



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
PETROLEOS MEXICANOS
HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD

**“IMPACTO AUDIOLOGICO POR ENTRENAMIENTO CON ARMA
DE FUEGO
ESTUDIO EN TRABAJADORES DE SERVICIOS ESPECIALES
DE PETROLEOS MEXICANOS”**

T E S I S

QUE PRESENTA:

DRA. MONICA ARLET RODRIGUEZ TIERRAFRIA

PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD EN
MEDICINA DEL TRABAJO

TUTOR DE TESIS:
DRA. GRACIELA DEL RAYO JIMENEZ RUIZ

ASESOR DE TESIS:
DRA. MARIA ELENA SOTO LOPEZ



MEXICO. D.F

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por darme la oportunidad de existir.

A MIS PADRES: Por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

	INDICE	Pág.
I.	INTRODUCCION	5
II.	ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO	
	Ruido	6
	Limites de sensibilidad	7
	Lesión ciliar y celular	8
	Perdida de audición inducida por ruido	9
	Los efectos del ruido	11
	La interferencia con la comunicación y la seguridad	12
	Efectos sobre el rendimiento laboral	14
	Efectos extraauditivos	14
	Audiometría	15
	Trauma acústico	18
	Deterioro auditivo	20
	El ruido en el trabajo. Epidemiología	21
	Deterioro auditivo de origen laboral	23
	Deterioro auditivo de origen no laboral	25
	Necesidades de investigación	25
	Tendencias futuras	26
	Actualidades	27
III.	DEFINICION DEL PROBLEMA	35
IV.	PREGUNTA DE INVESTIGACION	35
V.	JUSTIFICACION	36
VI.	OBJETIVOS	36
VII	HIPOTESIS	37
VIII	DISEÑO DEL ESTUDIO	37
	Criterios de inclusión	38
	Criterios de exclusión	38
	Método de selección de la muestra	40
IX	MATERIAL Y METODOS	40
X	ANÁLISIS ESTADISTICO	42
XI	RESULTADOS	43
XII	CONCLUSIONES	45
XIII	RECURSOS Y LOGISTICA	46
XIV	LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	46

XIII	ANEXOS	47
XIV	FORMULAS Y CALCULOS EPIDEMIOLOGICOS	52
XV	GLOSARIO Y ABREVIATURAS	55
XVI	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61

INTRODUCCIÓN

En los tiempos del hombre primitivo, solo existían sonidos naturales como los de un trueno o el mar, que tienen tonalidad grave, de allí la protección contra sonidos graves de alto volumen, pero con el desarrollo de la maquinaria a partir de la Revolución Industrial, los ruidos intensos y agudos, aparecen y se multiplican de un modo tan veloz que las estructuras del oído humano no han tenido tiempo evolutivo para modificarse y protegerse, quedando así el oído interno sin protección ante sonidos agudos intensos y repetidos. En nuestro medio se puede asegurar que ni los empresarios, ni los trabajadores, han tomado conciencia de la importancia de la prevención del ruido. Recientes investigaciones mencionan que por los altos niveles de ruido, el 75% de los habitantes de ciudades industrializadas padecen algún tipo de deficiencia auditiva; lo más grave es que la gente se acostumbra al ruido nocivo y lo ve como parte natural de su entorno, sin tener noción de que conduce a la sordera. La creciente población de sordos ya no solo es consecuencia del proceso de envejecimiento natural o secuela de enfermedades respiratorias descuidadas, sino por ciertos sonidos que ya son parte de la vida del hombre moderno y siendo que el oído es un órgano que cuando pierde su capacidad auditiva, ya no la puede reestablecer (Roitman).

El Ruido se considera esencialmente cualquier sonido innecesario e indeseable. A partir de la revolución industrial y hasta nuestros días se ha prestado gran atención al ruido como un importante riesgo ocupacional asociado a la pérdida permanente de la capacidad auditiva. Actualmente el ruido es el riesgo laboral de mayor prevalencia; por lo que se señala como un verdadero problema de salud pública, tanto por sus efectos auditivos como por

los extra-auditivos. Se estima que más de 35 millones de trabajadores en USA están expuestos a ruido en su sitio de trabajo (Ladou) y alrededor de 2 millones con edades entre 50 y 59 años tienen pérdida auditiva indemnizable, atribuida a la exposición a niveles de ruido excesivo (Zenz).

Por ello, el énfasis en esta problemática para poder identificar y prevenir la exposición a ruido en nuestros trabajadores para otorgarles una mejor calidad de vida.

MARCO TEÓRICO

Ruido

Las Normas Oficiales Mexicanas 011 y 080 STPS, lo definen como un sonido no grato o combinación de sonidos no coordinados que producen una sensación desagradable, o que lo identifica como cualquier sonido que interfiera o impida alguna actividad humana. Sonido es la vibración acústica capaz de producir una sensación audible, la cual es agradable al oído humano. Desde el punto de vista físico, el sonido consiste en movimiento ondulatorio percibido por el oído, el cual empieza por una perturbación mecánica. Las vibraciones de la fuente sonora hacen que se formen ondas que se propagan en todas direcciones. Así el sonido es un movimiento ondulatorio que provoca cualquier variación la presión (aire, agua u otro medio) que el oído humano puede detectar. ¹

Los sonidos pueden diferenciarse por tres cualidades que son la amplitud, que determina la intensidad; la longitud de onda, que determina la altura o tono del sonido y por ultimo la forma, que determina el timbre. La intensidad sonora depende de la amplitud que tenga la vibración de un foco sonoro, así podemos clasificar los sonidos en fuertes y débiles. El tono es una cualidad mediante la cual podemos distinguir 2 sonidos de igual intensidad e idéntico tono que han sido emitidos por focos sonoros diferentes. El timbre de un sonido se relaciona con el hecho de que casi nunca un sonido es puro, es decir, un sonido nunca corresponde a una onda pura, sino que dependiendo del tono. ²

Para la NOM 011STPS1993, ruido es todo aquel sonido cuyo nivel de presión acústica en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores, puede ser nocivo a la salud o bienestar. Existen 4 formas o tipo de ruido: ruido estable, ruido inestable, ruido fluctuante, ruido impulsivo. ³

Límites de sensibilidad

La vibración mecánica induce cambios de potencial en las células del oído interno, las vías de conducción y los centros nerviosos superiores. Sólo se perciben las frecuencias de 16 Hz–25.000 Hz y las presiones de sonido de 0 dB. La gama de presiones sonoras que pueden percibirse es de una amplitud enorme.

El umbral de discriminación de frecuencias, que es la diferencia mínima detectable en la frecuencia. Si la frecuencia de dos sonidos se diferencia muy poco, sólo se oirá un tono. La frecuencia percibida será un promedio de los dos tonos de origen, pero su nivel de presión sonora es variable. Si dos estímulos acústicos tienen frecuencias similares con intensidades diferentes se produce un efecto de enmascaramiento. Si la diferencia en la presión sonora es lo suficientemente grande, el enmascaramiento será completo y sólo se percibirá el sonido más alto. La notable capacidad de resolución de los estímulos acústicos en los seres humanos se explica por la descomposición de frecuencias en el oído interno y el análisis de estas en el cerebro.

Lesión ciliar y celular

El movimiento ciliar inducido por los estímulos acústicos intensos puede superar la resistencia mecánica de los cilios y provocar la destrucción de las células ciliadas. Como el número de estas células es limitado y no pueden regenerarse, cualquier pérdida celular será permanente y, si la exposición al estímulo sonoro dañino continúa, tendrá un carácter progresivo. El efecto último de la lesión ciliar es el desarrollo de un déficit auditivo.

Las células ciliadas externas son las más sensibles al sonido, a la anoxia, los medicamentos ototóxicos y los agentes químicos, por lo tanto, son las primeras en perderse. En las células ciliadas externas afectadas o con estereocilios dañados sólo permanecen operativos los fenómenos hidromecánicos pasivos.

La destrucción de los cilios en las células ciliadas externas hace aumentar el umbral de audición en 40 dB.

La exposición al ruido, sobre todo si es reiterada y prolongada, puede afectar al metabolismo de las células del órgano de Corti y a las sinapsis aferentes localizadas bajo las células ciliadas internas. Entre los efectos extraciliares descritos se encuentran la modificación de la ultraestructura celular (retículo, mitocondria, lisosomas) y, postsinápticamente, hinchazón de las dendritas aferentes. La hinchazón dendrítica probablemente se deba a la acumulación tóxica de neurotransmisores como resultado de la actividad excesiva de las células ciliadas internas. La extensión de la lesión estereociliar parece determinar si la pérdida auditiva es temporal o permanente.

Pérdida de audición inducida por el ruido

La exposición al ruido es la causa de alrededor de un tercio de los 28 millones de casos de sordera en Estados Unidos, y el nacional Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) informa que el 14 % de los trabajadores americanos están expuestos a niveles de sonido potencialmente peligrosos, por encima de 90 dB.

La exposición al ruido es la exposición profesional dañina más común y constituye la segunda causa, después de los efectos del envejecimiento, de pérdida de audición. No debe olvidarse la contribución de la exposición no

profesional, como sucede en algunos talleres domésticos, o con la música demasiado alta, sobre todo con el uso de auriculares, armas de fuego, etc.

Lesión aguda inducida por ruido. Los efectos inmediatos de la exposición a los estímulos sonoros de alta intensidad (por ejemplo, explosiones) son la elevación del umbral de audición, la rotura del tímpano y la lesión traumática del oído medio e interno (luxación de los huesecillos, lesión coclear o fístulas).

Variación temporal del umbral. La exposición al ruido provoca un descenso de la sensibilidad de las células sensoriales auditivas proporcional a la duración e intensidad de la exposición. En los estadios más precoces, este aumento del umbral de audición, conocido como *fatiga auditiva* o *variación temporal del umbral* (VTU), es totalmente reversible, pero persiste durante algún tiempo después de finalizar la exposición. La fatiga a corto plazo desaparece en menos de dos minutos. La fatiga a largo plazo se caracteriza por la recuperación en más de dos minutos y menos de 16 horas, un límite establecido de forma arbitraria según los resultados de los estudios sobre la exposición al ruido industrial. En general, la fatiga auditiva es función de la intensidad, duración, frecuencia y continuidad del estímulo. Los patrones de exposición intermitente son menos nocivos que los patrones continuos. La gravedad de la VTU aumenta unos 6 dB cada vez que se duplica la intensidad del estímulo. Por encima de una intensidad específica de exposición (el nivel crítico), este índice aumenta, sobre todo si la exposición se produce a ruidos por impulsos. Debido a las características de la función de transferencia de oído medio e interno, las frecuencias bajas son las que mejor se toleran. Los estudios sobre la exposición a tonos puros indican que, según aumenta la intensidad del estímulo, la frecuencia en la que la VTU es mayor cambia de forma progresiva a frecuencias superiores a las del estímulo. Los

sujetos expuestos a un tono puro de 2.000 Hz desarrollan una VTU que es máxima aproximadamente a 3.000 Hz. Se cree que el responsable de este fenómeno es el efecto del ruido sobre las células ciliadas externas. El trabajador que muestra una VTU se recupera hasta alcanzar los valores auditivos basales a las pocas horas de cesar la exposición al ruido. Sin embargo, la exposición reiterada disminuye el grado de recuperación y produce una pérdida auditiva permanente.

Variación permanente del umbral. La exposición a estímulos sonoros de alta intensidad durante varios años puede provocar una pérdida auditiva permanente. Esto se conoce como variación permanente del umbral (VPU). La VPU se caracteriza por una degeneración de las células ciliadas, que comienza con alteraciones histológicas ligeras pero termina finalmente en una destrucción celular completa. Lo más probable es que la pérdida auditiva afecte a las frecuencias a las que el oído es más sensible. Esto explica por qué la pérdida auditiva a 4.000 Hz es el primer signo de pérdida de audición de origen profesional. Se ha observado una interacción entre la intensidad del estímulo y la duración, e internacionalmente se acepta que el grado de pérdida de audición está en función de la energía acústica total recibida por el oído (dosis de ruido). El desarrollo de una pérdida auditiva inducida por el ruido muestra una sensibilidad individual. La mayor parte de la lesión ciliar producida con intensidades de estímulo altas afecta a células que son sensibles a la frecuencia del estímulo.

