

MEDICINA y SEGURIDAD *del trabajo*

Revisión

La audiometría de tonos puros por conducción aérea en la consulta de enfermería del trabajo

The pure-tone audiometry via air conduction testing in the occupational health nursing visit

Antonio Javier Cortés Aguilera, Juan Enciso Higuera, Carlos M. Reyes González.

Servicio de Prevención Propio. Excmo. Cabildo Insular de Tenerife. Islas Canarias. España.

Recibido: 03-04-12

Aceptado: 07-05-12

Correspondencia:

Antonio Javier Cortés Aguilera
Palacio Insular
Plaza de España, s/n. 4.ª planta
38003 Santa Cruz de Tenerife. Islas Canarias. España.
Teléfonos: (+34) 922 84 3989 / (+34) 922 23 9507
E-mail: acortes@tenerife.es

Resumen

La Audiometría de tonos puros por conducción aérea es una exploración complementaria que la enfermería del trabajo ejecuta de manera habitual en la consulta de salud laboral para la vigilancia de la salud de los trabajadores. Todo ello, en función de los riesgos profesionales a los que esté expuesto el trabajador objeto de estudio y con una periodicidad relacionada con dicha circunstancia y las condiciones individuales del mismo. Sus resultados tienen como consecuencia la toma de decisiones y, por ello, el enfermero especialista debe manejar los conocimientos necesarios para que el resultado obtenido sea válido y reproducible.

En el presente artículo se definen los criterios de aplicación, las características de la cabina y el audiómetro, los conocimientos mínimos que debe manejar el enfermero, los requisitos de la consulta y los previos a la exploración, la técnica de ensayo y la descripción de los métodos ascendente y por encuadre, el registro audiométrico y símbolos usados universalmente, y además se detallan los contenidos del mantenimiento y la calibración a los que se debe someter el equipo de exploración.

Med Segur Trab (Internet) 2012; 59 (227) 136-147

Palabras clave: Audiometría de Tonos Puros, Salud Laboral, Medicina del Trabajo, Enfermería del Trabajo, Prevención de Riesgos Laborales.

Abstract

The Pure-Tone Audiometry via air conduction is a complementary examination which the Occupational Health Nursing carries out frequently in the visit of Occupational Health in order to watch the workers'

health. All that is according to professional risks to which the worker, object of study, is exposed. Such examination is done as often as that circumstance occurs and depending on the worker's individual conditions. The results have as consequence the decision-making and therefore the specialist nurse must have the necessary knowledge in order to obtain valid and reproducible results.

It is proposed in the present article to present the application criteria, the characteristics of the audiometry cabin and the audiometer and the minimum knowledge the health nurse must have. Furthermore, the requirements to visit the nurse, the pre-examination procedures, the test method and the description of the ascending and bracketing methods are described. Also, the audiometric record, the symbols universally used and the contents of the maintenance and calibration of the audiometric test equipment are detailed.

Med Segur Trab (Internet) 2012; 59 (227) 136-147

Key words: *Pure-Tone Audiometry, Occupational Health, Occupational Medicine, Occupational Health Nursing, Occupational Risk Prevention.*

INTRODUCCIÓN

La audiometría de tonos puros o audiometría tonal liminar (en adelante, ATL) es una de las pruebas complementarias que se realizan en la consulta de Enfermería del Trabajo para la exploración de la audición en el seno de la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a determinados riesgos laborales.

Es la herramienta que permite valorar de una forma rápida y notablemente fiable la capacidad auditiva de un trabajador¹.

Debe ser llevada a cabo por personal con competencia técnica, formación y capacidad acreditada con el fin de evitar la variabilidad de la exploración y, por tanto, para que los resultados obtenidos en la misma cumplan los criterios de validez y reproducción.

Forma parte de las exploraciones de la audición denominadas “subjetivas”, añadiendo, por tanto, un ingrediente de complejidad que debe manejar con habilidad el Enfermero del Trabajo.

Esta exploración trasciende el ámbito de los Audiólogos y de los Otorrinolaringólogos.

