

Medición de la otoadmitancia y aplicaciones clínicas de los resultados

E. Salesa Batlle. Físico.
Director del Instituto Auditivo Español-Salesa.

Resumen

Se analiza un método electroacústico de valoración de la compliancia acústica del sistema tímpano oscicular (STO) así como la del conducto auditivo externo (CAE) y destinado a la investigación y diagnóstico de las disfunciones del oído medio y su aplicación al análisis del reflejo estapedial, recruitment, permeabilidad tubárica y en la monitorización de hidrocefalias.

La aplicación de la electroacústica a la exploración del tracto auditivo ha contribuido a un notable avance de la investigación clínica en estos últimos años.

A ésta nueva técnica de exploración se la llamó impedancimetría en su etapa inicial y otoadmitancimetría en la actualidad.

El análisis electroacústico del conducto auditivo externo (CAE) asociado al sistema tímpano-oscicular (STO) es de una gran importancia para la determinación y clasificación de las diferentes causas de la mayoría de las hipoacusias de transmisión y consiguiente diagnóstico.

Este sistema de exploración permite evaluar el grado de movilidad del STO considerado como un sistema masa-compliancia.

En la figura se esquematiza el montaje utilizado y el principio operativo para la medición de la admitancia acústica del CAE y del STO.

Se utiliza una señal de 220 Hz generada por un oscilador senoidal y se crea una presión sonora p utilizando un microauricular integrado en una sonda ajustada de forma estanca a la entrada del canal auditivo.

El sistema está servocontrolado por la propia presión capturada por un micrófono miniatura ubicado también en la propia sonda y conectado a su vez al amplificador, de transconductancia variable, del microauricular.

La ganancia y el ajuste del sistema servocontrolado se ha establecido para obtener una presión sonora p de módulo constante independiente de cualquier variación de la compliancia (elasticidad) de todo el STO.

Para determinar la compliancia del CAE, se utiliza una segunda presión neumática estática P de 6000 Pa para inmovilizar el tímpano y así poder descartar la influencia del STO. Su presencia no interviene en la medida de la presión sonora.

Con una variación de P de 2000 a 6000 Pa se obtiene estudia la compliancia evolutiva (timpanograma) del STO a diferentes valores de inmovilización del tímpano.

La compliancia del STO se equipara a la de un volumen de aire equivalente en elasticidad y se mide en cm^3 .

Al permanecer constante el módulo de la presión sonora p , la velocidad volumétrica U (proporcional a la tensión aplicada al microauricular) viene dada por

$$U = p \times \frac{i}{Z_A} = p \times Y_A$$

donde Z_A y Y_A son la impedancia y la admitancia acústicas del CAE más la del STO

En presencia de la presión neumática P (con el STO anulado), la velocidad volumétrica U_1 es

$$U_1 = p \times Y_c$$

donde Y_c es la admitancia del CAE

En ausencia de la presión P , la velocidad volumétrica U_2 (con el STO presente), es

$$U_2 = p \times (Y_c + Y_{Te})$$

donde Y_{Te} es la admitancia equivalente del STO.

La relación entre la admitancia acústica Y_{Te} , la compliancia C_{Te} y el volumen de aire V_{Te} equivalente del STO, a frecuencias bajas, viene dada por

$$Y_{Te} = \frac{2\pi f}{\rho c^2} \times V_{Te} = 2\pi f C_{Te} = cte \times C_{Te}$$

donde f es la frecuencia (220 Hz), ρ la densidad del aire y c la celeridad o velocidad de propagación del sonido.

Por consiguiente, salvo constantes, los tres parámetros, a frecuencias bajas, son equivalentes

La relación entre la admitancia acústica Y_c , el volumen de aire V_c y la compliancia C_c del CAE viene dado por

$$Y_c = \frac{2\pi f}{\rho c^2} \times V_c = 2\pi f \times C_c = cte \times C_c$$

por tanto

$$Y_{Te} = Y_A - Y_c = cte \times V_{Te} \quad (\text{en cm}^3).$$

La compliancia C_{Te} , que es el parámetro principal, queda determinada por U y por consiguiente por la tensión a la entrada del microauricular por mantenerse la presión sonora constante debido al servocontrol.

La gráfica correspondiente a las variaciones de compliancia (C_c) en función de la presión neumática introducida, es el timpanograma. Las distintas formas de las timpanometrías corresponden a diversas patologías y permiten establecer un diagnóstico diferencial entre los distintos tipos de hipoacusias de transmisión. (prueba de Williams).

Para un oído de audición normal, un estímulo acústico de 70-90 dB por encima del umbral de audición desencadena la tensión del músculo del estribo. Esto disminuye la compliancia del STO protegiendo el oído interno.

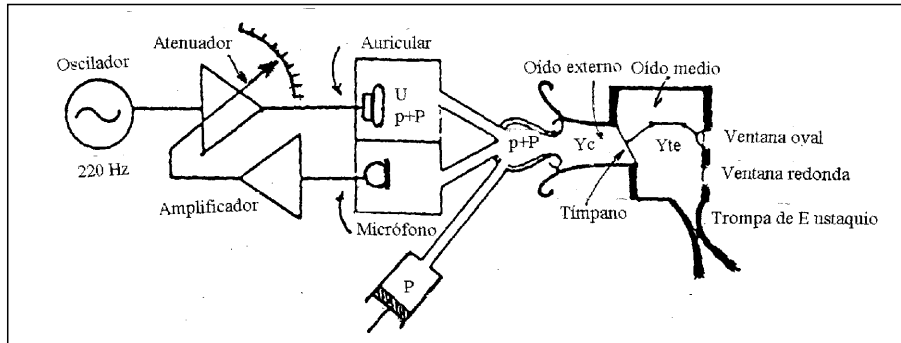
De producirse esta disminución de la compliancia, se deduce que el par VIII (auditivo) registra la señal y que existe una buena comunicación a nivel cerebral entre el par VIII y el VII (facial) y que el par VII actúa correctamente tensando el músculo del estribo. Este tipo de exploraciones se realizan habitualmente y son pruebas objetivas del buen funcionamiento de ambas vías auditivas.

Una disminución del umbral del reflejo estapediano aproximándose al umbral de audición, será consecuencia de una dinámica auditiva restringida que corresponde a un recruitment positivo (prueba de Metz).

Recientemente el doctor Marchbanks ha realizado estudios de la presión de la perilinfa, según los cuales, la posición en reposo de la platina del estribo depende de la presión perilinfática. Según sea ésta, la platina se desplaza en un sentido u otro al provocarse el reflejo estapediano.

Esto nos permite conocer la presión de la perilinfa y si el conducto coclear es permeable a la presión del líquido cefalorraquídeo.

Todo esto tiene gran importancia en la monitorización de las hidrocefalias; estudio del comportamiento de los líquidos cocleares y sus consecuencias en el órgano de la audición y del equilibrio (acúfenos, Menière, etc. etc.).



Bibliografía

1. Terkildse, K. and Thomsen, K.A. The influence of pressure variations on the impedance of the human ear drum,
2. J.Laryng.73,409-418,1959.
2. Newman, B.T. and Fanger, D.M., Otoadmittance Handbook, Grason-Stadler Company, Incorporated, Concord, Mass.01742,1973.
3. Alberti, P.W.R.M. and Kristensen, R. The clinical application of impedance audiometry. Lryngoscope 80, 735-746,1970.