Los individuos con VPU no suelen mostrar síntomas al principio. Según progresa la pérdida auditiva, comienzan a tener dificultades para seguir una conversación en entornos ruidosos como fiestas o restaurantes. La progresión,

que al principio suele afectar a la capacidad para percibir sonidos agudos, suele ser indolora y relativamente lenta.

Los efectos del ruido

Los efectos nocivos son los acúfenos (sensación de zumbido en los oídos), la interferencia en la comunicación hablada y en la percepción de las señales de alarma, las alteraciones del rendimiento laboral, las molestias y los efectos extraauditivos. En la mayoría de las circunstancias, la protección de la audición de los trabajadores debe servir de protección contra la mayoría de estos otros efectos.

Los acúfenos son un proceso que acompaña frecuentemente a las pérdidas auditivas temporales o permanentes inducidas por ruido. A menudo descrito como “sensación de zumbido en los oídos”, puede ser suave en algunos casos y severo en otros. Algunas personas dicen sentir más molestias por este zumbido que por el deterioro auditivo. Es probable que las personas que sufren de acúfenos noten éstos más en un ambiente silencioso. Es una señal de que se han irritado las células sensoriales del oído interno. Suele preceder a una pérdida auditiva inducida por ruido y, por consiguiente, es una importante señal de aviso.

Los trabajadores industriales pueden sentirse molestos o irritados por el ruido de su lugar de trabajo. Estas molestias pueden estar relacionadas con el entorpecimiento de la comunicación hablada y del rendimiento laboral y una auténtica aversión al ruido. A veces, esta aversión es tan fuerte que impulsa a algunos trabajadores a buscar empleo en otra parte, si bien no siempre se presenta esa oportunidad. Después de un período de adaptación, la mayoría de

ellos no parecerán sentirse tan molestos, pero posiblemente sigan quejándose de fatiga, irritabilidad e insomnio.

La interferencia con la comunicación y la seguridad

El ruido puede entorpecer o “enmascarar” la comunicación hablada y las señales de alarma. Muchos procesos industriales pueden llevarse a cabo sin problemas con un mínimo de comunicación entre los trabajadores. Sin embargo, otros trabajos, como los realizados por pilotos de compañías aéreas, ingenieros ferroviarios, comandantes de carros blindados y muchos otros, dependen en gran medida de la comunicación hablada. Algunas de estas personas utilizan sistemas electrónicos que suprimen el ruido y amplifican la voz. En muchos casos, los trabajadores no pueden hacer nada más que arreglárselas, esforzándose por comprender y comunicarse por encima del ruido, con gritos o señales. A veces, desarrollan afonías o incluso padecen nódulos u otras anomalías en las cuerdas vocales por forzar la voz en exceso. La experiencia demuestra que con niveles de ruido superiores a 80 dB es preciso hablar muy alto y por encima de 85 dB hay que gritar. Con niveles muy superiores a 95 dB, hay que acercarse al interlocutor para poder comunicarse.

Es bien sabido que el ruido puede entorpecer la seguridad, pero este problema sólo ha sido documentado por un número muy limitado de estudios (Moll van Charante y Mulder 1990; Wilkins y Acton 1982). Sin embargo, se han recibido numerosos informes que muestran que la ropa y las manos de los trabajadores han quedado atrapadas en máquinas y éstos han sufrido graves lesiones mientras sus compañeros de trabajo eran ajenos a sus gritos de auxilio. Para evitar los fallos de comunicación en ambientes ruidosos, algunas empresas han instalado

dispositivos visuales de aviso. Otro problema, más reconocido por los propios trabajadores, es que los protectores auditivos entorpecen a veces la percepción de las palabras y de las señales de alarma, sobre todo cuando ya se padece una pérdida auditiva y los niveles de ruido son inferiores a 90 dB (Suter 1992). Es importante prestar atención a implantar controles técnicos del ruido o mejorar el tipo de protección que se ofrece, como los protectores incorporados en un sistema electrónico de comunicación. Además, ya existen protectores auditivos con una respuesta en frecuencia más plana, de más “alta fidelidad”, que pueden mejorar la capacidad para comprender las palabras y las señales de aviso.

Efectos sobre el rendimiento laboral

El ruido suele tener escasos efectos sobre el rendimiento de trabajos repetitivos y monótonos e incluso lo mejora en algunos casos si es de nivel bajo o moderado. En cambio, los niveles de ruido altos pueden degradar el rendimiento laboral, sobre todo si la tarea es complicada o requiere hacer varias cosas a la vez. El ruido intermitente tiende a ser más perjudicial que el ruido continuo, sobre todo cuando los períodos de ruido son impredecibles e incontrolables. Algunas investigaciones indican que en los ambientes ruidosos es menos probable que las personas se ayuden unas a otras y más probable que presenten comportamientos antisociales. (Suter 1992.)

Efectos extraauditivos

El ruido puede afectar a todo el sistema fisiológico, haciendo que el cuerpo responda de un modo que puede ser perjudicial a largo plazo. Estos cambios persisten con la exposición a un nivel de ruido alto, aunque la persona se crea “adaptada” al ruido. La mayoría de estos efectos parecen transitorios, pero con la

exposición continuada algunos han demostrado ser crónicos en animales de laboratorio. Varios estudios de trabajadores industriales apuntan en la misma dirección, mientras que otros estudios no muestran efectos significativos (Rehm 1983; van Dijk 1990). Las pruebas son probablemente más claras en el caso de los efectos cardiovasculares, como el aumento de la presión arterial o los cambios en la química sanguínea. Una importante serie de estudios de laboratorio demostró la existencia de niveles crónicos de hipertensión arterial en animales a consecuencia de la exposición a un nivel de ruido de 85 a 90 dBA, que no volvieron a la normalidad al cesar la exposición (Peterson y cols. 1978, 1981 y 1983).

Los estudios de química sanguínea muestran aumentos de los niveles de las catecolaminas adrenalina y noradrenalina debidos a la exposición al ruido (Rehm 1983) y en una serie de experimentos realizados por investigadores alemanes se halló una conexión entre la exposición al ruido y el metabolismo del magnesio en seres humanos y animales (Ising y Kruppa 1993). Como los efectos extraauditivos del ruido tienen la mediación del sistema auditivo, lo que significa que es necesario oír el ruido para que se produzcan efectos perjudiciales, un protector auditivo correctamente colocado debe reducir la probabilidad de que se produzcan estos efectos del mismo modo que lo hace con la pérdida auditiva.

Audiometría

La audiometría es la prueba para detectar y evaluar la pérdida auditiva. Se utiliza un aparato conocido como audímetro para determinar el umbral auditivo de los individuos a tonos puros de 250-8.000 Hz y niveles de sonido entre -10 dB (el umbral de audición de los oídos intactos) y 110 dB (lesión máxima). Para eliminar

los efectos de las VTU, los pacientes no deben haber sido expuestos a ruidos en las 16 horas previas.

La conducción aérea se determina con unos auriculares colocados en los oídos y la conducción ósea, colocando un diapasón en el cráneo por detrás del pabellón auricular.

La audición de cada oído se determina por separado y los resultados de las pruebas se describen en una gráfica conocida como audiograma. El umbral de inteligibilidad, esto es, la intensidad de sonido a la que se entiende el habla, se determina mediante una prueba complementaria conocida como audiometría vocal, basada en la capacidad para entender palabras compuestas de dos sílabas de igual intensidad (por ejemplo, pastor, cena, genial).

La comparación entre la conducción aérea y la ósea permite clasificar las pérdidas auditivas como de transmisión (las que afectan al conducto auditivo externo o al oído medio) o neurosensoriales (afectación del oído interno o del nervio auditivo).

El audiograma que se observa en los casos de pérdida auditiva inducida por el ruido se caracteriza por la aparición de pérdida auditiva a 4.000 Hz, visible como un descenso marcado en el audiograma. Si la exposición a los niveles excesivos de ruido continúa, las frecuencias cercanas se afectan de forma progresiva y la depresión en la curva se ensancha e incluye frecuencias de hasta 3.000 Hz, con lo que se comprometen las frecuencias esenciales para la comprensión de la conversación. La pérdida auditiva inducida por el ruido suele ser bilateral y muestra un patrón similar en ambos oídos. No obstante, puede haber lesión asimétrica en casos de exposición no uniforme, por ejemplo, en los tiradores

(utilización de arma de fuego), en los que la pérdida auditiva es mayor en el lado contrario al del dedo que dispara (el lado izquierdo, en una persona diestra).

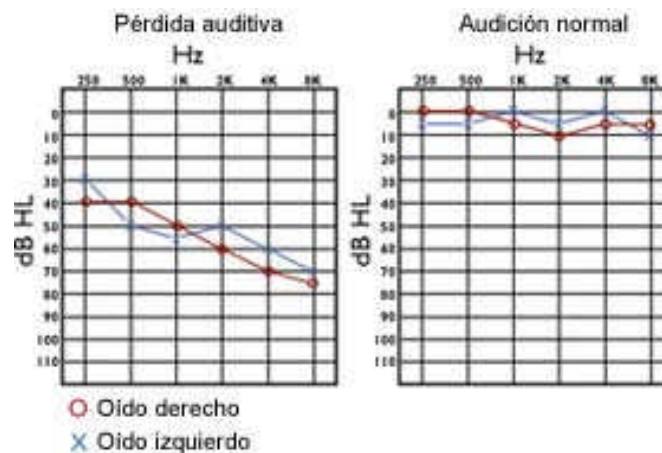
Los umbrales de audición aumentan de forma progresiva con la edad y se afectan más las frecuencias más altas. Con este tipo de pérdida auditiva no se observa el característico descenso a 4.000 Hz observado en la pérdida auditiva inducida por el ruido.⁴

El audiómetro tonal es un dispositivo electrónico que produce sonidos relativamente libres de ruido o de energía sonora en sobretonos, de allí el nombre de tonos “puros”. Se dispone de una selección de tonos que se acercan a las relaciones de las octavas de do (C): 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz. El audiómetro tiene tres partes esenciales:

- 1) un oscilador de frecuencia variable para producir sonidos,
- 2) un atenuador para permitir variaciones de intensidad
- 3) y un transductor (audífonos o un vibrador para hueso) para convertir la energía eléctrica en acústica.

Hay dos fuentes de sonido. Una previene de los audífonos aplicados con firmeza contra los oídos por una banda cefálica. Se estudia cada oído por separado y se grafican los resultados como el audiograma de conducción aérea. La segunda fuente de sonido es un oscilador o vibrador para conducción ósea que se coloca en contacto estrecho con la mastoides, mediante una banda. El vibrador hace oscilar al cráneo, con agitación consecuente de los líquidos cocleares. Los resultados que se representan como audiograma de conducción ósea, reflejan las condiciones que guarda la porción auditiva del sistema nervioso. El objetivo de la medición consiste en determinar la cifra de intensidad mínima en decibeles que puede oírse para cada frecuencia de audición. La cifra umbral de audición

derivada para un paciente se compara con el cero, este es el umbral promedio de una gran muestra de adultos jóvenes sin síntomas auditivos. El cero representa un valor promedio de sensibilidad umbral; debe contarse con intensidades menores para medir audición aun más sensible. Las intensidades del audiómetro varían de -10 hasta 110 decibeles. Si alguien requiere 45 dB de intensidad por arriba de lo normal para percibir un sonido en particular, su cifra umbral de audición es de 45 dB, si la sensibilidad es más cercana a lo normal y requiere incremento de solo 20 dB sobre lo normal, el umbral es de 20 dB. Las mediciones se registran por separado para cada oído; en las abscisas se muestra la frecuencia y en las ordenadas la intensidad. Los símbolos convencionales son: los símbolos de conducción aérea están conectados por una línea continua y los de conducción ósea están conectados por una línea discontinua. Cuando se emplea color debe usarse rojo para símbolos de oído derecho y líneas de conexión y azul para el izquierdo. ⁵ (Fig.1)



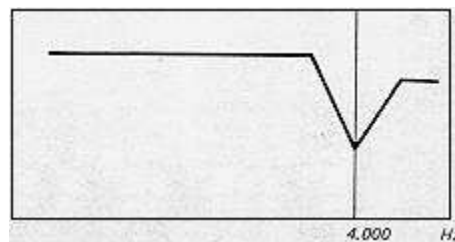
Trauma acústico

Del trauma sonoro nos interesa estudiar particularmente su intensidad y su grado de agresividad en las distintas frecuencias, produciendo unas pérdidas auditivas parciales o globales y dando por lo tanto una sordera más o menos

