



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

ESPECIALIDAD EN:
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

“DETECCIÓN DE DAÑO AUDITIVO EN PERSONAL DE
INFANTERIA DE MARINA DE LA ARMADA DE MÉXICO
MEDIANTE AUDIOMETRIA TONAL LIMINAR Y DE ALTAS
FRECUENCIAS. ”

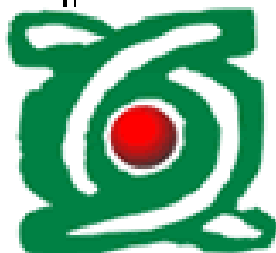
T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

P R E S E N T A :
DRA. TANIA MARIBEL HERNÁNDEZ ALVA

PROFESOR TITULAR:
DRA. XOCHQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESORES:
DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES
DR. EMILIO ARCH TIRADO



MÉXICO D.F.

FEBRERO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA
PROFESOR TITULAR

DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA MÉDICA

DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES
ASESOR CLINICO

Dr. en C. EMILIO ARCH TIRADO
ASESOR METODOLOGICO

DEDICATORIAS

A mis padres Maribel y Eduardo por el cariño, comprensión y apoyo que me han brindado siempre.

A Juan el amor de mi vida, porque a pesar del tiempo, la distancia y las situaciones más difíciles de estos días, ha estado conmigo.

A mí hija Tania Danae, una hermosa niña que con su alegría, cariño y ternura me ha iluminado cada uno de mis días, siendo mi mayor aliciente para seguir adelante.

A mis hermanos Arlen y Pavel por su fraternidad y apoyo.

Al personal de Infantes de Marina, gente valiente que día a día más allá de exponer su audición en el servicio de las armas, expone su vida. Gracias porque a pesar de sus múltiples ocupaciones pudieron participar en este estudio.

A mis asesores de Tesis el Dr. Luna y el Dr. Arch por su tiempo, paciencia y guía para la realización de este trabajo.

A todos mis compañeros y amigos de generación por la solidaridad que han tenido siempre.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo I	3
1.1 Marco teórico	3
Capítulo II Metodología	46
2.1 Justificación	46
2.2 Planteamiento del Problema	48
2.3 Hipótesis	49
2.4 Objetivos	50
2.4.1 General	50
2.4.2 Específicos	50
2.5 Descripción del Estudio y Características de la Muestra	51
2.5.1 Diseño	51
2.5.2 Población	51
2.5.3 Tipo de Muestra	51
2.5.4 Criterios de Selección de la Muestra	51
2.5.4.1 Criterios de Inclusión	51
2.5.4.2 Criterios de Exclusión	52
2.5.4.3 Criterios de Eliminación	52
2.5.5 Definición de Variables	53
2.5.6 Categorización de Variables	53
2.5.7 Recursos Materiales	54
2.5.8 Procedimiento	55
2.5.9 Consideraciones Éticas	56
Capítulo III Resultados	57
3.1 Tablas y Gráficas	65
Capítulo IV Discusión	80
Capítulo V Conclusiones	87
Capítulo VI Bibliografía	89
Capítulo VII Anexos	96

INTRODUCCIÓN

Se estima que un tercio de la población mundial y el 75% de los habitantes de las ciudades industrializadas padecen algún grado de pérdida auditiva causada por exposición a sonidos de alta intensidad.

Es en las Fuerzas Armadas, concretamente en la Infantería de Marina donde el personal se ve sometido a altos niveles de ruido, niveles que llegan a ser iguales ó más altos que en otras ocupaciones, por un lado los motores y la maquinaria pesada de talleres y vehículos y por otro lado, las armas de fuego, cuyas detonaciones superan en intensidad a todos los ruidos de las ramas productivas en las que el ser humano expone su audición.

El daño auditivo inducido por ruido es un problema conocido desde antaño, que azota al personal militar de todo el mundo; en muchas ocasiones crea la suficiente incapacidad que obliga a apartar a personal calificado, competente y de costosa preparación de puestos de trabajo de importante responsabilidad.