La ATL consiste en la búsqueda de los umbrales mínimos de audición del sujeto objeto de estudio. Es una exploración subjetiva, en la que el trabajador colabora activamente, ya que responde, a petición del enfermero, de sus percepciones ante la presentación de los estímulos utilizados en el ensayo audiométrico.

Se entiende por umbral mínimo de audición a la mínima intensidad de sonido que percibe el oído en una frecuencia determinada, es decir, el límite entre lo audible y lo no audible².

Los niveles umbrales de audición pueden determinarse por audiometría de conducción aérea o de conducción ósea.

El presente artículo se centrará en la ATL de conducción aérea.

Criterios de aplicación/indicaciones

La ATL de vía aérea en la consulta de Enfermería del Trabajo estará indicada, entre otras, en las siguientes situaciones:

1. Para la **evaluación del umbral de audición** de aquellos trabajadores que están o que van a estar expuestos en su puesto de trabajo a ruido u otros agentes (físicos, químicos o biológicos) que pudieran alterar el sistema auditivo o a riesgos de seguridad (conducción de vehículos y de maquinaria pesada, trabajos en altura, etc.) cuyo deterioro auditivo pudiera poner en peligro su vida o la de terceros.
 - Cuando esta evaluación se realice por una nueva incorporación al trabajo o por la asignación de tareas con nuevos riesgos para la audición o para la seguridad (relacionada con la alteración auditiva), a esta audiometría se le denominará **de Ingreso o de Base** y será la primera que se le realice al trabajador y que servirá como patrón para valorar las alteraciones posteriores de la audición que pudieran acontecer. Si en una exploración periódica posterior, los valores audiométricos obtenidos mejoran, esta última pasará a denominarse como audiometría de Base, porque siempre se tomará base aquel que muestre mejores umbrales. Esta nueva situación se debería reflejar en las observaciones del audiograma y en la historia clínico-laboral del trabajador.
 - Cuando esta evaluación se realice para la detección precoz del deterioro del umbral auditivo, a esta audiometría se le denominará **Periódica**.
 - Cuando esta evaluación del estado de audición del trabajador en el momento se realice por el cese de la exposición, a esta audiometría se le denominará

Final. Este cese puede ser en la empresa o por la asignación de nuevas tareas sin riesgo a las exposiciones descritas anteriormente.

2. Para la educación y la motivación de los trabajadores con respecto a los cambios producidos en sus audiometrías, promoviendo hábitos saludables y medidas preventivas relacionadas (tanto de índole laboral como extralaboral).
3. Para la evaluación de las **medidas preventivas** que se están adoptando en la empresa, a través del análisis global de los resultados obtenidos (**vigilancia de la salud colectiva**)³.

Numerosas patologías pueden presentar hallazgos similares a los producidos por las condiciones de trabajo (agentes físicos, químicos o biológicos) por lo que el diagnóstico clínico puede ser difícil y se deberá apoyar en los antecedentes laborales de exposición⁴.

La cabina audiométrica y el audiómetro

Los ensayos audiométricos deben realizarse en una cabina audiométrica insonorizada con el fin de paliar los inconvenientes que supone el ruido ambiental, ya que permite realizar las audiometrías en un ambiente sonoro adecuado, imprescindible para hallar el umbral audiológico real de un trabajador.

El aislamiento que supone la cabina, además de impedir el enmascaramiento que implica el ruido ambiental, ayuda al trabajador a concentrarse durante el ensayo y, evitando así posibles distracciones.

Las características que debe cumplir una cabina son las siguientes:

- Debe constar de paredes de doble cámara e interiormente debe estar recubierta de material absorbente de sonido para que impida la reverberación de las ondas sonoras.
- La puerta de acceso debe tener cierre hermético.
- Debe disponer de iluminación interior, ventilación y una ventana a través de la cual se pueda observar al sujeto de ensayo (trabajador)².

El audiómetro deberá estar fabricado de acuerdo con la Norma IEC 60645-1 y calibrados de acuerdo con los requisitos de la parte pertinente de la Norma ISO 389.

Existen diferentes tipos de audiómetros en el mercado con diferentes características: de Screening (despistaje) y control (tipo 4), diagnóstico básico (tipo 3), clínico (tipo 2), investigación clínica avanzada (tipo 1)⁵. En la consulta de Enfermería del Trabajo es más frecuente disponer de screening o de diagnóstico quedando reservados para los especialistas en Audiología/Otorrinolaringología los clínicos y los de investigación.