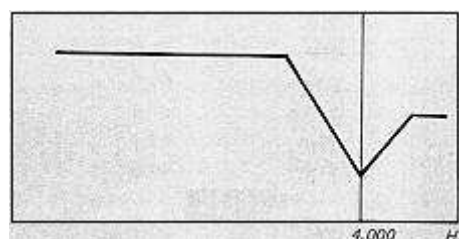
intensa que comporte tomar una decisión de incapacidad laboral (si este trauma es producido por ruido laboral).⁶

Trauma acústico se considera toda lesión producida en el oído interno determinada por impactos sonoros persistentes, los agudos son peores que los graves y de estos el tono 8000 es el que más lesiones produce. El trauma acústico esta en relación directa con la duración y la intensidad del ruido. Generalmente se necesitan más de 90dB para producir un trauma, pues el oído hasta estas intensidades tiene suficientes mecanismos de protección. Larsen considero 3 grados audiométricamente:

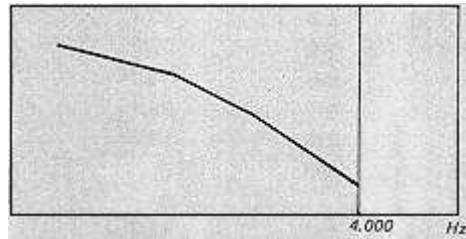
Primer grado: al comienzo no tiene ningún trastorno auditivo y se oye bien la palabra hablada, pero el audiograma muestra una caída entre 20 y 30 dB en el tono 4000, de una octava de extensión o menos, pero que levanta otra vez en el extremo tonal agudo. (Fig. 3)



Segundo grado: el audiograma muestra un mayor descenso del umbral, la hipoacusia es manifestada, la pérdida es de unos 40 dB y abarca unas 2 octavas, cayendo más en las frecuencias agudas. (Fig. 4)



Tercer grado: la caída de la curva es acentuada, hay acúfenos y reclutamiento intenso, el umbral decrece hasta 60 dB o más, abarcando gran extensión de la zona tonal.⁵ (Fig. 5)



Deterioro auditivo

El deterioro auditivo inducido por ruido es muy común, pero a menudo se subestima porque no provoca efectos visibles ni dolor alguno. Sólo se produce una pérdida de comunicación gradual y progresiva con familiares y amigos, y una pérdida de sensibilidad a los sonidos del entorno, como el canto de los pájaros o la música. La capacidad de oír correctamente suele darse por supuesta hasta que se pierde. Estas pérdidas pueden ser tan graduales que pasan inadvertidas hasta que el deterioro resulta discapacitante. La primera señal suele ser que los demás parecen no hablar tan claramente como solían. La persona afectada tiene que pedir a los demás que le repitan y a menudo observa cómo éstos se molestan por su aparente falta de consideración. Con frecuencia tiene que decir a su familia y amigos cosas como: “No me grites. Te oigo, pero es que no entiendo lo que dices.” A medida que aumenta la pérdida auditiva, el afectado comienza a retraerse de las relaciones sociales. Los actos religiosos, las reuniones cívicas, las reuniones sociales o los espectáculos comienzan a perder su atractivo y la persona prefiere quedarse en casa. El volumen de la televisión se convierte en motivo de conflicto y, a veces, obliga a otros miembros de la familia a salir de la habitación. Con el tiempo, la presbiacusia, o pérdida de capacidad auditiva que

acompaña de manera natural al proceso de envejecimiento, se suma a la deficiencia auditiva. Finalmente, la situación puede llegar a tal punto que el afectado sólo se comunique con sus familiares o amigos con grandes dificultades, y es entonces cuando se encuentra realmente aislado.

El ruido en el trabajo. Epidemiología

El ruido es uno de los peligros laborales más comunes. En Estados Unidos, más de 9 millones de trabajadores se ven expuestos diariamente a niveles de ruido medio de 85 dB. Existen aproximadamente 5,2 millones de trabajadores expuestos a niveles de ruido aún mayores en entornos de fabricación y empresas de agua, gas y electricidad, lo cual representa alrededor del 35 % del número total de personas que trabajan en el sector de fabricación en Estados Unidos.

Los niveles de ruido peligrosos se identifican fácilmente y en la gran mayoría de los casos es técnicamente viable controlar el exceso de ruido aplicando tecnología comercial, remodelando el equipo o proceso o transformando las máquinas ruidosas. Pero con demasiada frecuencia, no se hace nada. Hay varias razones para ello.

En primer lugar, aunque muchas soluciones de control del ruido son notablemente económicas, otras son muy caras, en particular cuando hay que conseguir reducciones a niveles de 85 u 80 dB. Una razón muy importante de la ausencia de programas de conservación de la audición y de control del ruido es que, lamentablemente, el ruido suele aceptarse como un “mal necesario”, una parte del negocio, un aspecto inevitable del trabajo industrial. El ruido peligroso no derrama sangre, no rompe huesos, no da mal aspecto a los tejidos y, si los trabajadores pueden aguantar los primeros días o semanas de exposición, suelen

tener la sensación de “haberse acostumbrado” al ruido. Sin embargo, lo más probable es que hayan comenzado a sufrir una pérdida temporal de la audición, que disminuye su sensibilidad auditiva durante la jornada laboral y que a menudo persiste durante la noche. Esa pérdida auditiva avanza luego de manera insidiosa, ya que aumenta gradualmente a lo largo de meses y años, y pasa en gran medida inadvertida hasta alcanzar proporciones discapacitantes.

La opinión que suele tenerse de las personas que sufren deterioros auditivos es que están avejentadas y son mentalmente lentas e incompetentes en términos generales, y quienes corren el riesgo de sufrir este tipo de deterioro son reacios a reconocer ni su deficiencia ni el riesgo por miedo a ser estigmatizados. Esto es muy de lamentar, porque la pérdida auditiva inducida por ruido llega a ser permanente y, sumada a la que se produce a consecuencia de la edad, puede dar lugar a cuadros de depresión y aislamiento en personas de mediana edad y mayores.

El ruido es especialmente imperante en las industrias de fabricación. El Departamento de Trabajo de Estados Unidos ha calculado que el 19,3 % de las personas que trabajan en entornos de fabricación y empresas de agua, gas y electricidad se ven expuestas diariamente a niveles medios de ruido de 90 dB o más, el 34,4 % a niveles superiores a 85 dB, y el 53,1 % a niveles superiores a 80 dB. Es probable que los niveles sean algo mayores en los países menos desarrollados, donde no se utilizan tanto los controles técnicos, y algo inferiores en países con programas de control del ruido más rigurosos. Muchos trabajadores de todo el mundo experimentan exposiciones muy peligrosas, muy por encima de los 85 o 90 dB. Por ejemplo, el Departamento de Trabajo de Estados Unidos ha calculado que, sólo en las industrias de fabricación, casi medio millón de

trabajadores se ven expuestos diariamente a niveles medios de ruido de 100 dB o más, y más de 800.000 a niveles de entre 95 y 100 dB.

Deterioro auditivo de origen laboral

El deterioro auditivo inducido por ruido suele considerarse enfermedad laboral, no lesión, porque su progresión es gradual. Es muy raro que se produzca una pérdida auditiva inmediata y permanente por efecto de un incidente ensordecedor, como una explosión, o un proceso muy ruidoso. En tales casos, se entiende que se trata de una lesión y se habla de “traumatismo acústico”. Lo habitual, es que se produzca una lenta disminución de la capacidad auditiva a lo largo de muchos años. El grado de deterioro dependerá del nivel del ruido, de la duración de la exposición y de la sensibilidad del trabajador en cuestión.

Lamentablemente, no existe tratamiento médico para el deterioro auditivo de carácter laboral; sólo existe la prevención. Los efectos del ruido sobre la audición están bien documentados y no hay mucho lugar a la controversia en lo que respecta al nivel de ruido continuado que provoca diversos grados de pérdida auditiva (ISO 1990). Es también indiscutible que el ruido intermitente produce pérdida auditiva. No obstante, los períodos de ruido que son interrumpidos por períodos de silencio pueden ofrecer al oído interno una oportunidad de recuperarse de una pérdida auditiva temporal y, por consiguiente, son algo menos peligrosos que el ruido continuado. Tal situación, es aplicable principalmente a los trabajos que se desarrollan en exteriores, pero no a ambientes interiores como las fábricas, donde son raros los necesarios intervalos de silencio (Suter 1993). El ruido de impulso, como el producido por las armas de fuego perjudica la audición. Existen incluso pruebas de que entraña más peligro que otros tipos de ruido (Dunn

y cols. 1991; Thiery y Meyer-Bisch 1988). El grado de daño dependerá principalmente del nivel y la duración del impulso, y puede empeorar si existe un ruido continuado de fondo. También hay pruebas de que las fuentes de ruido de impulso de alta frecuencia son más perjudiciales que las de baja frecuencia (Hamernik, Ahroon y Hsueh 1991; Price 1983).

Un buen programa de pruebas audiométricas permitirá identificar estas pérdidas auditivas temporales y proponer medidas preventivas antes de que se conviertan en permanentes. Existen pruebas experimentales de que varios agentes industriales son tóxicos para el sistema nervioso y producen pérdidas auditivas en animales de laboratorio, especialmente si se presentan en combinación con ruido (Fechter 1989). Entre estos agentes cabe citar a) metales pesados peligrosos, como los compuestos de plomo y trimetilina; b) disolventes orgánicos, como el tolueno, el xileno y el disulfuro de carbono, y c) un asfixiante, el monóxido de carbono. Las investigaciones realizadas recientemente con trabajadores industriales (Morata 1989; Morata y cols. 1991) sugieren que algunas de estas sustancias (el disulfuro de carbono y el tolueno) pueden incrementar el potencial nocivo del ruido. También existen pruebas de que ciertos fármacos que ya son tóxicos para el oído pueden incrementar los efectos perjudiciales del ruido (Boettcher y cols. 1987). Cabe citar ciertos antibióticos y agentes quimioterápicos.

Deterioro auditivo de origen no laboral

Es importante comprender que el ruido en el trabajo no es la única causa de pérdida auditiva inducida por ruido entre los trabajadores. Hay también fuentes de ruido extralaborales que producen lo que a veces se llama “socioacusia” y cuyos efectos sobre la audición son imposibles de diferenciar de aquellos otros. Como

ejemplos cabría citar las herramientas para el trabajo de la madera, las sierras de cadena, las motocicletas sin silenciador, la música a gran volumen y las armas de fuego. Disparar frecuentemente con armas de gran calibre (sin protección auditiva) puede contribuir de manera significativa a la pérdida auditiva inducida por ruido, mientras que cazar ocasionalmente con armas de menor calibre tiene menos probabilidades de causar daños. La exposición a ruidos no laborales y la socioacusia resultante tienen importancia porque esta pérdida auditiva se suma a la que puede sufrirse por la exposición a fuentes de ruido de carácter laboral.

Necesidades de investigación

Hace ya unos 30 años que se elaboraron criterios relativos a los efectos del ruido continuo, variable e intermitente, que en lo esencial permanecen inalterados. La situación no es la misma para el ruido de impulso. Para una misma energía sonora y a niveles relativamente bajos, el ruido de impulso parece no ser más perjudicial que el ruido continuo. Pero a niveles altos parece ser más perjudicial, sobre todo si se sobrepasa un nivel crítico. Es necesario continuar investigando para definir con más exactitud la forma de la curva de daño/riesgo. Los efectos combinados del ruido y de los fármacos ototóxicos se conocen bastante bien, crece la preocupación por la combinación del ruido con los productos químicos industriales. Los disolventes y otros agentes parecen aumentar su carácter neurotóxico cuando la exposición a ellos se combina con altos niveles de ruido. Los trabajadores expuestos al ruido en el sector de la fabricación y en las fuerzas armadas reciben en todo el mundo la mayor atención. Los trabajadores de la minería, la construcción, la agricultura y el transporte están también expuestos a niveles peligrosos de ruido. Hay que evaluar las necesidades singulares asociadas

a estos puestos de trabajo y que extender a ellas las medidas de control del ruido y otros aspectos de los programas de conservación de la audición.