A lo largo de este estudio abordaremos aspectos relacionados con la problemática del ruido en el ambiente militar, algunas particularidades del ruido producido por armas de fuego, así como la evaluación auditiva de paciente expuesto a niveles elevados de ruido, centrandó nuestra atención en la audiometría tonal liminar y de altas frecuencias.

El estudio audiométrico tonal liminar es considerado como el estándar de oro en la detección de daño auditivo inducido por ruido, permitiendo la evaluación de los umbrales auditivos entre las frecuencias de 125 y 8000 Hz.

La audiometría de altas frecuencias permite el estudio de la cóclea en su porción basal. Esta zona, no evaluada en la audiometría tonal clásica se caracteriza por su gran sensibilidad ante agresiones medicamentosas, sonoras o vasculares, ya que ciertos fenómenos patológicos del oído repercuten en la percepción de frecuencias altas antes de que la audiometría convencional muestre alguna anomalía.

Así pues la audiometría de altas frecuencias es útil para la detección de un déficit auditivo que no pueda ponerse en evidencia mediante exploraciones convencionales, en este caso la utilizaremos para detección de daño auditivo en un grupo de Infantes de Marina de la Armada de México.

CAPITULO I

1.1 MARCO TEORICO

HISTORIA DEL DAÑO AUDITIVO INDUCIDO POR ARMAS DE FUEGO.

La historia del daño auditivo inducido por armas de fuego se extiende en el tiempo a la invención de la pólvora. En Europa, la pólvora ha sido utilizada desde el Siglo XIV. En Oxford, existe un manuscrito titulado De Oficis Recinuin que data de 1325, que contiene una ilustración de un cañón. Hay información de la utilización de cañones de pólvora en Florencia en 1326, en Francia en 1338 y en Inglaterra en 1334. Muy probablemente paralelamente aparecieron los primeros traumas acústicos.

El primer médico en mencionar la sordera por "blast", fue el cirujano militar AMBROISE PARE (1510 - 1590). Sin embargo, es a FABRICIUS HILDANUS (1593) a quien debemos la primera descripción detallada cuando narra la historia de un soldado llamado Johanes Textor, al que sus compañeros le gastaron una broma mientras dormía, disparando una pistola cerca de su oído, lo cual le dejó ensordecido durante largo tiempo (1).

En 1762, PERRY manifiesta que la sordera del Almirante Lord Rodney apareció a consecuencia del cañoneo de la batalla naval en el sitio de El Havre. (MOORE) (1). Mucha menos pólvora fue necesaria en el caso publicado por BRUNER en 1880 que provocó la sordera de un individuo cuando un petardo estalló frente a la ventana de la habitación en la que se encontraba. (BUNCH) (2).

EMERSON en 1907 estudió las lesiones otológicas provocadas por las piezas de artillería de gran calibre empleadas en la guerra Hispano - Americana de 1898 (BUNCE) (3).

JOBSON en 1917, hizo un estudio con soldados que intervinieron en la 1ra Guerra Mundial utilizando diapasones. Encontró que se trataba de una sordera de tipo laberíntico, con mayor afectación de las frecuencias agudas.

DORE en 1933 describió la pérdida de audición que tienen los cazadores selectivamente en la frecuencia 4000 Hz. Encontramos que el empleo de las armas de fuego en actividades recreacionales no está exento de lesiones.

A partir del estallido de la 2da Guerra Mundial es cuando aparece en la literatura mayor número de referencias sobre el daño auditivo provocado por las armas de fuego o “war deafness”, término propuesto por GUILD en 1941. (13). COLLINS en 1944 (14) encontró que el 20 % de las lesiones producidas en la guerra del desierto occidental (Tobruk), afectan al oído. Son fundamentalmente perforaciones timpánicas por “blast” e hipoacusias por trauma acústico (4).

MARSHALL - TAYLOR, también en 1944, estimó que el número de traumas acústicos entre los soldados americanos que participaron en la 2da Guerra Mundial se elevaba a 250.000 casos (5).

En 1948, COLLINS publicó un estudio clínico realizado en 108 artilleros veteranos de la 2da Guerra Mundial, encontrando que la incidencia de hipoacusia es del 92,8 %, acufenos en el 88 % y disturbios en la función laberíntica en el 53 % (6).

