

Los Transductores en Audiometría

Juan Carlos Olmo
Audiólogo
Clínicas de la Audición CDA SA
2010

Definición

Un transductor es un dispositivo que convierte una energía en otro tipo de energía (Decker, 1990; Frank & Rosen, 2007) y se utilizan para enviar el estímulo sonoro durante una prueba diagnóstica. La mayoría de los transductores en audiología convierten en la señal eléctrica producida por el audiómetro en una señal acústica, excepto el vibrador óseo o oscilador, el cual hace la conversión a energía mecánica.



Figura 1. Transductores TDH 39

Los transductores están marcados en rojo para el oído derecho y azul para el izquierdo. Todos los transductores se calibran para ser utilizados con un audiómetro específico, por lo que no son intercambiables sin previa calibración. Los auriculares supra aurales están imbuídos en unos cascos y estos a su vez unidos a una diadema (TDH) 39, 49 y 50.

Existen tres tipos de auriculares en audiología clínica (Supra-aurales, Circum-aurales y los de inserción), los cuales se utilizan para determinar el umbral de audibilidad para tonos puros y en la audiometría vocal.(1)



Figura 2. Correcta Colocación de los Transductores Supraurales TDH 39

Con los auriculares supra-aurales, los cuales son los transductores convencionales utilizados en audiología clínica, el cojín o almohadilla de goma del auricular (tipo MX-41/AR) se comprime contra el pabellón auricular. Debido a la gran área del cráneo expuesta a las vibraciones de esos transductores, es posible que los individuos portadores de hipoacusias neurosensoriales severas y profundas tengan respuestas por vibración, esto afectaría la exactitud de la medición de la sensibilidad auditiva, especialmente en frecuencias graves.(2)

Cuidados de los Transductores, Técnicas de Asepsia.

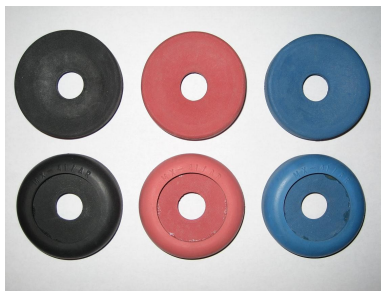


Figura 3. Diferentes colores de almohadillas MX-41/AR para los Transductores Supraurales TDH 39

Es importante evitar que los transductores sufran golpes, ya que esto puede dañar los componentes o cambiar las impedancias, lo cual descalibrará el equipo. Es bueno disponer de ganchos en el interior de la cabina audiométrica para colgarlos cuando no se utilizan.

Es necesario también limpiar periódicamente las almohadillas de goma de los auriculares con una solución desinfectante para conservar su elasticidad y así evitar una mayor propagación al cráneo. Cuando se endurezcan, hay que cambiarlas por otras nuevas del mismo tipo MX-41/AR.

Los conectores de espiga monoaurales de $\frac{1}{4}$ (utilizados en audiometría) deberán limpiarse periódicamente con un limpiador de contactos sin lubricante.

La presión de la diadema también es importante, ante cualquier pérdida de presión de la misma, se recomienda su cambio inmediato, ya que un cambio en la presión sobre la cabeza del sujeto puede dar como resultados fugas de sonido y pérdida de presión sonora.

Auriculares de Inserción en el Canal Auditivo Externo

Los auriculares ER-3A fueron diseñados para reproducir las características electroacústicas de los auriculares TDH-39. Sin embargo, el fabricante recomienda aplicar factores de corrección cuando estos transductores se utilicen con equipos calibrados para auriculares supra-aurales.(3) El área de contacto entre los auriculares de inserción y la piel es mínima. Esto reduce el área de la cabeza expuesta a los estímulos sonoros debido a la adaptación de los auriculares dentro del canal auditivo por medio de unas sondas de espuma desechables, lo cual permite una reducción de las respuestas vibrotáctiles. El audiólogo debe seleccionar uno entre tres diferentes tamaños de terminales de espuma, el cual debe ser el más