Es preciso elaborar métodos de evaluación sencillos al alcance de empresas grandes o pequeñas, o que dispongan de recursos mínimos. Aunque existe la tecnología necesaria para eliminar la mayoría de los problemas de ruido, se observan grandes lagunas en su aplicación. Es necesario desarrollar métodos para suministrar información sobre cualesquiera soluciones de control del ruido a todos los que la necesiten. Es preciso informatizar los datos sobre control del ruido y ponerlos a disposición no sólo de los usuarios de los países en desarrollo, sino también de las naciones industrializadas.

Tendencias futuras

Entre los países de la Unión Europea se evidencia una tendencia muy acentuada a la normalización del ruido. Este proceso incluye la elaboración de normas relativas a las emisiones de ruido de productos y a la exposición al ruido. Los países en desarrollo parecen encontrarse en vías de adoptar y revisar normas en materia de ruido. Estas normas tienden al conservadurismo, ya que apuntan a un límite de exposición permisible de 85 dB.

Queda abierta la cuestión de hasta qué punto se aplicarán estas normas, sobre todo en economías incipientes. Algunos países en desarrollo tienden a concentrarse en el control del ruido por métodos técnicos, en lugar de abordar las complejidades de las pruebas audiométricas, los protectores auditivos, la formación y el mantenimiento de registros. En ocasiones habrá que complementarlo con la utilización de protectores auditivos para reducir la exposición a niveles seguros.¹

Actualidades

Se estima que un tercio de la población mundial padece algún grado de hipoacusia causada por exposición a ruidos de alta intensidad, niveles excesivamente altos que son potencialmente nocivos para la audición.

La pérdida auditiva ocasionada por un ruido se divide clásicamente en dos:

- 1) Trauma acústico, que es causado por un ruido único, de corta duración pero de muy alta intensidad (por ej. una explosión) y resulta en una pérdida auditiva repentina y generalmente dolorosa.
- 2) Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido, por exposición crónica a ruidos de no tan alta intensidad; el mecanismo por el cual esta exposición causa lesión no es muy bien conocido, pero también hay destrucción de las estructuras del oído medio. Generalmente se acompaña de otros síntomas tales como acúfenos, disminución de la capacidad de discriminación, distorsión de los sonidos.

Estudios más recientes han demostrado que la interacción del ruido con un ambiente contaminado con monóxido de carbono, y muchas otras sustancias utilizadas en la fabricación de plásticos y resinas, producen una pérdida auditiva más permanente y profunda la exposición a sonidos de infra y ultrafrecuencia que normalmente no son percibidos por el oído humano, pero que generan un estímulo vibratorio que deteriora la función coclear. ⁷

Los petardos pueden producir fácilmente niveles sonoros muy altos, siendo el ruido que producen de carácter impulsivo. Tienen un comportamiento transitorio muy rápido. Aunque el oído humano tiene varias protecciones naturales contra el

ruido, ninguna de ellas es capaz de contrarrestar este tipo de ruido. Los mecanismos protectores requieren tiempos considerables para actuar. Por ejemplo, en el oído medio hay un músculo que, 200 ms después del comienzo de un ruido intenso, reacciona restringiendo su transmisión hacia los delicados mecanismos del oído interno. Sin embargo, 200 ms es demasiado tiempo cuando el ruido en cuestión es impulsivo. Esto implica, por lo tanto, que sin una adecuada protección auditiva el oído queda expuesto a estímulos que podrían causar daños auditivos irreversibles como el trauma acústico, los acúfenos y diversos grados de sordera. Al igual que con las armas de fuego, los niveles de presión sonora involucrados alcanzan los 150 dB o más. La Organización Mundial de la Salud sugiere que los ruidos de impulso no deberían superar los 140 dB. Su sonido se asemeja demasiado al de un disparo de arma de fuego.⁸

En los sujetos expuestos a ruido de impacto. Hay evidencia de una afectación coclear prácticamente limitada a la zona más basal de la cóclea cuando la presentación de ruido es en forma aguda o de impacto (armas de fuego). Y se manifiesta en el audiograma con la morfología de escotoma en frecuencias 3-4 Hz.⁹

El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) y la comunidad de salud y seguridad ocupacional citaron la pérdida del oído como uno de los 21 temas prioritarios de investigación de este siglo. Aproximadamente 30 millones de trabajadores son expuestos al ruido peligroso en el trabajo, y 9 millones más corren el riesgo de perder el oído. Las industrias con muchos trabajadores expuestos son los que trabajan en la agricultura, la minería, la

construcción, la manufacturación y las empresas de servicios públicos, el transporte, y las fuerzas armadas. No existen datos exhaustivos sobre el impacto económico que representa la pérdida del oído. En el estado de Washington, la indemnización para la incapacidad laboral por la pérdida del oído costó \$4.8 millones de dólares en 1991 (esta cifra no incluye los costos médicos). Se calcula que la incapacidad laboral por la pérdida del oído implica un costo de 242.4 millones de dólares al año. Esta cifra no incluye los costos médicos ni personales. En Canadá durante el periodo de 1994-1998, la incapacidad laboral pagó 18 millones de dólares en indemnizaciones de incapacidad permanente a 3,207 trabajadores que sufrieron la pérdida del oído. Entre 1974 y 1994, el Ejército de los Estados Unidos ahorró 504.3 millones de dólares por un programa de conservación del oído que ayudó a reducir la pérdida del oído entre el personal de combate con armas. El Departamento de Asuntos de los Veteranos ahorró 220.8 millones, y el Ejército ahorró 145 millones de dólares más entre 1987 y 1997 cuando redujeron las incidencias de pérdida del oído de los empleados civiles.¹⁰

Los hombres presentan mayor daño a ruido, sin embargo poco a poco las mujeres han ido incrementando su actividad en las fábricas y lugares donde existe ruido intenso, siendo por lo general mujeres adultas jóvenes. Existe un sinergismo de factores y que el trauma acústico se encuentra más correlacionado con aquellos pacientes que presentan alguna o algunas de estas de estas enfermedades (hipertensión, diabetes o hipercolesterolemia). El trauma acústico es la patología mas frecuente, a mayor tiempo de exposición a ruido, mayor trauma acústico.¹¹

Para la Organización Internacional del Trabajo (OIT), los trabajadores mas expuestos a niveles de ruido superiores a 85 decibeles son:

- 1) Trabajadores de la industria de la fabricación
- 2) Obreros de la construcción
- 3) Militares: el impulso producido por arma de fuego y la prueba de motores de aviones.

Si la perdida auditiva ocurre por efecto de un incidente ensordecedor como una explosión o un proceso muy ruidoso, se considera una lesión y se habla de un trauma acústico. La pérdida auditiva de causa laboral no es evolutiva, por lo tanto si cesa la exposición al ruido, la disminución de la sensibilidad auditiva no progresa más. Esta característica es importante para hacer el diagnostico diferencial entre las hipoacusias de origen laboral y las otras causas de hipoacusia. En el audiograma se considera hipoacusia de causa laboral hallar una caída en los 4000 Hz. ¹²

Desde la publicación en 1989 de una declaración por la universidad americana de la medicina ocupacional y ambiental (ACOEM). La pérdida de oído de la exposición de ruido el "hacer muescas en" del audiograma en 3000, 4000, o 6000 Hz, con la recuperación en 8000 Hz. La localización exacta de la muesca depende de factores múltiples, incluyendo la frecuencia del ruido perjudicial y de la longitud del canal de oído. La pérdida de oído relativa a la edad, que también produce pérdida de oído de alta frecuencia, pero en un patrón sin la recuperación en 8000 Hz. La pérdida de oído como resultado de la exposición de ruido crónica es el más grande durante los primeros 10-15 años de la exposición. La pérdida de oído inducida por ruido puede ser asimétrica, tales como sirenas o tiros. ¹³

Con la exposición a ruido de 2-5 años, el ruido indujo cambios del umbral en 4 Hz. El indicador temprano extensamente aceptado de pérdida de audición inducida por ruido es el 4 Hz "inmersión "o" muesca ", separándose a frecuencias más bajas si exponen al individuo continuamente. ¹⁴

Desde 1983 la Occupational Safety and Health Administration (OSHA), priorizo la vigilancia audiométrica anual de los individuos expuestos al ruido en los niveles de 85 dB o mayores. La regla 1983 del OSHA define las frecuencias un decremento de 10 dB "cambio" o empeoramiento en oír en un promedio de 2000, 3000, y 4000 Hz. ¹⁵

En un grupo de soldados con trauma acústico causado por prácticas de tiro durante el entrenamiento básico, se encontraron diferencias significativas de umbrales del tono puro en las frecuencia 0.25-11.2 Hz, y especialmente en la región de 4-8 Hz. ¹⁶

Exposición de militares a ruido de impulso del fuego, con un promedio de 18 años de exposición al ruido que tiraban con rifles, escopetas, y pistolas. La exposición de ruido de impulso hizo un promedio de 164.183. El promedio de tiros fuera 78.000 individualmente. Encontrando que la exposición a ruido de fuego entre militares puede causar deterioro severo de la audición.¹⁷

En Suecia meridional se expusieron a oficiales al ruido de impulso de los armas de fuego con los niveles máximos hasta 185 dB. Se demostró la pérdida de

oído significativa. Se encontró una relación significativa entre la exposición a las detonaciones pesadas y el zumbido. ¹⁸

Aproximadamente 10 millones de americanos tienen hipoacusia por exposición a sonidos de gran magnitud. 20 millones se han expuesto a niveles de sonidos regulares de ruido, lo cual puede resultar en hipoacusia permanente. El sexo masculino tiene mayor pérdida de audición a exposición de frecuencias bajas y las mujeres a altas frecuencias. ¹⁹

GUÍAS DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD SOBRE NIVELES DE RUIDO

		Valores límites recomendados		
		LAeq (dB)	Tiempo (horas)	LAmáx (dB)
Recinto Exterior habitable	Malestar fuerte, día y anochecer	55	16	-
	Malestar moderado, día y anochecer	50	16	-
Interior de viviendas	Interferencia en la comunicación verbal, día y anochecer	35	16	
Dormitorios		30	8	45

	Perturbación del sueño, noche			
Fuera de los dormitorios	Perturbación del sueño, ventana abierta (valores en el exterior)	45	8	60
Aulas de escolar y preescolar, interior	Interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje	35	Durante la clase	-
Dormitorios de preescolar, interior	Perturbación del sueño	30	Horas de descanso	45
Escolar, terrenos de juego	Malestar (fuentes externas)	55	Durante el juego	-
Salas de hospitales, interior	Perturbación del sueño, noche	30	8	40
	Perturbación del sueño, día y anochecer	30	16	-
Salas de tratamiento en hospitales, interior	Interferencia con descanso y restablecimiento	? ¹		
Zonas industriales, comerciales y de tráfico, interior y exterior	Daños al oído	70	24	110

Ceremonias, festivales y actividades recreativas	Daños al oído (asistentes habituales: < 5 veces/año)	100	4	110
Altavoces, interior y exterior	Daños al oído	85	1	110
Música a través de cascos y auriculares	Daños al oído (valores en campo libre)	85 ? ⁴	1	110
Sonidos impulsivos de juguetes, fuegos artificiales y armas de fuego	Daños al oído (adultos)	-	-	140 ? ²
	Daños al oído (niños)	-	-	120 ? ²
Exteriores en parques y áreas protegidas	Perturbación de la tranquilidad	? ³		

?¹ : Tan débil como se pueda.

?² : Presión sonora pico (no LAmax), medida a 100 mm del oído.

?³ : Las zonas tranquilas exteriores deben preservarse y minimizar en ellas la razón de ruido perturbador a sonido natural de fondo.

?⁴ : Bajo los cascos, adaptada a campo libre. (Tabla 1).

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Determinar si hay presencia de algún grado de hipoacusia auditiva, a través de cambios en el audiograma en trabajadores expuestos a ruido por arma de fuego.

¿POR QUE ESTE PROBLEMA DE INVESTIGACION?

En México son pocas las empresas que realmente llevan un control de la exposición por ruido en sus trabajadores.

Además de que hay determinados puestos de trabajo que por sus actividades aunque sea necesario el uso de equipo de protección personal, es difícil de portarlo o es necesario estar escuchando cambios de ruido de maquinaria industrial.