Hay que hacer resaltar que todas estas lesiones fueron producidas en tiempo de guerra, en que los soldados se encuentran expuestos a gran cantidad de explosiones, de gran intensidad y durante largo tiempo.

Sin embargo, en tiempo de paz, en la necesaria preparación de los ejércitos, se hace indispensable el empleo de armas de fuego aunque solo sea con fines didácticos y de entrenamiento, lo cual también produce una importante incidencia de trauma acústico.

EPIDEMIOLOGÍA

Se estima que un tercio de la población mundial y el 75% de los habitantes de las ciudades industrializadas padecen algún grado de sordera o pérdida auditiva causada por exposición a sonidos de alta intensidad. En 1985 se calculaba una media de 12.5 millones de trabajadores expuestos a niveles de ruido superiores a 85 dB en países Europeos (1)

En nuestro país se difundieron desde 1960 trabajos de Deutsch, Hernández Orozco, Savin, Guerrero, Mojica Roa y otros, en el departamento de fisiología de la Universidad Autónoma de México y el Instituto Nacional de Comunicación Humana de la Secretaria de Salud, acerca del efecto acumulativo del ambiente ruidoso. (8)

El trauma acústico es la lesión ocupacional más frecuente en el ejército americano. (WALDEN) (9). Las estadísticas de los ejércitos de todo el mundo son impresionantes. Por ejemplo, el 78 % del personal militar sueco con más de 20 años de servicio tiene una caída de umbral de más de 25 dB (ANTONEN) (10). En Francia, sufren trauma acústico el 50 % de los militares profesionales y el 20 % de los soldados (PONCET) (11). En Finlandia, hay un 60 % de profesionales afectados. (SALMIVALLI) (12). En el ejército americano (SISK) (13) encuentra una incidencia del 50 % en personal destinado en Fort Carson, Colorado. WALDEN (9) refiere que la incidencia es superior al 50 % en cualquier arma, siendo los del arma acorazada los que la presentan más alta: 63 %.

De toda la sociedad industrializada, son las Fuerzas Armadas donde el personal se ve sometido a los más altos niveles de ruido. Por un lado los motores y la maquinaria pesada de talleres y vehículos y por otro lado, las armas de fuego, cuyas detonaciones superan en intensidad a todos los ruidos industriales.

PROBLEMÁTICA DEL RUIDO EN EL AMBIENTE MILITAR

Ambos tipos de ruido pueden provocar hipoacusia cuando la energía acústica que llega al oído supera las posibilidades de tolerancia de la cóclea, aunque lo hacen a través de mecanismos diferentes:

EL RUIDO CONTINUO.- Es el ruido industrial que puede causar daño auditivo profesional a los trabajadores. Este es el trauma acústico crónico, cuyo mecanismo etiopatogénico fundamental es el agotamiento metabólico.

EL RUIDO IMPULSIVO.- Son los ruidos de gran intensidad y corta duración, como las detonaciones de las armas de fuego. Provocan lesiones instantáneas debido a un fenómeno de “blast endococlear”. Es el más característico en el ambiente militar.

El soldado con trauma acústico puede ver comprometida su efectividad en el combate. Hay diversos sonidos que pueden ser considerados como “sonidos críticos del combate”, tales como el producido por una alambrada al ser cortada con una cizalla, los pasos sobre la hierba o la caída de un casquillo de bala. Todos estos ruidos tienen su espectro frecuencial situado entre los 2 y los 6 KHz, es decir, que vienen a coincidir con las frecuencias lesionadas por el trauma acústico. Por tanto, las frecuencias críticas que un soldado necesita oír en un ambiente de combate, son las primeras en afectarse.

En un trauma acústico evolucionado, se ve afectada la comprensión del lenguaje verbal, lo que hace inagotable el perjuicio potencial derivado de tomar decisiones erróneas basadas en una mala interpretación. Errores que aun pueden ser incrementados con el empleo de sofisticados medios de armamento y comunicación, tales como los que hemos tenido ocasión de ver utilizar en

la Guerra del Golfo, aunque también en situaciones de entrenamiento, comprometiendo la seguridad del personal y la eficacia en el desempeño de la misión por haber realizado acciones basadas en lo que ellos pensaron que habían oído.