Figura 4. Transductores de sonda de inserción EAR 3A

apropiado para obturar el diámetro del conducto del paciente y debe insertarlo apropiadamente en el canal. Para colocarlos primeramente se aprietan, lo cual colapsa la espuma, luego se introduce en el Canal Auditivo y se da un tiempo prudencial para que se hinchen nuevamente, antes de empezar la prueba. Las terminales de espuma son desechables y debe utilizarse una en cada oído en cada paciente. En la actualidad los transductores de sonda de inserción 3 A han sido sustituidos por los auriculares de sonda de inserción 5 A de diseño más ergonómico y respuesta frecuencial más estable y mejorada.

Un número importante de estudios han concluido que los auriculares de inserción permiten mayor comodidad y mayor exactitud del examen en comparación con los auriculares supra-aurales. Los insertables también se reporta que tienen mayor atenuación del ruido ambiental, mejor atenuación interaural, reducen o eliminan la necesidad de enmascaramiento contralateral, reducen el efecto de oclusión y proveen una significativa reducción en el riesgo de colapso del meato auditivo externo por compresión.(4, 5, 6, 7)

Sin embargo, un número de autores citan las desventajas de los auriculares de inserción, como por ejemplo la variación geométrica del meato auditivo externo, insuficiente rango dinámico en altas frecuencias y problemas relacionados con la higiene con el uso de tapones de espuma.(1, 8, 9, 10)

Auriculares Circumaurales

Ocasionalmente, el audiólogo utiliza unos auriculares circumaurales o de casco acústico, los cuales rodean completamente la oreja. Este tipo de auriculares se utilizan comúnmente en aplicaciones industriales o en ambientes con ruido de fondo, donde no hay cabina audiométrica y para evaluar frecuencias arriba de 8 KHz.



Los transductores deben estar pareados con el audiómetro y no pueden intercambiarse sin recalibrar el equipo. Los auriculares supra aurales y los de inserción son apropiados para las mediciones del umbral desde 125 Hz hasta

Figura 5. Transductores Circumaurales TDH 39

8000 Hz, mientras que los circum-aurales se utilizan para mediciones de alta frecuencia y rangos de intensidad más extensos.

El Vibrador Óseo

Los vibradores óseos vienen encapsulados en una caja plástica, tienen un área plana circular para su ubicación en mastoides o en la línea media frontal y tienen una diadema.

Se presentan en diferentes formas y tamaños, sin embargo, el más común es el Radioear B-71.



Figura 6. Vibrador Óseo Radioear B-71 con diadema a presión, cable de dos pines y espiga de 1/4

Los vibradores óseos se utilizan para las mediciones del umbral por vía ósea para los respectivos rangos frecuenciales y deben cumplir con las especificaciones de las normas Especificaciones de acoplador mecánico para la medición de vibradores óseos of *Mechanical Coupler for Measurement of Bone Vibrators* (ANSI S3.13-1987; American National Standards Institute, 2002). El uso de los transductores específicos está dado por un estandar regulatorio particular, como el utilizado para los auriculares de inserción para monitoreo audiométrico de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) hearing conservation amendment (1983). La regulación aplicable debe ser consultada antes de evaluar para asegurarse su cumplimiento. El audiólogo deberá controlar colocación de los transductores en el paciente. (13)