La exposición a ruido agudo de gran magnitud por ejemplo: detonación por arma de fuego, aunque sea por muy poco tiempo, produce lesión a nivel de las células ciliadas del órgano de Corti, el cual es encargado de la audición y dicho daño ya no puede ser revertido.

A pesar de que se tienen identificados los decibles por exposición a ruido por arma de fuego, es poca la información existente con respecto a dicho grupo de trabajadores, ya que por sus actividades laborales es difícil portar equipo de protección personal.

Por ello la importancia de conocer si hay presencia de alguna pérdida auditiva y con ello tal vez se pueda disminuir de costos institucionales por incapacidades, accidentes y enfermedades de trabajo, e indemnizaciones; así como la prevención de los antes mencionados para otorgarle al trabajador una buena calidad de vida y desempeño laboral.

JUSTIFICACIÓN

Al conocer y explorar si hay cambios (anormalidades) en el audiograma realizado a trabajadores expuestos a ruido por arma de fuego, podremos determinar si en este tipo de exposición existe déficit auditivo en relación al tiempo de exposición lo cual permitiría a futuro que se lleve a cabo un programa preventivo, como los de la conservación de la audición u otras medidas médicas y ambientales.

OBJETIVO PRINCIPAL

- 1) Determinar cambios (anormalidades) en el audiograma de trabajadores expuestos a ruido por arma de fuego

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Determinar si hay pérdidas auditivas (cambios audiométricos) en individuos expuestos a ruido por arma de fuego
- 2) Determinar si a mayor tiempo de exposición a ruido por arma de fuego, mayor grado de hipoacusia
- 3) Relación de afección del oído con el uso de mano derecha o izquierda para el apunte del arma de fuego
- 4) Determinar las frecuencias que se alteran en trabajadores expuestos a ruido por arma de fuego

HIPOTESIS

- 1) La exposición a ruido por arma de fuego afecta las mismas frecuencias que en individuos no expuestos

- 2) A mayor tiempo de exposición a ruido por arma de fuego, mayor el grado de hipoacusia
- 3) Existe relación entre el oído mas afectado y la mano utilizada para realizar el disparo

TIPO DE ESTUDIO

- ➡ Casos y controles

DISEÑO METODOLOGICO

- ➡ Observacional, Analítico, Diseño metodológico específico: casos y controles

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Casos:	Controles:
➡ Trabajadores del área de servicios especiales	➡ Individuos que no utilicen algún tipo de arma de fuego
➡ Que utilicen algún tipo de arma de fuego	➡ Mayores de 18 años
➡ Mayores de 18 años	➡ Que firmen el consentimiento informado
➡ Que firmen el consentimiento informado	

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Casos:	Controles:
➡ No trabajadores del área de servicios especiales	➡ Individuos que utilicen algún tipo de arma de fuego
➡ Que no utilicen algún tipo de	➡ Menores de 18 años

arma de fuego

- ➡ Menores de 18 años
- ➡ Que no firmen el consentimiento informado
- ➡ Que no firmen el consentimiento informado
- ➡ Con antecedente de patología de oído medio, historia familiar de sordera, ingesta de medicamentos ototóxicos, antecedente de traumatismo en oídos, enfermedades congénitas de oídos, exposición a disolventes orgánicos
- ➡ Con antecedente de patología de oído medio, historia familiar de sordera, antecedente de trauma acústico, ingesta de medicamentos ototóxicos, antecedente de traumatismo en oídos, enfermedades congénitas de oídos, exposición a disolventes orgánicos

CRITERIOS DE ELIMINACION

- ➡ Individuos que no se presenten o concluyan el estudio

MÉTODO DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Casos:

- ➡ Se capturan todos los trabajadores del área de servicios especiales que utilicen arma de fuego como herramienta de trabajo que estuvieron expuestos y no expuestos al ruido.

Controles:

- ➡ Se capturan individuos que no utilicen arma de fuego que tuvieron exposición al ruido y sin exposición.

Se aplicará la misma metodología para obtención de datos, así como para el estudio audiométrico en cada uno de los sujetos a estudiar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un formato con los siguientes datos:

- Ficha de identificación
 - Antecedentes personales patológicos
 - Antecedentes personales no patológicos
 - Antecedentes laborales
-
- ➡ Variables específicas interrogadas de interés para el estudio:
 - Edad
 - Tiempo de exposición a ruido por arma de fuego

- Tipo de arma de fuego que ha utilizado mas frecuentemente
- Utilización de equipo de protección personal
- Mano dominante (diestro o zurdo)

Método de preparación del individuo:

- ➡ Se utilizo una cabina sono-amortiguada
- ➡ Se solicito al examinado estar sentado de modo que no viera el panel de control o al examinador.
- ➡ Se elimino todo objeto que pudiera impedir el ajuste adecuado de los audífonos como: aretes, anteojos, sombreros, pelucas. El explorador reviso en cada uno de los individuos a estudiar el conducto auditivo externo, para verificar permeabilidad
- ➡ El explorador dio a cada uno de los sujetos instrucciones claras de lo que consistía el estudio, de lo que iba a oír y la conducta que se espera de el en respuesta. Precizando que respondiera al sonido más tenue que pudiera detectar.
- ➡ Se le coloco el audífono sobre el meato auditivo.
- ➡ A manera de respuesta, se le indico oprimiera un botón que activa una señal luminosa.
- ➡ Se le indico al examinado que respondiera todo el tiempo que percibiera la señal.

Determinación del umbral:

- ➡ Se exploro el oído de mejor audición, utilizando la siguiente secuencia de presentación de frecuencias: 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 500, 250 Hz; y lo mismo se aplico para el oído izquierdo.

- Se inicio a partir de una intensidad de 0 dB, realizando cremento ascendente o descendente de 5 dB, con duración tonal de uno a dos segundos hasta que el examinado respondiera.
- Una vez que se estableció el umbral para la frecuencia de prueba inicial, se registro el símbolo correspondiente en el audiograma.
- Y se precedió a la siguiente frecuencia.⁷

Las mediciones se registraron por separado para cada oído en un formato de audiograma; en las abscisas se anoto la frecuencia y en las ordenadas la intensidad. Los símbolos convencionales utilizados fueron:

Los símbolos de conducción aérea están conectados por una línea continua. Se empleo el color rojo para símbolos de oído derecho y líneas de conexión y azul para el izquierdo.

Todos los datos se recolectaron personalmente, aplicando la historia clínica e interrogando las variables anteriores a cada uno de los trabajadores.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis se realizó con programa SPSS:

Se realizó una descripción de variables categóricas y numéricas con mediana, prevalencias, razones, proporciones, promedio. Además se utilizó la medida de frecuencias (prevalencias del factor de riesgo), la medida de asociación (razón de momios), la medida de efecto (fracción etiológica poblacional y fracción etiológica en expuestos), el método estadístico de X_{MH} (chi de Mantel y Heanszel), intervalo de confianza del 95% y correlación de variables con Spearman. Así como para algunas variables se utilizó el método de paloteo.

RESULTADOS

De los 258 individuos del sexo masculino incluidos en el estudio se obtuvieron los siguientes resultados: un grupo de casos de 115 individuos y un grupo control de 143 individuos. La edad mínima fue de 19 años y la máxima de 73 años con una media de 40 años. El tiempo de exposición a ruido por arma de fuego fue de un mínimo de 1 mes hasta 50 años, con una media de 8 años.

En los casos el 5% utilizó arma corta, el 4.7% arma larga y el 39.1% utilizó ambas. El equipo de protección personal utilizado fue de 1.2% para orejeras, de 19.8 % para olivas, el 3.1% utilizó ambos equipos y el 76% ningún equipo de protección personal. La mano más utilizada para el disparo del arma de fuego fue del 95% para la derecha y del 5% para la izquierda. Del oído derecho el 33.3 % tuvo trauma acústico grado 1, el 22.2% trauma acústico grado 2, el 25% trauma acústico grado 3 y el 19.4% audición normal; con respecto al oído izquierdo el 36.1% trauma acústico grado 1, el 30.5% trauma acústico grado 2, el 19.4% trauma acústico grado 3 y el 13.8% audición normal. El 48.3% tuvo afección del oído derecho y el 51.6% del oído izquierdo. La muesca (caída) se presentó el 42% en la frecuencia de 4000 Hz, el 22% en la frecuencia de 6000 Hz, el 16% en la frecuencia 8000 Hz, el 14% en la frecuencia 3000 Hz y el 6% en la frecuencia 2000 Hz en el oído derecho. El 39.2% en la frecuencia de 4000 Hz, el 25% en la frecuencia de 8000 Hz, el 21.4% en la frecuencia de 6000 Hz y el 14.2 % en la frecuencia de 3000 Hz, para el oído izquierdo.

En el grupo control, en el oído derecho el 43.9% tuvo trauma acústico grado 1, el 12.1% trauma acústico grado 2, el 29.2% trauma acústico grado 3,

el 14.6% audición normal; para el oído izquierdo el 36.5% con trauma acústico grado 1, el 7.3% trauma acústico grado 2, el 31.7% trauma acústico grado 3 y el 24.3% audición normal. La muesca (caída) se presentó en 40.7% en la frecuencia 6000 Hz, el 29.6% en la frecuencia de 4000 Hz, el 18.5% en la frecuencia de 8000 Hz, el 7.4% en la frecuencia de 3000 Hz, y el 3.7% en la frecuencia de 1000 Hz en el oído derecho; con lo que respecta al oído izquierdo se presentó el 55% en la frecuencia de 4000 Hz, el 25% en la frecuencia de 6000 Hz, el 10% en la frecuencia de 8000 Hz, el 5% en la frecuencia de 3000 Hz y el 5% en la frecuencia de 2000 Hz.

PORCENTAJE DE TRAUMA ACUSTICO

	Casos		Controles	
	Oído derecho	Oído izquierdo	Oído derecho	Oído izquierdo
Trauma acústico grado 1	33.3%	36.1%	43.9%	36.5%
Trauma acústico grado 2	22.2%	30.5%	12.1%	7.3%
Trauma acústico grado 3	25%	19.4%	29.2%	31.7%
Audición normal	19.4%	13.8%	14.6%	24.3%

PORCENTAJE DE FRECUENCIAS CON PRESENCIA DE MUESCA (CAIDA)

Frecuencia	Casos		Controles	
	Oído derecho	Oído izquierdo	Oído derecho	Oído izquierdo
1000 Hz	0%	0%	3.7%	0%
2000 Hz	6%	0%	0%	5%
3000 Hz	14%	14.2%	7.4%	5%
4000 Hz	42%	39.2%	29.6%	55%
6000 Hz	22%	21.4%	40.7%	25%
8000 Hz	16%	25%	18.5%	10%

La prevalencia de la exposición a arma de fuego fue del 48%, la prevalencia de exposición en los casos 57%, tasa de exposición en los casos de 62%, prevalencia de exposición en los controles 32% y la tasa de exposición en los controles de 37%. La razón de momios de 2.8 (>1 =la exposición se asocia con el evento), intervalo de confianza del 95% 1.69 a 4.5, la fracción etiológica poblacional de 0.36 y la fracción etiológica en expuestos de 0.64, X_{MH} (chi de Mantel y Heanszel) de 4.1 ($=0.05$ estadísticamente significativo, por lo que hay diferencia de exposición al ruido entre casos y controles), Spearman para correlación de tiempo de exposición con diagnostico de oído derecho fue de 0.1%, y para tiempo de exposición con diagnostico de oído izquierdo de -13% ($=0.50$ no estadísticamente significativo).

CONCLUSIONES

En este estudio se concluyó que el riesgo de tener trauma acústico es 2 veces mayor en los que utilizan arma de fuego en relación a aquellos que no la utilizan. Si los trabajadores no se expusieran a ruido por arma de fuego disminuiría el trauma acústico un 36%. Entre los expuestos el 64% de los que tienen trauma acústico es atribuido al uso de arma de fuego. Por lo que se encontró asociación entre la exposición a ruido por arma de fuego con la presencia de déficit auditivo. Sin embargo, no se encontró relación si el trabajador era diestro o zurdo con respecto a la lesión predominante de algún oído. El 94% de los que se expusieron tuvieron afección de ambos oídos y predominó el trauma acústico grado 1. La frecuencia en la cual se presentó la muesca característica que indica afectación coclear a nivel basal cuando el ruido es en forma aguda o de impacto (armas de fuego) fue en la de 4000 Hz para ambos oídos (como se refiere en la literatura debido a su poca vascularidad). No se pudo determinar si a mayor tiempo de exposición a ruido por arma de fuego, hubiese mayor déficit auditivo, en lo cual podríamos concluir que requiere para obtener datos fidedignos emplear dentro de la metodología un estudio de cohorte en el cual se establezcan las reglas a seguir dado que los estudios retrospectivos presentan sesgos que podrían ser propios del individuo como edad, manera de tomar el arma, comorbilidades, tipo de arma que nos permitirían definir con precisión el daño en función del tiempo.