No solo son las lesiones permanentes las que plantean problemas, los cambios transitorios de umbral de 20 o 25 dB que pueden aparecer al ser transportados los soldados al campo de batalla en vehículos acorazados, helicópteros o en aviones militares muy ruidosos, también pueden afectar significativamente la audición.

Finalmente, también hay que tener en cuenta el aspecto económico. Por un lado está el capítulo de las indemnizaciones por lesiones adquiridas en el ejercicio de la profesión. En el año fiscal de 1985, la U. S. Veterans Administration pagaba más de 3 millones de dólares semanales a los veteranos con sordera adquirida en acto de servicio. Desde el final de la 2da Guerra Mundial hasta 1975, la administración americana empleó aproximadamente 1 billón de dólares en concepto de indemnizaciones a soldados por sordera. (ASPINALL) (14).

Pero las pérdidas económicas no se limitan exclusivamente al concepto de indemnizaciones. El entrenamiento operativo del personal con la moderna tecnología bélica supone una importante inversión. Pues bien, el 7 % de ellos, sufren hipoacusia inducida por ruido lo suficientemente importante que requieren reclasificación y pasar a ser destinados a una especialidad diferente (14). Nuevamente hay que emplear dinero para entrenar al soldado en otra ocupación. Como puede verse, las inversiones económicas parecen no parar nunca.

CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO PRODUCIDO POR ARMAS DE FUEGO

Desde el punto de vista de la física, el sonido es un fenómeno vibratorio que se propaga en el aire a una velocidad aproximada de 330 metros por segundo. Hablamos de ruido cuando el fenómeno acústico añade una sensación desagradable en el individuo que la percibe. Podría definirse que el ruido es un sonido no deseado.

En el estudio de los mecanismos y de los factores que predisponen a sufrir un trauma acústico, hay que distinguir dos apartados:

- a) Características del ruido traumatizante.
- b) Características de las personas expuestas.

La capacidad de ocasionar daño de un ruido está influida por los siguientes parámetros:

- Intensidad.
- Duración.
- Espectro frecuencial.
- Naturaleza del ruido.
- Pausas de reposo.

INTENSIDAD

La intensidad de una onda sonora viene determinada por el incremento de presión. En las detonaciones se trata de un incremento de presión muy importante y con grandes variaciones: un ruido de 160 dB corresponde a una presión sonora de pico de 0,01 Bar mientras que un ruido de 200 dB son 1,9 Bar. Se ha comprobado que la presión sonora a la que el oído se ve sometido, puede variar con un valor de 200 dB, lo que explica el carácter más agresivo de las armas con detonaciones más intensas.

En los siguientes cuadros pueden verse las intensidades de las detonaciones de varios tipos de armas y el nivel de ruido de algunas máquinas, expresado en dB, medidos por los siguientes autores:

1. Aberdeen Proving Group (15).
2. Salmivalli (16).
3. Antonen (17).
4. Preventive Medicine Division (18).
5. Buffe (19)
6. Yarrington (20).
7. Pilgramm (22)

Armas Individuales	1	2	3	4	5	6	7
Fusil de asalto 7.62	159dB	160dB	156dB			160dB	156dB
Fusil de asalto 5.56	156dB			156dB	160dB		
Granada de mano a 7.65m	171dB						
Subfusil 5.56	160dB						
Ametralladora M60 7.72	155dB			157dB			
Mortero 81mm	161dB				200dB		
Lanzagranadas		163dB				163dB	

Armas de Artillería	1	2	3	4	5	6	7
Cañón 155 mm	185dB						
Cañón 105 mm	189 dB			171 dB		190 dB	
Cañón de carro 105mm a 4 m	179 dB				185 dB		
Cañón de carro M48A 90mm a 4 m	181 dB				180 dB		
Ametralladora Antiaérea		165 dB					

Maquinaria y vehículos	1	2	3	4	5	6	7
Helicóptero CH47 Chinok	110 dB						
Helicóptero OH13 Apache	105 dB						
Torno	100 dB						
Prensa Offset	85 dB						
Sierra de Cinta	100 dB						
Sierra de Cadena	110 dB						
Sierra circular	100 dB						
Excavadora	95 dB						
Camión de gran tonelaje	90 dB						
Carro de combate	105 dB						