Requisitos del enfermero del trabajo

El Enfermero del Trabajo será capaz de tomar decisiones en los siguientes aspectos:

- Qué oído debe ensayar primero (si se conoce, será el que presente menor pérdida).
- Si procede realizar la ATL por conducción ósea.
- Si se requiere o no enmascaramiento.
- Cuáles de las respuestas del trabajador se corresponden con la realizada.
- Si existe alguna circunstancia que invalide la exploración.
- Cuándo interrumpir, terminar o repetir las partes de la exploración⁶.
- Ser capaz de leer los resultados obtenidos del ensayo, diferenciando entre normal y patológico y entre hipoacusia de conducción, neurosensorial o mixta,...

Los trabajadores deben ser claramente visibles por el enfermero del trabajo, pero aquéllos no deben ser capaces de ver los cambios de las posiciones de los mandos del audiómetro ni la conexión o desconexión del interruptor de tonos.

Requisitos del local de ensayo o consulta

Los niveles de presión acústica de la consulta no deben exceder de ciertos valores para evitar el enmascaramiento de los tonos de ensayo⁶.

Las condiciones ambientales deben respetar lo dispuesto en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo⁷.

Para la ubicación de la cabina audiométrica en la consulta se deberá tener presente que sea en una zona tranquila, alejada de ruidos externos (de la calle, sala de espera, etc.) y en la que no se realicen simultáneamente otras pruebas.

Factores a tener en cuenta antes de realizar la ATL

Habrán que tener presente aquellos factores que pueden distorsionar los resultados de la exploración y que pueden ser extrínsecos e intrínsecos.

a. Variabilidad extrínseca

- Ambiente físico: ruido, iluminación, temperatura,...
- Calibración de los equipos de medida.
- Técnica empleada en el ensayo.
- Instrucciones dadas al trabajador.

b. Variabilidad intrínseca

- Factores neurofisiológicos: respiratorios, digestivos, vasculares, acúfenos.
- Factores psicológicos: motivación, inteligencia, atención, ...³.

Procedimiento de la ATL

Se deberá tener cuidado de no fatigar inútilmente al trabajador sometido a ensayo, dado que puede dificultar progresivamente la obtención de resultados fiables. Por ello, la duración de la exploración será de un tiempo estimado que no fatigue el oído del trabajador.

a. Preparación del trabajador sometido a ensayo

- Deberá permanecer sentado cómodamente durante el ensayo y no debe ser perturbado ni distraído por sucesos externos o personas situadas en las proximidades.
- La exposición reciente a ruido puede elevar temporalmente los umbrales mínimos de audición. Por ello, debe haber un periodo libre de ruido anterior al control audiométrico de 14 a 16 horas. Además, el trabajador debe permanecer 15 minutos previos al ensayo fuera de un ambiente ruidoso y sin realizar esfuerzos físicos importantes.
- El ensayo audiométrico debe ser precedido de una otoscopia. Si se encuentra una obstrucción de cerumen en el canal del oído externo (derecho, izquierdo o ambos), deberá ser extraído y la audiometría se realizará después, dentro del plazo determinado por el personal sanitario encargado del ensayo. Tampoco deberá realizarse la prueba en presencia de otitis, eczema del oído externo o infección de vías respiratorias altas³.

b. Instrucciones para el trabajador sometido a ensayo

A fin de conseguir resultados fiables del ensayo, es esencial que se den las instrucciones relevantes para la exploración sin que haya lugar a ambigüedades y que éstas sean enteramente comprendidas por el trabajador.

Las instrucciones deben expresarse en un lenguaje apropiado al oyente y normalmente deben indicar:

- La forma de responder.
- Qué debe responder cada vez que perciba el tono en cualquiera de sus oídos, sin considerar lo débil que pueda ser.
- La necesidad de responder tan pronto como se oiga el tono y de cesar la respuesta inmediatamente cuando deje de oír el tono.
- La secuencia general de presentación del sonido (orden de presentación de los mismos)
- Qué oído debe ensayarse en primer lugar (se iniciará con aquel que esté en mejor estado, si existe o si lo sabe el sujeto explorado).