Por todo lo mencionado anteriormente, cabe señalar la importancia de evitar en lo posible la exposición a ruido por arma de fuego sobre todo en

personal que desempeña esta actividad en el medio laboral o bien la utilización de equipo de protección personal adecuada y su correcto uso.

RECURSOS Y LOGÍSTICA

Se recibió apoyo parte del servicio de audiología para la interpretación y análisis de audiogramas.

Se utilizó un audiómetro marca Welch Allyn (Grasosn-Stadler) el cual es calibrado cada 3 meses, un equipo de cómputo Compaq presario 2100, una impresora, papel, bolígrafos, un software SPSS.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

FIGURAS

- Fig. 1 Efectos del ruido sobre la salud, la sociedad y la economía. Estructplan on line. México. 14-05-2004.
- Fig. 2 Audiograma.
- Fig. 3, 4, 5. Valoración del trauma acústico. Ministerio del trabajo y asuntos sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

TABLAS

- Tabla 1. Guías de la Organización Mundial de la Salud sobre niveles de ruido.

ANEXOS

Cronograma de actividades

Grafico 1. ARMA FUEGO MAS UTILIZADA

Grafico 2. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

Grafico 3. MANO UTILIZADA PARA EL DISPARO DE ARMA DE FUEGO

Grafico 4. PORCENTAJE DE TRAUMA ACUSTICO EN EXPUESTOS A RUIDO DE ARMA DE FUEGO

Grafico 5. OIDO AFECTADO POR EXPOSICION A RUIDO DE ARMA DE FUEGO

Grafico 6. FRECUENCIAS CON PRESENCIA DE MUESCA (CAIDA) EN CASOS

Grafico 7. FRECUENCIAS CON PRESENCIA DE MUESCA (CAIDA) EN CONTROLES

Formulas

CRONOGRAMA. PERIODO 2005-2006

	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
ACTIVIDAD									
Revisión de protocolo y presentación a las autoridades									
Selección de la muestra, recopilación y selección de la información									
Diseño, revisión y reproducción de los instrumentos									
Recopilación de datos, prueba de hipótesis, operacionalización de variables									
Procesamiento y análisis estadístico de datos									
Interpretación, conclusiones y recomendaciones									
Informe final									