Según el Naval Surface Weapons Center, Dalhgreen, Virginia, el riesgo de sufrir un trauma acústico dependiendo de la intensidad de un ruido impulsivo es:

< de 115 dB: poco riesgo

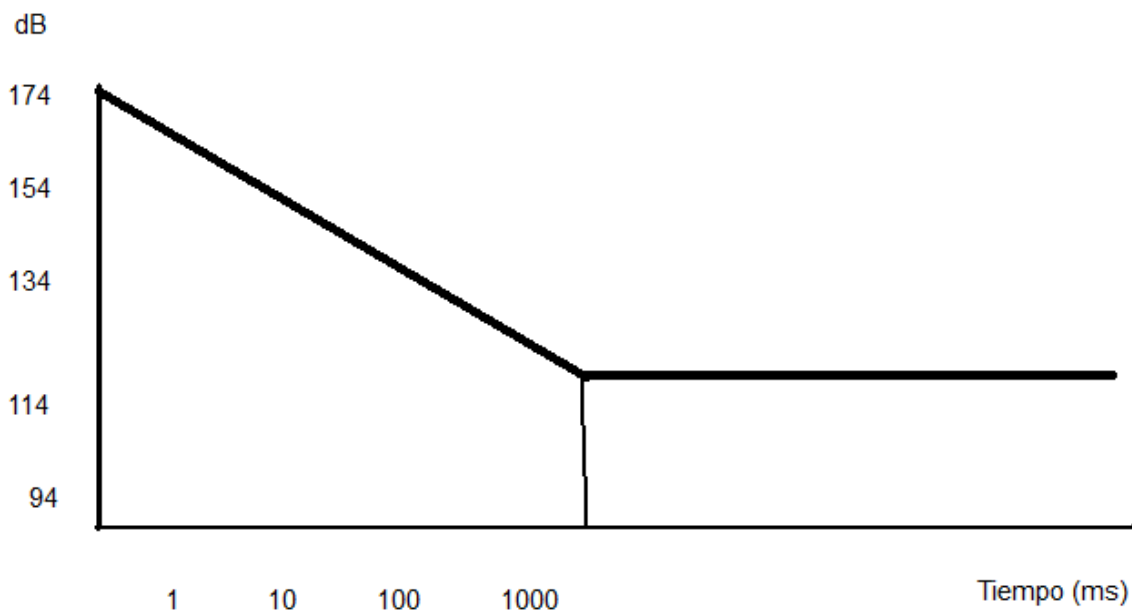
115 a 130 dB: riesgo moderado

130 a 140 dB: riesgo alto

> de 140 dB: umbral de lesiones permanentes en oídos humanos no protegidos.

DURACIÓN

Un ruido es cuanto más agresivo cuanto más energía contiene (22). En los ruidos continuos, la energía de un sonido es directamente proporcional a su intensidad y a su duración, pero esta ley no rige cuando se trata de un ruido impulsivo, con una duración próxima a 0. La ley de la Isoenergía para ruidos impulsivos ha sido investigada por LUPKE (23) y por BUFFE (19), el cual, ha determinado a nivel experimental, la tolerancia coclear a este tipo de ruidos, en función de su intensidad y de su duración.



El límite que separa el carácter de agresividad o inocuidad de una detonación está definido por la línea que pasa por los puntos 174 dB de incremento de presión durante 0ms y 94 dB durante 1000 ms separando el plano de coordenadas incremento de presión tiempo en dos zonas.

Toda detonación cuyo nivel energético esté situado por debajo de la curva trazada en la figura anterior, está considerada como no peligrosa. La Ley de la Isoenergía establece que dos

ruidos conteniendo la misma energía tienen el mismo poder lesional coclear. Sin embargo, DANIELSON ha comparado dos ruidos impulsivos de la misma energía pero con distinta intensidad y duración, pues bien, a igual energía, los impulsos de 150 dB causan mayor daño que los de 135 dB (24). Esto nos lleva a tener en cuenta otro parámetro.