La forma de responder del sujeto sometido a ensayo debe ser claramente observable para indicar cuándo se oye el tono y cuándo deja de oírse. Ejemplos de respuestas comúnmente utilizadas son:

- Presionar (cuando se oye el sonido) y soltar el conmutador de señal (cuando el sonido deja de ser audible);
- Levantar (cuando se oye el sonido) y bajar un dedo de la mano o la mano (cuando el sonido deja de ser audible).

Los sujetos sometidos a ensayo deben instruirse para evitar movimientos innecesarios así como ruidos parásitos. Después de que se hayan dado las instrucciones, se debe preguntar si las ha entendido. Debe informarse de que pueden interrumpir el ensayo en caso de cualquier molestia. Si existe alguna duda, se deberían repetir las instrucciones⁶.

c. Colocación de los transductores (cascos)

- Cuando sea necesario, se quitará las gafas y adornos de la cabeza, así como las ayudas de audición.
- Los cabellos deben retirarse, si es posible, entre la cabeza y los transductores de sonido (auriculares y vibradores óseos)
- El enfermero será el encargado de colocarlos para asegurar la correcta ubicación. Se informará al trabajador sobre la necesidad de no manipularlos después.
- El ensayo no debe comenzar inmediatamente después de que los transductores hayan sido colocados/ajustados.
- La salida acústica de un auricular debe quedar enfrente de la entrada del canal auditivo^[6].

d. Determinación del nivel de umbral de audición por audiometría de conducción aérea sin enmascaramiento

El orden de presentación de los tonos de ensayo cuando los ajustes del audiómetro se realizan de forma manual, se hará de forma creciente a partir de 1.000 Hertzios (Hz): 1000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 y 8.000 Hz. Debe repetirse el ensayo a 1.000 Hz en el oído ensayado, y si el umbral no difiere en más de 5 decibelios (dB) se explorará el rango inferior de frecuencias, que normalmente se corresponde con las de 500 y/o 250 Hz.

A bajas frecuencias y altos niveles de audición se pueden producir sensaciones vibrotáctiles; entonces, se debe tener cuidado de que tales sensaciones no sean interpretadas como sensaciones auditivas.

El sonido de ensayo debe ser continuo y presentado durante 1-2 segundos. Cuando se produce una respuesta, el intervalo entre las presentaciones de sonidos debe ser variado, pero no debe ser más corto que la duración del sonido de ensayo (éste es el método de presentación de referencia para la Norma ISO 8253). A veces, se utiliza un estímulo alternativo o discontinuo que consiste en tonos pulsados automáticamente

aunque actualmente no se disponen de datos de correlación entre ambas presentaciones. En el protocolo sanitario de vigilancia sanitaria específica de ruido del Ministerio de Sanidad, indica que se deberá utilizar la señal en su forma discontinua (*pulsed*). De una u otra forma, se debería indicar en el audiograma el tipo de presentación de estímulo utilizado en la exploración (continuo o pulsado).

Antes de la determinación del umbral de audición del trabajador, éste debe estar familiarizado con la prueba, presentándole una señal de intensidad suficiente para evocar una respuesta precisa. Esta etapa permite al enfermero asegurarse de que el trabajador comprende y puede realizar la tarea de respuesta. Si las respuestas son compatibles con la presentación de sonidos, la familiarización se habrá completado. En caso contrario, conviene repetir este proceso y ante un segundo fracaso, se deberán repetir las instrucciones al trabajador.

Estos procedimientos no son aplicables en los casos de sordera profunda.

La norma ISO 8253-1:2010 especifica dos procedimientos de ensayo con un audiómetro manual: el método por encuadre (citado y recomendado en el protocolo de vigilancia sanitaria específica de ruido) y el método ascendente. Estos métodos difieren en la secuencia de los niveles de los tonos de ensayo presentados al trabajador.

En el método ascendente, los sonidos de ensayo consecutivos con niveles ascendentes se presentan hasta que se produce una respuesta y en el método por encuadre se realizaría de la misma forma y ante la respuesta se presentan los sonidos de ensayo con niveles en una secuencia descendente.