Partes de los auriculares

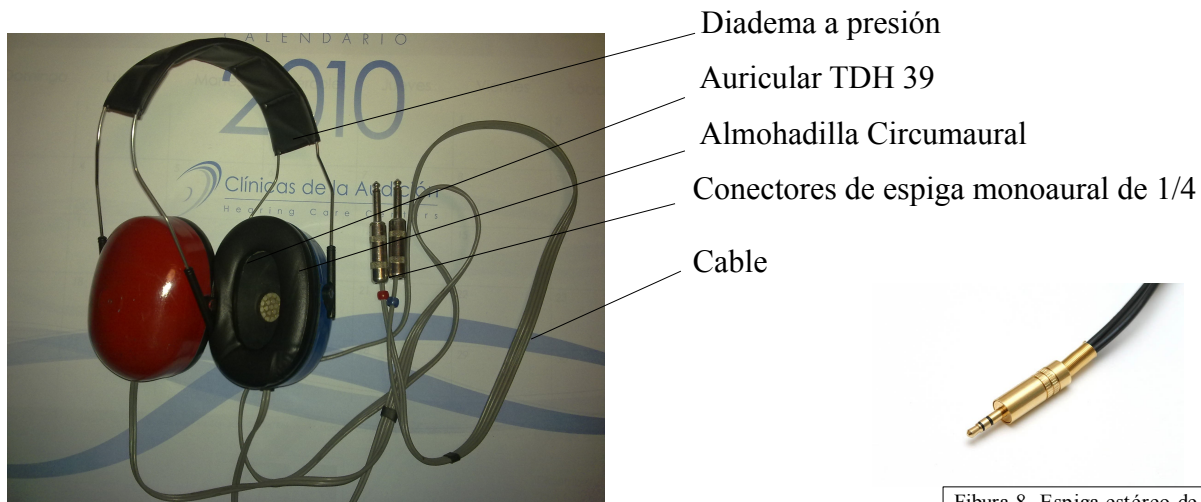


Figura 7. Auriculares circumaurales con Transductores TDH 39, Casco Acústico, Diadema apresión y conectores de espiga de 1/4



Conclusiones

Para el audiólogo es muy importante conocer cada parte del equipo que utiliza de una forma profunda. El conocimiento debe extenderse a aspectos técnicos dado que si el equipo falla o debe ser reemplazado, es necesario que esto se haga de una manera profesional y que no afecte la calibración y exactitud de las pruebas que el profesional realiza.

El Audiólogo es responsable de mantener el equipo que utiliza en óptimas condiciones y conocer cuáles son sus cuidados para así garantizar a sus pacientes la evaluación más precisa posible.

Referencias

1. Zwislocki J et al. Earphones in audiometry. The Journal of the Acoustical Society of America. 1988;83(4):1688-9.
2. Killion MC & Villchur E. Coments on "Earphones in Audiometry". J Acoust Soc Am. 1988;85(4):1755-78.
3. Gil D, Borges ACLC. Fones de inserção: um estudo em indivíduos audiológicamente normais. Rev. Bras. Otorrinolaringol. 2001;67:480-7.
4. Lilly DJ & Purdy JK. On the routine use of tubeophone insert earphones. Am J Audiol. 1993;2:17-20.
5. Clemis JD, Ballard WJ, Killion MC. Clinical use of an insert earphone. The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology. 1986;95:520-4.
6. Yantis PA. Avaliação dos limiares auditivos por via aérea. In: Katz J. Tratado de Audiologia Clínica. 4a ed. São Paulo: Manole; 1999. p. 97-108.
7. Ramos J. Atenuação interaural: estudo comparativo com dois tipos de transdutores [Trabalho de Conclusão de Curso]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2006.
8. Cox RM, McDaniel MD. Reference equivalent threshold levels for pure tone and 13 octave noise bands: insert earphone and TDH 49 earphone. J Acoust Soc Am. 1986;79(2):443-6.
9. Larson VD, Cooper WA, Talbott RE, Schwartz DM, Ahlstrom C, DeChichis AR. Reference threshold sound pressure levels for the TDH-50 and ER-3A earphones. J Acoust Soc Am. 1988;84:46-51.
10. Valente M, Potts LG, Valente M, Vass W, Goebel J. Intersubject Variability of Real-Ear Sound Pressure Level: Conventional and Insert Earphones. J Am Acad Audiol. 1994;5:390-8.
11. Wilber LA, Kruger B, Killion MC. Reference thresholds for the ER-3A insert earphone. J Acoust Soc Am. 1988;83(2):669-76.
12. Clark JL, Roeser RJ. Three studies comparing performance of the ER-3A tubeophone with the TDH-50P earphone. Ear and Hearing. Oct 1988;9(5):268-
13. American Speech-Language-Hearing Association. (2005). *Guidelines for Manual Pure-Tone Threshold Audiometry* [Guidelines]. Disponível em: www.asha.org/policy.
14. Salesa et Al. Tratado de Audiología. Editorial Masson. Barcelona, España. 2005
15. Valente, Maureen. Pure Tone Audiometry and Masking. Plural Publishing. San Diego, California, EEUU. 2009.