ESPECTRO FRECUENCIAL

Una detonación no es un sonido puro con una frecuencia única, sino un conjunto de frecuencias que se propaga en forma de una onda de presión sonora. El análisis frecuencial de esta onda va variando desde el principio del fenómeno hasta su terminación. En el comienzo de una detonación, están presentes todas las frecuencias audibles y una parte de la gama de los ultrasonidos, a medida que transcurre el tiempo van desapareciendo las frecuencias agudas y al final solo persisten las frecuencias medias y graves que son las menos lesivas.

Por lo tanto, si tenemos dos detonaciones cuyo contenido energético es idéntico, pero su duración es diferente, la más breve es más rica en frecuencias altas, y la más larga lo es en frecuencias bajas, es decir, que la más breve sería más lesiva (25, 26). Esto no se ajusta a la ley de isoenergía, según la cual, el contenido energético es proporcional al cuadrado de la presión de cresta multiplicado por la duración. La explicación de este fenómeno viene dada por la variación en la composición espectral de la detonación, en la cual, las bajas frecuencias ejercen un efecto protector sobre la cóclea.

Si el espectro frecuencial del impulso es próximo a 2000 Hz, el poder lesional es máximo (27).

NATURALEZA DEL RUIDO

Un ruido puede ser:

1. CONTINUO. Sin pausas de silencio. Es, por ejemplo, el ruido de maquinaria y motores.

Un ruido continuo puede ser:

- Estable, con muy pocas variaciones de intensidad.
- Fluctuante, su intensidad varía de manera periódica.
- Variable, su intensidad varía aleatoriamente.

2. INTERMITENTE. Ruido prolongado compuesto de fases sonoras de más de 1 segundo de duración, entre las que se intercalan pausas de silencio de duración variable.

3. IMPULSIVO. El ruido impulsivo no es una propagación regular de movimiento ondulatorio, sino una secuencia irregular de cambios de presión con un pico rápido seguido de un descenso lento hasta llegar a un nivel de presión sub ambiental. Es de intensidad elevada pero de duración siempre inferior a 1 segundo y con un intervalo de silencio entre dos ruidos superior a 0.2 segundos.

Las dos primeras categorías corresponden a ruidos industriales, que generan trauma acústico crónico. Los ruidos impulsivos corresponden a las detonaciones de las armas de fuego, que engendran trauma acústico agudo y son los que presentan mayor poder lesional, demostrado por DUNN en estudios comparativos (28).

Hamernick, de forma experimental, ha comprobado que la interacción de ruido continuo e impulsivo provoca lesiones mayores de lo que cabría esperar de la acción de cada uno por separado (29).

Clínicamente, un estudio comparativo entre trabajadores ferroviarios sometidos a ruido industrial, de los cuales algunos son cazadores, muestra que estos últimos tienen una audición significativamente peor que los no cazadores (30).

A pesar de estos datos, también existen estudios en los que no aparece interacción significativa entre ambos tipos de ruidos (31).

PAUSAS DE REPOSO

Centrándonos en los ruidos impulsivos, la duración entre dos exposiciones es de gran importancia sobre la capacidad de recuperación coclear.

a) En el caso de intervalo muy corto entre dos detonaciones (menos de 100 ms) como por ejemplo un ejercicio de tiro con ametralladora en ráfaga con una frecuencia de disparo de 2000 tiros por minuto, en las primeras detonaciones, el reflejo estapedial no ha tenido tiempo de efectuar su papel protector, hasta que transcurre su periodo de latencia, que varía desde 10 a 200 ms, por lo que su energía incidiría sobre una cóclea desprotegida que además iría acumulando energía remanente que la cóclea no tendría tiempo suficiente de disipar.

Una vez que finaliza el periodo de latencia, se establece el reflejo estapedial, cuya relajación se produciría aproximadamente después de 250 ms desde el final del ruido, pero como la frecuencia de disparo es de un tiro cada 30 ms, el reflejo estapedial aún seguiría activado en el siguiente tiro. Una vez que se establece, este reflejo protegería a la cóclea de todos los demás disparos siempre y cuando se mantenga el tiro en ráfaga.

b) En caso de intervalo corto, pero superior a 600 ms, como son los ejercicios tiro a tiro, todas las detonaciones encuentran la cóclea desprotegida, porque transcurrido ese tiempo, el reflejo estapedial ya está completamente relajado. Por otro lado, es un intervalo suficientemente largo para permitir la disipación de energía remanente dentro de la cóclea.

