de líquido y espacios libres con aire (otitis media serosa). (figura 15)

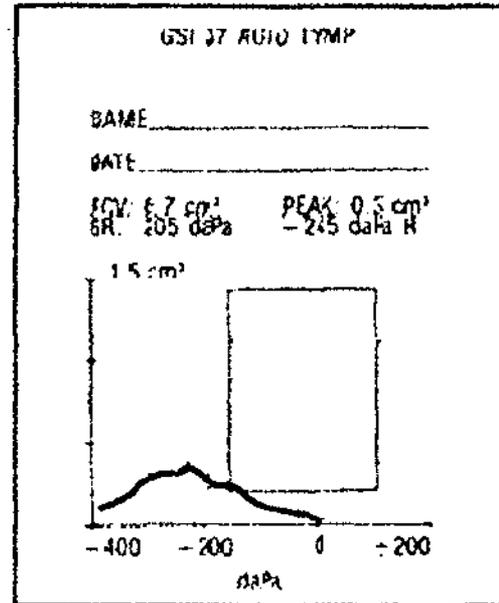
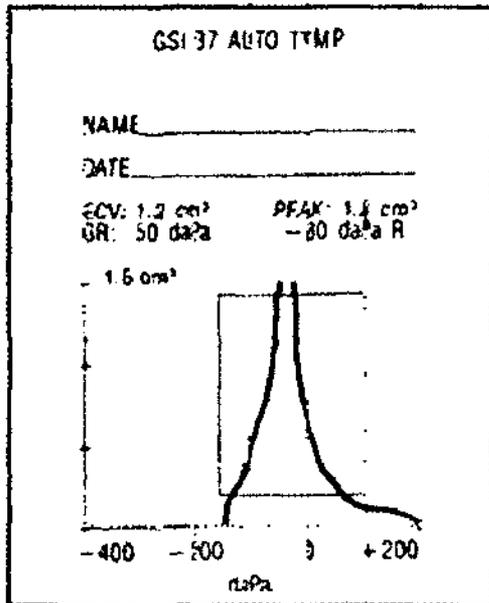


FIGURA 13: Membrana timpánica cicatrizada.

FIGURA 15: Otitis media serosa con espacios de aire.

Caso 5: Volumen del canal auditivo normal, movilidad altamente flácida, presión del oído medio normal y gradiente pequeño. Posible causa: Desarticulación oscicular. (figura 14)

Caso 7: Volumen del canal auditivo normal, movilidad restrictiva, presión del oído medio normal y gradiente amplio o limitrofe. Posible causa: Otosclerosis, membrana timpánica severamente cicatrizada o placa sobre el tímpano. (figura 16)

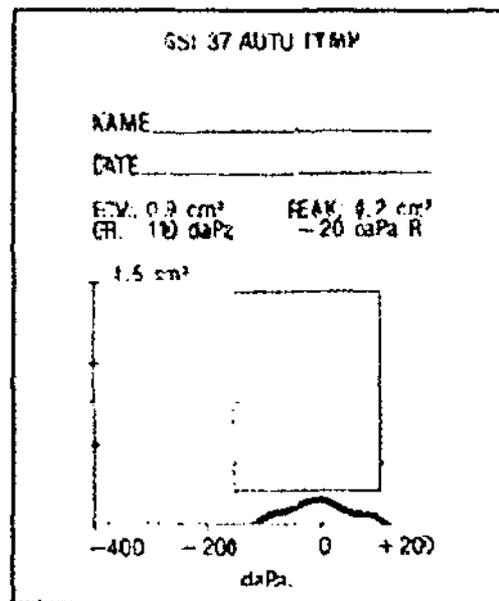
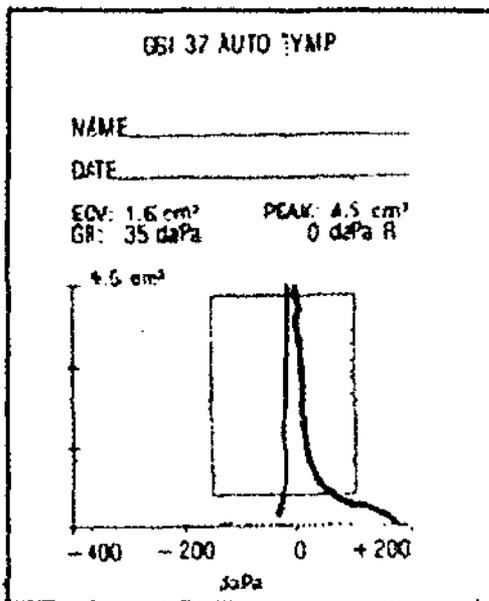