OSHA APPENDIX E TO §1910.95—ACOUSTIC CALIBRATION OF AUDIOMETERS

Audiometer calibration shall be checked acoustically, at least annually, according to the procedures described in this appendix. The equipment necessary to perform these measurements is a sound level meter, octave-band filter set, and a National Bureau of Standards 9A coupler. In making these measurements, the accuracy of the calibrating equipment shall be sufficient to determine that the audiometer is within the tolerances permitted by American Standard Specification for Audiometers, S3.6-1969.

(1) Sound Pressure Output Check.

A. Place the earphone coupler over the microphone of the sound level meter and place the earphone on the coupler.

B. Set the audiometer's hearing threshold level (HTL) dial to 70 dB.

C. Measure the sound pressure level of the tones at each test frequency from 500 Hz through 6000 Hz for each earphone.

D. At each frequency the readout on the sound level meter should correspond to the levels in Table E-1 or Table E-2, as appropriate, for the type of earphone, in the column entitled "sound level meter reading."

(2) Linearity Check

A. With the earphone in place, set the frequency to 1000 Hz and the HTL dial on the audiometer to 70 dB.

B. Measure the sound levels in the coupler at each 10-dB decrement from 70 dB to 10 dB, noting the sound level meter reading at each setting.

C. For each 10-dB decrement on the audiometer the sound level meter should indicate a corresponding 10 dB decrease.

D. This measurement may be made electrically with a voltmeter connected to the earphone terminals.

(3) Tolerances

When any of the measured sound levels deviate from the levels in Table E-1 or Table E-2 by ± 3 dB at any test frequency between 500 and 3000 Hz, 4 dB at 4000 Hz, or 5 dB at 6000 Hz, an exhaustive calibration is advised. An exhaustive calibration is required if the deviations are greater than 15 dB or greater at any test frequency.

**TABLE E-1—REFERENCE THRESHOLD LEVELS FOR
TELEPHONICS— TDH-39 EARPHONES**

	Reference threshold Sound level for level
Frequency, Hz	TDH-39 meter
	earphones, reading, dB
dB500	11.5
81.51000	7
772000	9
793000	10
804000	9.5
79.56000	15.5 85.5

**TABLE E-2 -REFERENCE THRESHOLD LEVELS FOR TELEPHONICS— TDH-49
EARPHONES**

	Reference threshold Sound level for level
Frequency, Hz	TDH-49 meter
	earphones, reading, dB
dB500	13.5
83.51000	7.5
77.52000	11
81.03000	9.5
79.54000	10.5
80.56000	13.5 83.5

Especificaciones técnicas de los auriculares TDH-39:

Parameters

Receiver type

Dynamic, with metal diaphragm

Impedance

10 Ω

Frequency response

100 Hz to 8000 Hz

Continuous power rating

300 mW at any single frequency in the 100 Hz до 8000 Hz range

Distortion

Less than 1% for power inputs from 0 to 400 mW

Sensitivity

108 dB + 4 dB SPL Output with 1 mW watt input at 1 KHz

Bandpass flatness

• in the band from 100 up to 4000 Hz

Not more than 6 dB

• in the band from 100 up to 8000 Hz

Not more than 14 dB