Cuando se realizan correctamente, los dos métodos dan prácticamente los mismos niveles liminares de audición.

Las mediciones realizadas utilizando el método ascendente difieren de las efectuadas por el método por encuadre únicamente en el paso 2 de las mediciones que se presentan a continuación:

Paso 1

Se presenta el primer sonido de ensayo a un nivel 10 dB menor que el nivel de respuesta del trabajador durante la sesión de familiarización. Cada vez que el trabajador no responda a un sonido se realizarán incrementos de 5 dB hasta que se produzca una respuesta.

Paso 2

a. Método ascendente.

Tras la respuesta, se disminuye el nivel en pasos de 10 dB hasta que la respuesta desaparezca y se inicia otra serie de incrementos de 5 dB. Se continúa hasta que se produzcan tres respuestas al mismo nivel de un máximo de cinco series ascendentes. Se ha demostrado que una versión abreviada del método ascendente produce resultados casi equivalentes y consistiría en la obtención de dos respuestas al mismo nivel sobre tres series ascendentes. En la consulta de Enfermería del Trabajo sería suficiente con la versión abreviada.

Si se han obtenido menos de dos respuestas al mismo nivel sobre tres series ascendentes (versión abreviada), se presentará un sonido a un nivel de 10 dB por encima del nivel de la última respuesta. A continuación se repite el procedimiento de ensayo general: se disminuyen 10 dB tras una respuesta, se aumentan 5 dB hasta que se produzca una respuesta. Este nivel se define entonces como el nivel liminar de audición.

b. Método por encuadre.

Tras la respuesta, se aumenta el nivel del sonido en 5 dB y se empieza una serie descendente, durante la cual el nivel del sonido se disminuye en pasos de 5 dB hasta que no se produzca ninguna respuesta. Entonces se disminuye el nivel del sonido otros 5 dB y se empieza una nueva serie ascendente a partir de ese nivel. Conviene continuar así hasta que se hayan completado tres series ascendentes y tres series descendentes.

Para este método existe también una versión abreviada que consiste en la omisión de la disminución de 5 dB tras el momento en que no se obtiene ninguna respuesta o en el requerir únicamente dos series ascendentes y dos series descendentes, siempre y cuando la diferencia entre los cuatro niveles mínimos de respuesta no sea superior a 5 dB.

Paso 3

Se procede a la siguiente frecuencia de ensayo comenzando en un nivel considerado como audible, según se ha indicado en las respuestas precedentes y se repite el paso 2. Se finalizan todas las frecuencias de ensayo en un solo oído.

Finalmente se repite la medición a 1.000 Hz. Si los resultados a 1.000 Hz de la medición repetida para ese oído concuerdan en 5 dB o menos con los de las primeras mediciones para el mismo oído, se procede con las frecuencias hacia abajo (500 y 250 Hz) y después se continúa con el otro oído. Si se aprecia una diferencia de 10 dB o más en el nivel liminar de audición, se somete de nuevo a ensayo a las demás otras frecuencias, en el mismo orden, hasta que se obtenga una concordancia de 5 dB o menos.

Paso 4

Se procede hasta que se hayan sometido a ensayo los dos oídos.

a. Limitación de la audiometría tonal liminar en conducción aérea.

Si las mediciones del nivel liminar de audición dan un nivel de audición de 40 dB ó más en uno de los oídos, a no importa que frecuencia, estos resultados se deberían interpretar con prudencia debido al fenómeno de audición por transmisión transcraneal. Podría ser entonces necesario un enmascaramiento contralateral.

e. Cálculo del nivel liminar de audición

Los niveles liminares de audición en cada frecuencia y para cada oído, se deben determinar de acuerdo con los dos siguientes procedimientos, dependiendo del método de medición utilizado.

a. Método ascendente.

Para cada oído y a cada frecuencia, se determina el nivel más bajo para el que se han obtenido las respuestas en más de la mitad de las series ascendentes. Este sería el nivel liminar de audición.

Si los niveles inferiores de respuesta difieren en más de 10 dB a una frecuencia dada, el ensayo se debería considerar de fiabilidad dudosa y se debería repetir. Este hecho se debería anotar en el audiograma.

b. Método por encuadre.