FIGURA 14: Disarticulación oscicular

FIGURA 22 16: Otosclerosis

Caso 6: Volumen del canal auditivo normal, movilidad restrictiva, presión del oído medio negativa y gradiente anormalmente amplio. Posible causa:

Caso 8: Volumen del canal auditivo normal, movilidad normal, presión del oído medio ligeramente

negativa y gradiente normal. Posible causa: Trompa de Eustaquio parcialmente bloqueada. (figura 17)

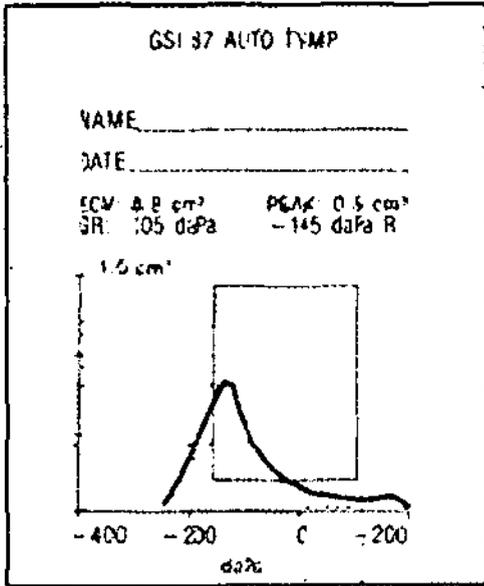


FIGURA 17: Bloqueo parcial de la trompa de Eustaquio.

Caso 9: Volumen del canal auditivo normal, movilidad del oído medio normal, presión del oído medio positiva y gradiente normal. Posible causa: Resfriado común con congestión nasal (figura 18)

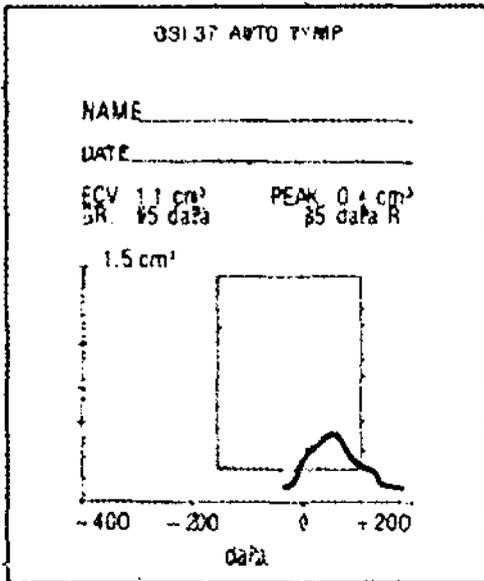


FIGURA 18: Posible congestión nasal

CONCLUSIONES

Los resultados de este procedimiento tan sencillo proveen al médico general y al pediatra de una forma sencilla y no invasiva de analizar el oído medio en busca de patología. Los resultados son objetivos y suman la información de la función del oído medio y la trompa de Eustaquio. De esta forma es fácil discriminar a los pacientes que por patología adenoidea o repetitiva del oído medio deben ser referidos al especialista. No hay duda de que es una herramienta más para clarificar los hallazgos anormales de una otoscopia.

Los beneficios son claros y sobretodo lo más importante es que permite la detección temprana de las patologías del oído medio y por lo tanto ayuda en la prevención de los problemas crónicos; especialmente en los pacientes difíciles de examinar y en los cuales la detección de estos problemas puede prevenir el desarrollo del lenguaje, la función cognitiva y el desarrollo social.