El efecto beneficioso de las interrupciones frecuentes ha sido demostrado por WARD, que ha encontrado una reducción en la producción de lesiones cocleares permanentes (32).

c) En caso de un intervalo largo (horas o días), permiten la recuperación completa o casi completa de los cambios transitorios de umbral y una recuperación parcial de los permanentes. Es importante que los ejercicios de tiro se hagan con un intervalo de al menos 24 horas.

Sin embargo, Fukushima encontró que después de someter a un animal de experimentación a trauma acústico binaural, si uno de los oídos era sometido a silencio durante el periodo de recuperación, presentaba mayores lesiones que el contralateral. Esto sugiere que la activación mecánica del oído interno inhibe los procesos degenerativos a largo plazo o bien influye en la reparación de las células ciliadas (33). No tenemos constancia de que dicho experimento haya sido confirmado por otros autores.

CARACTERISTICAS INDIVIDUALES

Es corriente observar como de una colectividad expuesta, el ruido no afecta a todos y los afectados no lo son de la misma manera. Existen susceptibilidades individuales que hacen a unos más vulnerables que a otros. Henderson, que ha dedicado gran parte de su trabajo al estudio de la sordera producida por ruido, considera que esta no se ajusta a las predicciones de la ley de la isoenergía, sino que depende de varios factores entre los que incluye la susceptibilidad individual (34).

Entre los factores que pueden estar relacionados con la susceptibilidad al trauma acústico hay que mencionar los siguientes:

1. SEXO.- Suele encontrarse que entre las mujeres hay menor proporción de trauma acústico, aunque estén inmersas en el mismo ambiente. En el caso de los ejércitos, aún son mayoría el personal de sexo masculino en relación al sexo femenino.

2. Edad.- Aunque son mayoría los autores que consideran que los jóvenes son más susceptibles, aún no está perfectamente establecido el influjo de la edad sobre el trauma acústico (35, 36).

Existen estudios experimentales en los cuales los animales jóvenes se muestran más vulnerables que los adultos (37). Se ha encontrado un periodo de máxima susceptibilidad inmediatamente después del momento en que la cóclea alcanza su madurez (31). En la práctica, un estudio realizado sobre un grupo de población que había asistido a unas fiestas populares con abundante lanzamiento de petardos, mostró que los más afectados resultaron ser los comprendidos entre los 9 y 15 años de edad (38).

3. ADMINISTRACION DE DROGAS OTOTOXICAS.- La exposición simultánea a ruidos intensos y a drogas ototóxicos determina mayores lesiones que las provocadas por la suma de ambos factores por separado (39). Existe una potenciación sinérgica de ambos efectos negativos que ha sido puesta de manifiesto por diferentes autores y con diferentes drogas: kanamicina (31,40), antiinflamatorios no esteroideos (41), tolueno (42), cisplatino (43). Con respecto a los salicilatos, las últimas investigaciones son concordantes en que no parece haber diferencia significativa entre las lesiones provocadas por efecto del ruido solo y las provocadas por ruido más salicilatos (44,45, 46)

4. TRAUMATISMOS CRANEO-ENCEFALICOS.- Pueden provocar lesiones directas en la cóclea y dejarla más frágil y sensibilizada a lesiones ulteriores.

5. ESTADO DE MELANIZACION.- Diversos autores sugieren que cuando hay menos melanina (ojos claros) hay mayor susceptibilidad frente al ruido que cuando la melanización es mayor (ojos marrones). El efecto beneficioso de la melanina estaría condicionado por la existencia de células melánicas en la estría vascular y por las propiedades de la melanina como semiconductor y su poder de reducción de enzimas oxidadas (31,47, 48). Los estudios comparativos realizados entre individuos de raza blanca y negra sometidos a los mismos estímulos, muestran que los más pigmentados desarrollan menores cambios de umbral (49,50).