Para cada oído y a cada frecuencia, se calcula la media de los niveles inferiores de respuesta en las series ascendentes y del mismo modo, para las series descendentes. Se determina el valor medio de las dos medias obtenidas. Este valor medio, redondeado al salto de 5 dB más cercano, se considera el nivel liminar de audición.

Si los niveles más bajos de respuesta en las series ascendentes o en las series descendentes se desvían en más de 10 dB los unos de los otros, conviene repetir el ensayo.

f. El audiograma

Los niveles de audición pueden presentarse en forma de tabla o de manera gráfica en forma de audiograma. Para la construcción de la gráfica, una octava en el eje de frecuencias debe corresponder a 20 dB en el eje de los niveles de audición. En abscisas, eje horizontal, se colocan los valores de las frecuencias a explorar desde 125 Hz hasta 8000 Hz (o bien, de 128 a 8192 Hz por intervalos iguales de octava). En las ordenadas, eje vertical y en sentido descendente, están colocadas las pérdidas en dB en relación a la línea cero (0) que representa el umbral normal para las vías ósea y aérea. Esta pérdida

está graduada de 5 en 5 dB hasta 20 por encima y 100 dB por debajo de la línea nivel cero (0) aunque puede variar en función del tipo de audiómetro.

Cuando se requiere una representación gráfica de los niveles liminares de audición, de deben utilizar los símbolos indicados en la **tabla 1**.

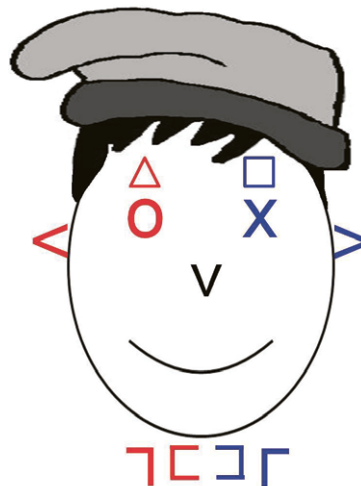
Tabla 1. Símbolos para la representación gráfica de los niveles liminares de audición. Norma ISO 8253-1:2010

| TIPO DE ENSAYO | OÍDO DERECHO | OÍDO IZQUIERDO |
|---|--------------|----------------|
| •Conducción aérea | ○ | × |
| •Ausencia de respuesta | ○ ↘ | × |
| •Conducción aérea (enmascaramiento) | △ | □ |
| •Conducción ósea - apófisis mastoidea | < | > |
| •Conducción ósea - apófisis mastoidea (enmascaramiento) | ⌊ | ⌋ |
| •Conducción ósea - frente (enmascaramiento) | ⌈ | ⌉ |
| •Conducción ósea - frente | V | |

Se puede utilizar un audiograma para cada oído o uno para los dos oídos.

Para anotar los niveles umbrales de audición se utilizarán los siguientes símbolos y colores normalizados (ver **tabla 1**). A modo de resumen, se utiliza el monigote de Fowler⁸, en este caso adaptado a los símbolos de la esta Norma (ver **figura 1**).

Figura 1. Monigote de Fowler modificado (modificación personal)



Si no se presentan respuestas al nivel de salida máximo para el audiómetro, se deberá dibujar una flecha vertical hacia abajo o esta última deberá unirse al extremo inferior exterior del símbolo apropiado (hacia la derecha para símbolos del oído izquierdo y hacia la izquierda para símbolos del oído derecho) y dibujarse hacia abajo y con un ángulo de aproximadamente 45° de la vertical. El símbolo de no respuesta debe colocarse sobre el audiograma al nivel de audición que represente la máxima salida del audiómetro (ver en [tabla 1](#), ausencia de respuesta).

Todos estos símbolos deben figurar en el gráfico de tal forma que el centro del símbolo se encuentre en la intersección del eje de abscisas y de la ordenada correspondiente a la frecuencia y al nivel de audición, respectivamente. Si los niveles umbrales de ambos oídos son los mismos, a una frecuencia cualquiera, y si van a representarse en el mismo audiograma, se traza el símbolo para el oído izquierdo dentro del símbolo para el oído derecho.