La timpanometría es el método de elección para el diagnóstico de otitis media serosa y su detección temprana. Este instrumento permite al usuario obtener información valiosa sobre la función del oído medio, su posible patología y lo más importante evalúa el tratamiento, evolución y nos indica cuando referir al paciente. Dicha prueba se puede realizar fácilmente en la oficina privada si se cuenta con el aparato (fig 19), sin embargo la mayoría de los médicos prefieren referir al paciente a Hospitales o clínicas donde se realiza audiometría y timpanometría.

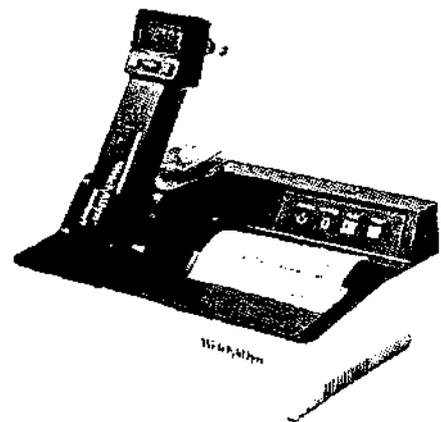


Figura 19: Timpanógrafo.

BIBLIOGRAFIA

1. American Speech-Language-Hearing Association (1990). Guidelines for Screening for Hearing Impairment and Middle Ear Disorders. ASHA, 32 (suppl. 2), 17-24.
2. Bess, F.H., Bluestone, C.D., Harrington, D.A., Klein, J.O., Harford, E.R., Use Of Acoustic Impedance Measurement In Screening For Middle Ear Disease in Children, *Ann Otolaryngology and Rhinology* 1978, 87: 288.
3. Bluestone, C.D., Beery, Q.C., Paradise, J.L., Audiometry And Tympanometry In Relation To Middle Ear Effusions In Children, *Laryngoscope* 1973, 83: 594-603.
4. de Jonge, R.R. Normal Tympanometric Gradient: A Comparison of Three Methods. *Audiology* 1986, 25: 299-308.
5. Fiellau - Nikolajsen, M., Tympanometry And Secretory Otitis Media: Observations On Diagnosis, Epidemiology, Treatment And Prevention In Prospective Cohort Studies Of Three-Year-Old Children, *Acta Otolaryngol* 1983, 394: 114.
6. Grimes, C.T., Audiologic Evaluation In Infancy And Childhood, *Pediatric Ann* 1985;14: 211-219.
7. Grootuis, J.R., Sell, S.H.W., Wright, P.F., Thompson, J.M., and Altemeier, W.A., Otitis Media In Infancy: Tympanometric Findings, *Pediatrics* 1979, 63: 435-442.
8. Hirsch, A., Anderson, H., Elevated Stapedius Reflex Threshold And Pathologic Reflex Decay: Clinical Occurance And Significance, *Acta Otolaryngol.* 1980, 368: 43.
9. Koebseil, K.A., & Margolis, R.H. Tympanometric Gradient Measured from Normal Pre-school Childrer *Audiology* 1986, 25: 149-157.
10. Lampe, M., Weir, M.R., McLeod, H., Aspinall, K., Artajo, L., Tympanometry In Acute Otitis Media. *n J Dis Child* 1981, 135: 233-235.
11. Margolis, R.H., & Heller, J.W. Screening Tympanometry: Criteria for Medical Referral. *Audiology* 1987, 26: 197-208.
12. Margolis, R.H. & Shanks, J.E., "Tympanometry", in Katz, J. (Ed.), *Handbook of Clinical Audiology*, Ed. 3., Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.
13. Paradise, J.L., Smith, C.G., Bluestone, C.D. Tympanometric Detection of Middle Ear Effusion in Infants and Young Children, *Pediatrics* 1976, 58:198-210.
14. Ralph, C.J., M.D., The Case For The Tympanometer In Private Practice, *Pediatric Infect Dis* 1982, 1: 2-3.