GRAFICO 1

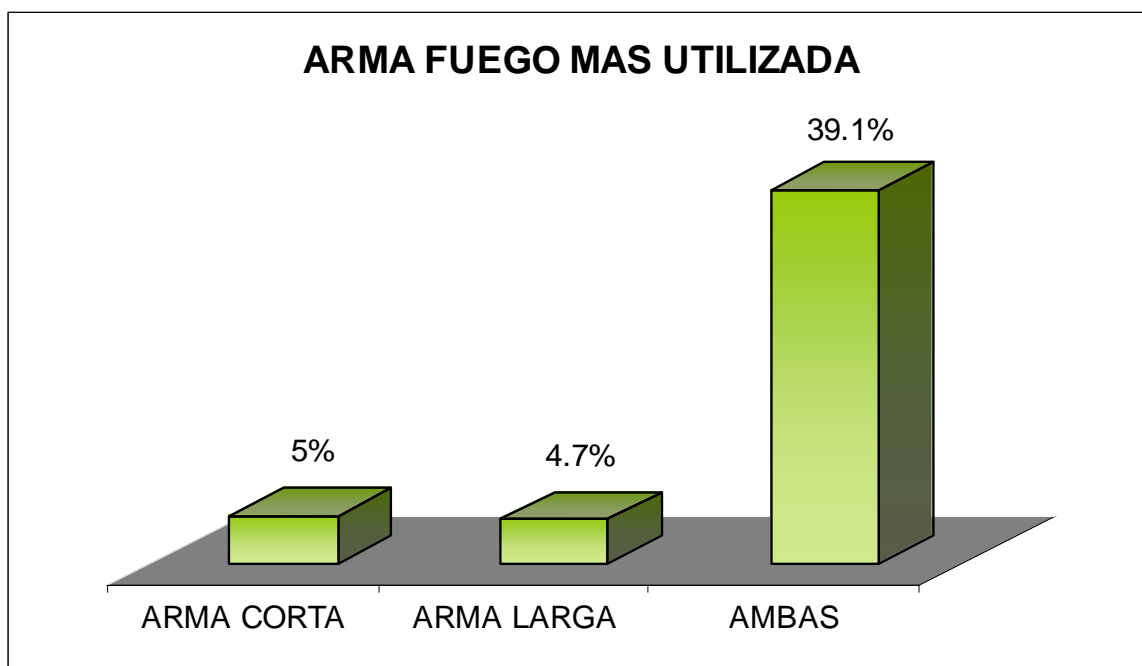


GRAFICO 2

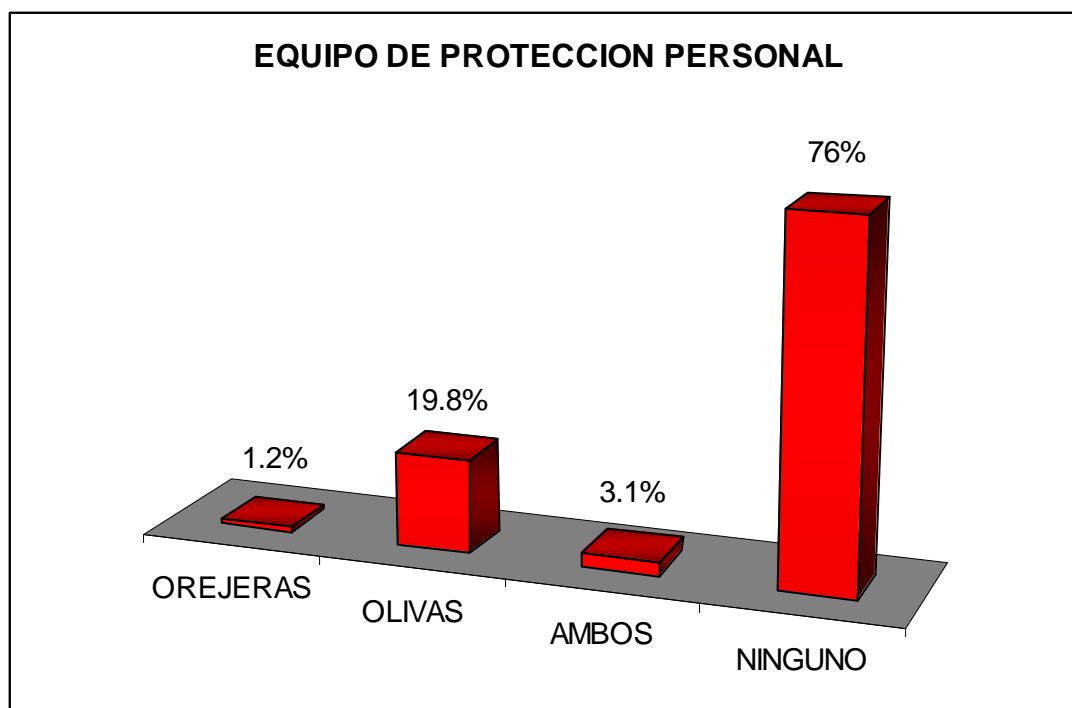


GRAFICO 3

MANO UTILIZADA PARA EL DISPARO DE ARMA DE FUEGO

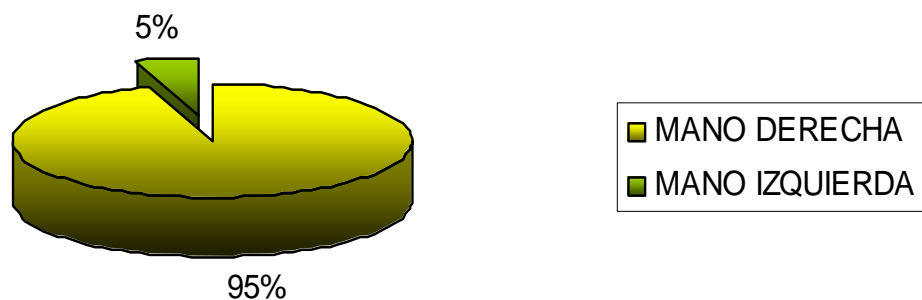


GRAFICO 4

PORCENTAJE DE TRAUMA ACUSTICO EN EXPUESTOS A RUIDO DE ARMA DE FUEGO

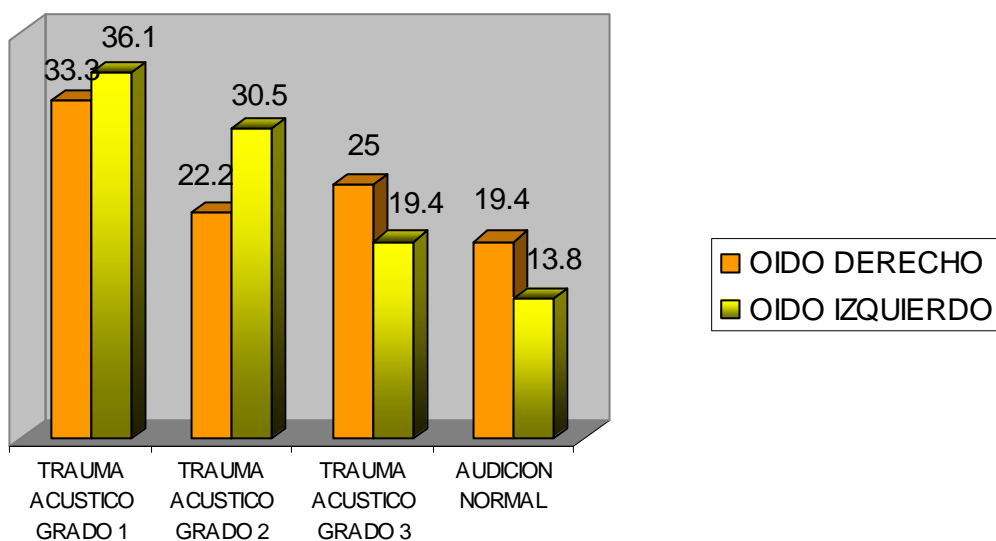


GRAFICO 5

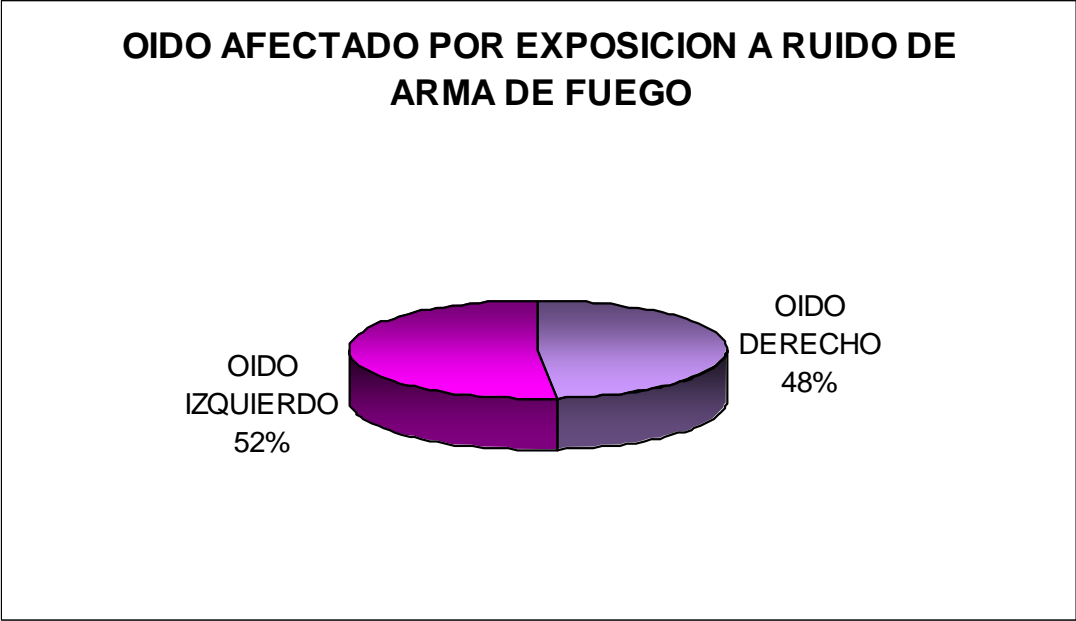


GRAFICO 6

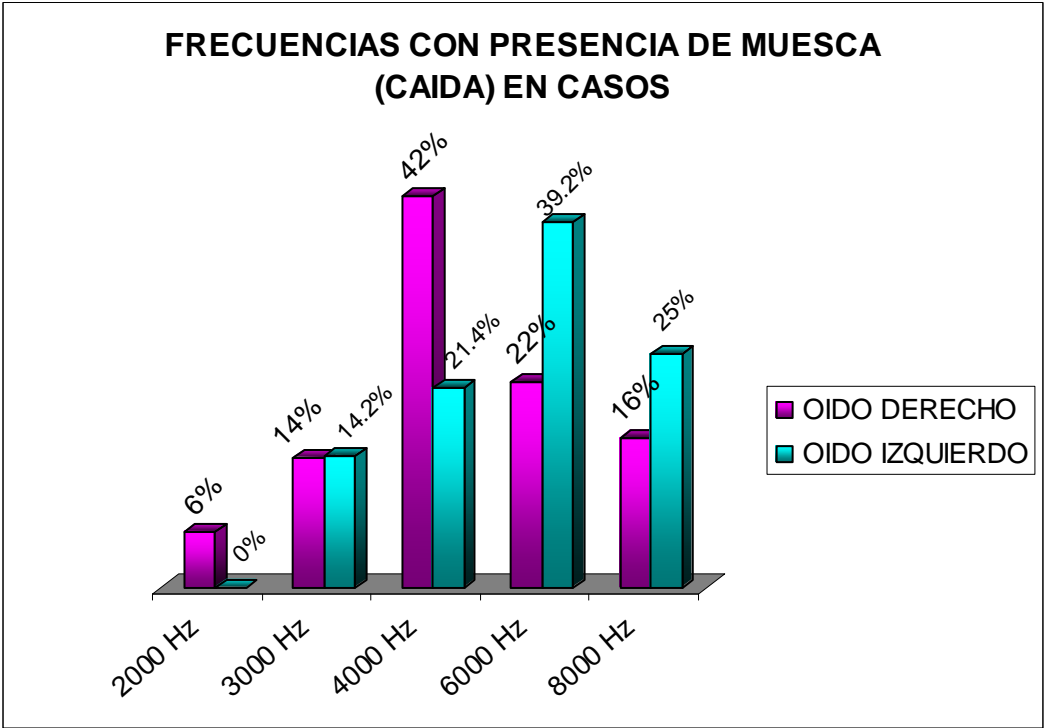
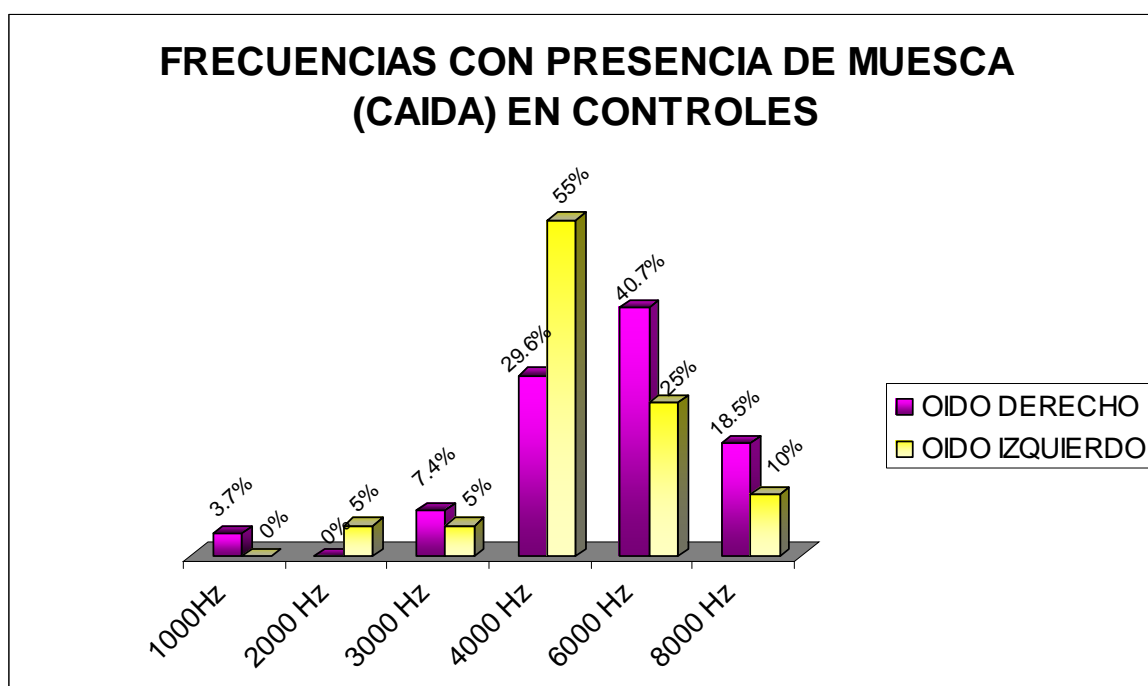


GRAFICO 7



FORMULAS Y CALCULOS EPIDEMIOLOGICOS

TABLA DE 2X2 PARA CASOS Y CONTROLES

	Casos	Controles	
Exp +	72 a	b 54	126 n1
Exp -	43 c	d 91	132 n0
	115 M1	143 m0	258 N

Categoría de referencia:

- a: sujetos que desarrollaron el evento y estaban expuestos
- b: sujetos que desarrollaron el evento y que *no* estaban expuestos
- c: sujetos que *no* desarrollaron el evento y estaban expuestos
- d: sujetos que *no* desarrollaron el evento y *no* estaban expuestos
- m1: total de sujetos expuestos
- m0: total de sujetos no expuestos
- n1 : total de casos
- n0: total de controles
- N: total de la población en estudio

CASOS	CONTROLES
PREVALENCIA DE EXPOSICION EN LOS CASOS	PREVALENCIA DE EXPOSICION EN LOS CONTROLES
$a/n1 = 72/126 = .57 = 57\%$	$c/n0 = 43/132 = .32 = 32\%$
TASA DE EXPOSICION EN CASOS	TASA DE EXPOSICION EN CONTROLES
$a/m1 = 72/115 = .37 = 37\%$	$b/m0 = 54/143 = .37 = 37\%$
MOMIOS DE EXPOSICION EN LOS CASOS	MOMIOS DE EXPOSICION EN LOS CONTROLES
$a/b = 72/54 = 1.3$	$c/d = 43/91 = .47$

RAZON DE MOMIOS

$$(RM) = a*d/b*c = 72*91/54*43 = 2.8$$

DESVIACION ESTANDAR (DE)

$$DE = \sqrt{1/a + 1/b + 1/c + 1/d}$$

$$DE = \sqrt{1/72 + 1/54 + 1/43 + 1/91}$$

$$DE = \sqrt{0.013 + 0.018 + 0.023 + 0.010}$$

$$DE = \sqrt{0.064}$$

$$DE = 0.252$$

INTERVALO DE CONFIANZA DEL 95%

$$IC\ 95\% = e^{\ln(RM) \pm 1.96 * DE}$$

$$= e^{\ln(2.8) \pm 1.96 * .252}$$

$$= 1.02 + 0.49 = 4.5$$

$$= 1.02 - 0.49 = 1.69$$

INTERVALO

ln: logaritmo natural

RIESGO ATRIBUIBLE POBLACIONAL (Rap) O FRACCION ETIOLOGICA POBLACIONAL

$$\begin{aligned} \text{Rap} &= a / n1 (RM - 1) / RM \\ &= 72 / 126 (2.8 - 1) / 2.8 \\ &= 0.57 (1.8) / 2.8 \\ &= 1.02 / 2.8 \\ &= .36 = 36\% \end{aligned}$$

RIESGO ATRIBUIBLE EN LOS EXPUESTOS (Rae) O FRACCION ETIOLOGICA EN EXPUESTOS

$$\begin{aligned} \text{Rae} &= RM - 1 / RM \\ &= 2.8 - 1 / 2.8 \\ &= .64 = 64\% \end{aligned}$$

Chi DE MANTEL Y HEANSZEL

$$\begin{aligned} X_{MH} &= (a*d - b*c) / \sqrt{(m1 * m0 * n1 * n0) / (n - 1)} \\ &= (72 * 91 - 54 * 43) / \sqrt{(115 * 143 * 126 * 132) / (258 - 1)} \\ &= 6552 - 2322 / \sqrt{1064253.9} \\ &= 4230 / 1031.62 \\ &= 4.1 \end{aligned}$$

GLOSARIO

A

AMPLITUD: Extensión, dilatación. Capacidad de comprensión, intelectual o moral. Valor máximo que adquiere una variable en un fenómeno oscilatorio amplitud (sonido) .

AUDIOGRAMA: Es una prueba que se realiza para evaluar la capacidad de escuchar sonidos. Los sonidos varían de acuerdo con la intensidad (volumen o fuerza) y con el tono (la velocidad de vibración de las ondas sonoras).

AUDIOMETRIA: Es un examen que tiene por objeto cifrar las alteraciones de la audición en relación con los estímulos acústicos, resultados que se anotan en un gráfico denominado audiograma.

AUDIOMETRO TONAL: Es el estudio cuantitativo de los umbrales mínimos de audición de una persona, presentados en forma de tonos puros a diferentes frecuencias, determinando así, la vía aérea con auriculares y la vía ósea con vibrador óseo, en cada uno de los oídos.

AUDIOMETRIA VOCAL: Es la determinación cuantitativa de los umbrales de reconocimiento de los sonidos del habla. Se presentan listas de palabras, fonéticamente equilibradas a diferentes intensidades, trazándose una curva de inteligibilidad que se representa en una gráfica en la que las ordenadas determinan el porcentaje de palabras o fonemas comprendidos y las abscisas determinan la intensidad a la que se han presentado dichas listas de palabras.

AUDIOMETRO: Aparato generador de sonido que permite trasladar este sonido por cables a unos auriculares o a un vibrador, que colocados éstos en el oído de una persona va a dar unas respuestas controlables en el mismo aparato que los ha emitido. Es un instrumento de tecnología digital y diseño ultra compacto que permite realizar audiometrías tonales por vía aérea, por vía ósea y logaudiometrías con micrófono o grabador.

C

CAMARA INSONORIZADA: Cabina con paredes que impiden la transmisión de sonidos, en donde entra el paciente y se le colocan unos auriculares. El audiólogo, le irá presentando una serie de sonidos a los que deberá responder levantando la mano. Estos sonidos irán disminuyendo de volumen hasta que se hagan inaudibles. Esta misma tarea se repetirá varias veces con diferentes sonidos, al final sabremos cuanto es capaz de escuchar el paciente para cada sonido evaluado. La duración aproximada de la prueba es de unos 15 minutos.

D

DECIBEL: El decibelio es la principal unidad de medida utilizada para el nivel de potencia o nivel de intensidad del sonido. En esta aplicación la escala termina hacia los 140 dB, donde se llega al umbral de dolor. Se utiliza una escala logarítmica porque la sensibilidad que presenta el oído humano a las variaciones de intensidad sonora sigue una escala aproximadamente

logarítmica, no lineal. Por ello el belio y su submúltiplo el decibelio, resultan adecuados para valorar la percepción de los sonidos por un oyente. Se define como la comparación (relación) entre dos sonidos porque en los estudios sobre acústica fisiológica se vio que un oyente al que se le hace escuchar un solo sonido no puede dar una indicación fiable de su intensidad, mientras que, si se le hace escuchar dos sonidos diferentes, es capaz de distinguir la diferencia de intensidad.