Para conformar la curva audiométrica, se unen los diferentes niveles de audición para cada oído. Se utilizará el continuo para la vía aérea y discontinuo para la vía ósea. Los trazos se harán de color rojo para el oído derecho y azul para el oído izquierdo.

Mantenimiento y calibración del audiómetro

La correcta calibración de los audiómetros y de los equipos relacionados es extremadamente importante para la fiabilidad de los resultados de la exploración. Por ello, el equipo audiométrico es esencial que se calibre conforma con la parte pertinente de la Norma ISO 389 y que cumpla con los requisitos de la Norma IEC 60645-1.

Para garantizar este procedimiento, se debería seguir el siguiente esquema, que consiste en tres etapas de procedimientos de calibración y control:

Etapa A: controles de rutina y ensayos subjetivos

El objeto de las comprobaciones rutinarias es el de garantizar, en la medida de lo posible, que el equipo funciona correctamente, que su calibración no se ha alterado de manera significativa y que sus fijaciones, cables y accesorios, no presentan ningún defecto que pudiera alterar negativamente el resultado del ensayo. En esta etapa los instrumentos de medición no son necesarios.

Los elementos más importantes de esta etapa son los ensayos subjetivos que sólo se pueden realizar con éxito por un enfermero con una audición inalterada y preferentemente muy buena.

Las condiciones del ruido de ambiente deberían ser similares a las existentes cuando el equipo está funcionando.

a. Ensayos y procedimientos de comprobación

Las siguientes comprobaciones se deberían realizar con el audiómetro en sus condiciones habituales de funcionamiento. Si se utiliza una cabina, el equipo se debería comprobar tal y como se instala; puede ser necesaria la presencia de un asistente para realizar estos procedimientos. Las comprobaciones cubren entonces las interconexiones entre el audiómetro y el equipo en la cabina, pero se deberían examinar los demás cables de conexión así como cualquier enchufe y toma en la caja de conexiones, así como fuentes potenciales de mal contacto o de mala conexión.

Se recomienda realizar los siguientes procedimientos cada semana a todos los equipos en uso y los comprendidos entre el 1 y el 5 cada día de uso.

1. Se limpia y se examina el audiómetro y todos sus accesorios. Se comprueban las almohadillas de los auriculares, las tomas, los cables de alimentación y los cables accesorios para localizar señales de desgaste o daños. Se deberían sustituir los accesorios dañados o muy gastados.

2. Se enciende el equipo y se respeta el tiempo de precalentamiento recomendado por el fabricante que si no lo especifica, se esperará al menos, 5 minutos para que los circuitos de estabilicen.
3. Se comprueba que la salida del audiómetro es aproximadamente correcta por conducción aérea, barriendo a un nivel de audición suficiente (por ejemplo, 10 ó 15 dB) y buscando tonos “justamente audibles”. Se debe realizar a todas las frecuencias adecuadas para los auriculares.
4. Se comprueban al nivel elevado (por ejemplo, de 60 dB) todas las funciones adecuadas para los dos auriculares a todas las frecuencias utilizadas; se verifica en el oído el buen funcionamiento, la ausencia de distorsión, la inexistencia de ruido de conmutación, etc. Se comprueban los auriculares para garantizar ausencia de distorsión y los malos contactos; se comprueban las tomas y los cables para garantizar que no haya malos contactos. Se verifica que todos los botones de control están bien fijados y que las luces e indicadores funcionan correctamente.
5. Se comprueba que el sistema de respuesta de los trabajadores funciona correctamente.
6. Se escucha a bajos niveles para intentar hallar cualquier signo de ruido o zumbido, sonidos no deseados o variaciones en la calidad del tono cuando se introduce el enmascaramiento. Se verifica que las teclas de interrupción funcionan de manera silenciosa y que los ruidos emitidos por el instrumento no sean audibles en la posición del trabajador.
7. Se verifica la tensión de la banda del arnés de los auriculares, que las articulaciones puedan volver libremente a su posición sin estar excesivamente sueltas. Se comprueba arnés antirruído y articulaciones, por desgaste o fatiga del metal.

Etapa B: controles objetivos periódicos

Las comprobaciones objetivas periódicas consisten en medir y comparar con las normas adecuadas para:

1. Las frecuencias de las señales de ensayo.
2. Los niveles de presión acústica emitidos por los auriculares medidos por un acoplador acústico o en un simulador de oído.
3. Los saltos del atenuador (sobre una parte importante del rango, especialmente por debajo de 60 dB).
4. La distorsión armónica.

Si las frecuencias o los niveles del tono de ensayo se encuentran fuera de calibración, normalmente es posible ajustarlos. En caso contrario, el equipo debe ser objeto de una calibración básica. Cuando se realizan los ajustes de la calibración, se deberían registrar las dos series de mediciones (es decir, antes y después del ajuste).

Cuando se registran los resultados de las mediciones en el equipo, se puede obtener información sobre la deriva de la calibración. Puede ser necesario determinar el intervalo entre los ensayos objetivos mediante la observación de las tendencias que podrían seguir a una deriva de estas características.

Se recomienda adjuntar una etiqueta de control de calibración al equipo, indicando la fecha en la que hay que realizar el próximo control objetivo.

Las comprobaciones objetivas periódicas se deberían realizar cada 3 meses, aunque otros intervalos entre las comprobaciones también pueden ser aceptables, habida cuenta de la experiencia adquirida con el equipo dado, en condiciones de utilización conocidas, siempre y cuando las comprobaciones de la etapa A se apliquen de manera regular y con cuidado. El intervalo máximo entre estas comprobaciones no debería exceder de los 12 meses.

Etapa C: ensayos de calibración básica

Esta calibración se debe realizar por parte de un laboratorio competente. El procedimiento debe ser tal que, tras la realización de la calibración básica, el equipo audiométrico debe cumplir los requisitos aplicables a la Norma IEC 60645-1.

Cuando el equipo es devuelto tras una calibración básica, se debería comprobar de acuerdo con los procedimientos de la etapa A o B, antes de ser puesto de nuevo en servicio.

Los ensayos de calibración básicos no tienen por qué realizarse a intervalos regulares si los controles de las etapas A y B se realizan de manera regular. Los procedimientos de la etapa C se requieren únicamente cuando se produce un fallo o un error serio en el equipo o cuando, tras un largo periodo de tiempo, se sospecha que el equipo no seguirá cumpliendo totalmente con las especificaciones. Sin embargo, puede ser recomendable someter el equipo a este ensayo, por ejemplo, tras cinco años de uso si no se ha realizado un ensayo de estas características durante ese tiempo en el transcurso de una reparación ⁶.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Raboso García-Baquero E, Pantoja Zarza C, Cuesta Carmona J y Álvarez de Cózar F. Audiometrías. Concepto e interpretación. Form Med Contin Aten Prim. 2000; 07 (8):529-537.
2. Otorrinoweb [sede web]. Alicante: otorrinoweb.com [actualizado el 29 de febrero de 2012; varios accesos enero-marzo 2012]. García Ruiz, J. Pruebas funcionales del órgano auditivo. Introducción a la audiometría. Disponible en: <http://www.otorrinoweb.com/oido.html>
3. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Protocolos de vigilancia sanitaria específica: ruido. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones; D.L. 2000.
4. Guisasola Yeregui A, Altuna Mariezkurrena X et al. Protocolo de vigilancia de la salud específica: ruido y silicosis [monografía en internet]. Bilbao: Osalan – Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. Gobierno Vasco [acceso 18 de febrero de 2012]. Disponible en: http://www.osalan.euskadi.net/s94osa0181/es/contenidos/libro/medicina_201201/es_201201/libro.html
5. Norma UNE EN 60645 – 1: 2002. Electroacústica. Equipos audiológicos. Parte 1: Audiómetros de tonos puros.
6. Norma ISO 8253-1: 2010. Acústica. Métodos de ensayo audiométrico. Parte 1: Audiometría de tonos puros por conducción aérea y conducción ósea.
7. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Boletín Oficial del Estado, n.º 97 (23/04/1997).
8. Moliné Marco JL, Solé Gómez MD. Audiometría tonal liminar: exploraciones previas y vía aérea. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 1991. Nota Técnica de Prevención n.º 284.