DISOLVENTE ORGANICO: todo compuesto orgánico volátil que se utilice sólo o en combinación con otros agentes, sin sufrir ningún cambio químico, para disolver materias primas, productos o materiales residuales, o se utilice como agente de limpieza para disolver la suciedad, o como disolvente, o como medio de dispersión, o como modificador de la viscosidad, o como agente tensoactivo, plastificante o protector.

DOSIS DE RUIDO: Exposición a ruido a la que está sometida una persona.

E

ENERGIA ACUSTICA: Exposición a ruido durante un lapso de tiempo de por lo menos 8 horas.

ENMASCARAMIENTO: cuando un sonido impide la percepción de otro sonido, es decir, lo enmascara. Se produce una modificación (desplazamiento) del umbral de audibilidad en el sujeto. Enmascaramiento se produce, por ejemplo, cuando dos personas están conversando y el sonido del tráfico impide que una escuche total o parcialmente lo que está diciendo la otra. También puede darse en un conjunto musical, cuando la dinámica de un instrumento (o la suma de varios) impide percibir los sonidos que está produciendo otro instrumento musical.

F

FRECUENCIA: se utiliza para indicar la velocidad de repetición de cualquier fenómeno periódico. Se define como el número de veces que se repite un fenómeno en la unidad de tiempo. La unidad de medida es el hercio (Hz), en honor al físico alemán Heinrich Rudolf Hertz, donde 1 Hz es un evento que tiene lugar una vez por segundo. En mecánica ondulatoria, la frecuencia se define como el número de oscilaciones por segundo.

FRECUENCIA ALTA: Si se producen muchas oscilaciones en un segundo estaremos hablando de altas frecuencias, si, por el contrario, son pocas, hablamos de bajas frecuencias.

FRECUENCIA BAJA: Si se producen pocas oscilaciones en un segundo estaremos hablando de bajas frecuencias, si, por el contrario, son muchas, hablamos de altas frecuencias.

H

HIPOACUSIA: Es un trastorno caracterizado por una pérdida o una disminución de la audición que puede afectar a uno u ambos oídos.

I

INTENSIDAD: Grado de fuerza con que se manifiesta un agente natural, una magnitud física, una cualidad, una expresión, etc. La intensidad del sonido es la magnitud física que expresa la mayor o menor amplitud de las ondas sonoras.

L

LONGITUD DE ONDA: Se define como la separación espacial existente entre dos puntos cuyo estado de movimiento es idéntico. La longitud de onda se representa con la letra griega λ (lambda). Gráficamente, la longitud de onda puede representarse de tres modos, dependiendo del punto de origen que se eligiese: Cresta a cresta. Valle a valle. Punto de equilibrio a punto de equilibrio.



N

NIVEL ACUSTICO: La potencia de la señal es el nivel acústico que se puede oír en el punto de escucha. Cuando se está haciendo funcionar un avisador por debajo de la tensión nominal, el nivel acústico se verá reducido. A continuación se indican los valores a modo de referencia.

O

OCTAVA: Es el intervalo que separa dos sonidos cuyas frecuencias fundamentales tienen una relación de uno a dos. Ejemplo de octava: do4 y do5. En el estudio del sonido, igualmente que en el musical, es el intervalo que separa a dos frecuencias y cuyos valores tienen una relación de uno a dos. Ejemplo de octava: 640 Hz. es la octava de 1280 hz. Esta medida se usa mucho en instrumentos de control y medida en el audio profesional. Tanto la Octava como sus múltiplos, 1/3 de octava, 1/4 de octava, 1/8 de octava, etc. habitualmente se usan para señalar frecuencias representativas del espectro que puede oír el oído humano.

ONDA DE COMPRESION: El sonido (las ondas sonoras) son ondas mecánicas (ondas de compresión), pues precisan de un medio (aire, agua, cuerpo sólido), que transmita la perturbación. Es, el propio medio, el que produce y propicia la propagación de estas ondas, con su compresión y expansión. Para que este medio, puede comprimirse y expandirse es un requisito fundamental que se trate de un medio elástico. Un cuerpo rígido no permite que las vibraciones se transmitan. Sin medio elástico, no habría sonido, pues las ondas sonoras no se propagan en el vacío.

ONDA SONORA: Las variaciones de presión, humedad y/o temperatura del medio, producen el desplazamiento de las moléculas que lo forman. Cada molécula transmite la vibración a la su vecina, provocándose un movimiento en cadena. Estas perturbaciones del medio producen las llamadas ondas sonoras,

que cuando inciden sobre el oído humano se produce una sensación descrita como sonido.

OSCILADOR: Es un sistema capaz de crear perturbaciones o cambios periódicos en un medio, ya sea un medio material (sonido) o un campo electromagnético (ondas de radio, infrarrojo, microondas, luz visible, rayos X, rayos gamma, rayos cósmicos). En Electrónica un oscilador es un circuito que es capaz de convertir la corriente continua en una corriente que varía de forma periódica en el tiempo (corriente periódica); estas oscilaciones pueden ser senoidales, cuadradas, triangulares, etc., dependiendo de la forma que tenga la onda producida. Un oscilador de onda cuadrada suele denominarse Multivibrador.

P

PRESION SONORA: Determina la intensidad del sonido que genera una presión sonora instantánea (es decir, del sonido que alcanza a una persona en un momento dado) y varía entre 0 dB umbral de audición y 120 dB umbral de dolor. Normalmente se adopta una escala logarítmica y se utiliza como unidad el decibelio.

PRESION SONORA PICO: El nivel de presión sonora máximo al que está expuesto el trabajador (L_{max}).

R

RUIDO ESTABLE: Es aquel que se registra con una variación de su nivel de presión acústica no superior a " 2 dB.

RUIDO INESTABLE: Es aquel que se registra con una variación de su nivel de presión acústica superior a " 2 dB.

RUIDO FLUCTUANTE: Es aquel ruido estable que se registra durante un período mayor o igual a 1s.

RUIDO IMPULSIVO: Es aquel ruido estable que se registra durante un período menor a 1s.

SOCIOACUSIA: Pérdida de capacidad auditiva debido al entorno social.

SONIDO AGUDO: Los sonidos o tonos agudos son los que componen la gama de altas frecuencias del espectro audible que va de los 20 a los 20.000 hercios, (audiofrecuencias que el oído humano es capaz de captar). Este intervalo de altas frecuencias o tonos agudos está comprendido ente los 5.000 y 20.000 hercios.

SONIDO GRAVE: Los graves o tonos graves son la el intervalo de las bajas frecuencias, que el oído humano es capaz de interpretar. Este margen está comprendido entre los 20 y 500 hertzios. El oído humano es capaz de captar

vibraciones de un amplio espectro de frecuencias (aproximadamente entre 20 y 20.000 hercios), margen de audiofrecuencias que determina el llamado espectro audible.

T

TIMBRE: Sonido que emite un objeto al vibrar, en función de su tamaño. Forma y composición.

TONO: En acústica, el tono es la cualidad del sonido que nos permite distinguir dos sonidos, por ejemplo: dos notas musicales entre sí. Es decir, es la característica que nos permite distinguir un Do de un Re producidos por un mismo instrumento. La misma palabra pronunciada por dos personas distintas (aunque aquí también influye el timbre, por lo que es más apropiado el ejemplo anterior). El tono depende de la frecuencia de la onda. Hablaremos de tonos graves, medios y agudos, dependiendo de la frecuencia que tenga el sonido: Tonos graves (frecuencias bajas, de 20 a 300 Hz). Tonos medios (frecuencias medias, de 300 a 2.000 Hz). Tonos agudos (frecuencias altas, de 2.000 hasta 20.000 Hz).

TONO PURO: Las propiedades esenciales que permiten describir una onda sonora resultan ser su frecuencia y su amplitud. La primera magnitud caracteriza el tono, la segunda el volumen del sonido. Se entiende por tono puro a un sonido al cual se adjudica una frecuencia simple vibratoria única. Este sonido elemental se origina por el paso de la energía mecánica, a un medio material adyacente, de un elemento vibrante que describe un movimiento periódico puro.

U

ULTRAFRECUENCIA: ultrasonido

UMBRAL: El umbral es la cantidad mínima de señal que ha de estar presente para ser registrada por un sistema. Por ejemplo, la mínima cantidad de luz que puede detectar el ojo humano en la oscuridad.

UMBRAL DE AUDICION: corresponde al menor número de vibraciones por segundo necesarias para que el oído humano perciba un sonido. El umbral máximo se corresponde con el mayor número de vibraciones de la gama de sonidos perceptibles para el hombre, aproximadamente 20.000, y disminuye a medida que envejecemos.

V

VIBRACION ACUSTICA: Un sonido, que es un movimiento ondulatorio de intensidad y frecuencia determinadas que se transmite a través de un medio elástico (ya sea aire, líquido o sólido), y que genera una vibración acústica capaz de producir una sensación auditiva.

ABREVIATURAS

AAO: American Academy of Otolaryngology

dBA: Decibelios ponderados A

dB: Decibeles

NIOSH: National Institute of Occupational Safety and Health

OIT: Organización Internacional del Trabajo

TTS: Temporary Threshold Shift

VPU: Variación permanente del umbral

VTU: Variación temporal del umbral

LAeq: nivel de presión acústica equivalente ponderado A

LAmáx: nivel máximo de ruido

ms: milisegundos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Von Gierke, H. Control de ruido. Manual de higiene industrial. Ed. MAPFRE. 1985. Madrid. P.p: 460.
2. Jonson, D. Exposición de larga duración a ruido intermitente. Ed. ASEM. 1976. USA. P.p: 780-781.
3. NOM 011-STPS-1993.
4. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Subdirección General de Publicaciones. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. 4ª Edición. Madrid, España. 1998. P.p: 11.2-11.9, 47.2-47.6.
5. Sebastián G. Audiología practica. Buenos Aires. Ed. Panamericana. P.p 54-58, 138-140.
6. Valoración del trauma acústico. Ministerio del trabajo y asuntos sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
7. López Ugalde Adriana Carolina, Fajardo Dolci Germán E., Chavolla Magaña Rogelio. "Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública". Rev Fac Med, 43 (2): Marzo-Abril 2000.
8. Miraya Federico. Sobre el ruido de los petardos. Laboratorio de acústica y electroacústica. Rosario, Argentina.
9. Mata Peñuela J J, Morant Ventura A, Orts Alborch M. Evaluación de la hipoacusia por ruido mediante otoemisiones acústicas y productos de distorsión. Mapfre Medicina, 11 (2): 94-100, 2000.
10. 10. NIOSH. Pérdida del oído relacionada con el trabajo. 2001
11. Tirado Gutiérrez Carmen, Jiménez Ruiz Graciela, Bahena Oropeza Laura. "Grupo de Trabajadores expuestos a ruido". Rev Inst Nal Enf Resp, 12 (4): 262-268. Octubre-Diciembre, 1999.

12. Samara Sanito Ginzo. Trauma Acústico, Actualización. Salud Militar, 26 (1). Julio. 2004.
13. ACOEM. Noise-induced Hearing Loss. JOEM, 45 (6): 579-581. June, 2003.
14. Wong TW, Yu TS, Chiu YL. Agreement between hearing thresholds measured in non-soundproof work environments and a soundproof booth. Occup Environ Med, 60: 667-671. 2003.
15. Rabinowitz Petar, Slade Martin, Dixon-Ernst Christine. Impact of OSHA Final Rule—Recording Hearing Loss: An Analysis of an Industrial Audiometric Dataset. J Occup Environ Med, 45: 1274-1280. 2003.
16. Balatsouras DG, Howsioglou E, DanielidisV. Extended high-frequency audiometry in patients with acoustic trauma. Clin Otolaryngol, Jun; 30(3): 249-54. Jun, 2005
17. Ylikoski ME. Prolonged exposure to gunfire noise among professional soldiers. Scand J Work Environ Health, 20 (2): 87-92. Apr, 1994.
18. Christiansson BA, Wintzell KA. An audiological survey of officers at an infantry regiment. Scand Audiol, 22(3): 147-5232. 1993
19. McFadden Sandra, Henderson Donald. Recent advances in understanding and preventing noise-induced hearing loss. Otolaryngology-head and neck surgery, 7 (5): 266-273. Oct, 1999.