6. HIPERTENSION ARTERIAL.- Se ha encontrado una significativa correlación entre trauma acústico e hipertensión (50,51).

7. HIPERCOLESTEROLEMIA .- Los animales de experimentación sometidos a dieta hiperlipidémica, presentan mayor pérdida auditiva en las altas frecuencias, debida a la patología

vascular sobreañadida y también mayor susceptibilidad a sordera inducida por ruido que los animales sometidos a dieta normal (52,53,54).

8. ACTIVIDAD FISICA.- La combinación de exposición a ruido con intensa actividad física, provoca pérdidas mayores que a los sedentarios (55).

9. EXISTENCIA PREVIA DE CAMBIO PERMANENTE DE UMBRAL.- HUMES (31) tras seis trabajos de exposición a ruido encuentra que se produce mayor pérdida en los individuos con un trauma acústico previo que en los individuos normales. Estos estudios sugieren dos conclusiones:

a) Cuando la región en que existe pérdida auditiva previa, coincide con la región afectada por la exposición al ruido, el cambio de umbral es menor en el oído lesionado, pero la pérdida de audición total, es idéntica para oídos normales y traumatizados. Es decir, un individuo con 10 dB de umbral, que cambia a 40 dB, ha sufrido una pérdida de 30 dB. Otro individuo con umbral previo de 30 dB también cambiaría a 40 dB, habiendo sufrido 10 dB de pérdida.

b) La región en la que existe daño, no interacciona con la región en la que se va a producir después. Por ejemplo, si previamente existía una pérdida de 20 dB en la frecuencia 4000 Hz y con la exposición se ha producido una pérdida de 20 dB en la 500 Hz, la pérdida total sería de 20 dB en la 500 Hz y 20 dB en la 4000 Hz. No interaccionan, simplemente se suman.

DEFINICIÓN DE RUIDO

La Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo, definen al ruido como “todo sonido indeseable”. En México en la norma oficial Mexicana NOM-1-101/4 define al ruido como: “sonido desagradable o indeseable de carácter aleatorio que no presenta componentes de frecuencia bien definidos”.(60) En la ley federal del trabajo también está estipulado el daño posible causado por el ruido a nivel laboral (56).La norma ISO 1999 define “déficit auditivo” (hipoacusia) como el aumento permanente del umbral auditivo, siendo el umbral auditivo el mínimo nivel audible suficientemente importante como para afectar la inteligibilidad de la palabra. (57,58).

CLASIFICACIÓN DEL RUIDO SEGÚN SU VARIACIÓN

Ruido constante: es aquel cuyo nivel y presión sonora no varía de más de 5 dB durante las 8 horas laborables (59).

Ruido fluctuante: ruido cuya presión sonora varía continuamente y en apreciable extensión, durante el periodo de observación.

Ruido intermitente: es aquel cuyo nivel de presión sonora disminuye repentinamente hasta el nivel de ruido de fondo, varias veces durante el periodo de observación, el tiempo durante el cual se mantiene a un nivel superior al ruido de fondo es de un segundo o más.

Ruido impulsivo: es aquel que fluctúa en una razón extremadamente grande (más de 30 dB) en tiempos menores de un segundo, o bien aquel ruido que presenta un aumento de presión sonora de rápido comienzo y muy corta duración; puede estar constituido por un solo impacto (explosión) o bien una serie de impulsos repetidos, separados por lapsos de igual o diferente duración.

TRAUMA ACÚSTICO

El trauma acústico, es la pérdida brusca de la audición causada por una exposición a ruido de alta intensidad, en forma aguda (única exposición a más de 140 dB) o crónica (hipoacusia profesional por exposición mantenida a intensidades superiores 80 dB) (61, 62, 63). También se considera trauma acústico a toda lesión producida por impactos sonoros persistentes, como los de la industria, estampidos, ruidos muy fuertes, explosiones y ciertos traumatismos.

Por tanto podemos decir, que el trauma acústico está en relación directa con la duración e intensidad del ruido, generalmente se necesita más de 90 dB para producir daño. (64).

FORMAS CLÍNICAS DEL TRAUMA ACÚSTICO

Tipo I. Corresponde a la forma de evolución continúa, en general la evolución es progresiva, lenta, con caídas que comienzan con las frecuencias agudas, pero conforme pasa el tiempo abarca otras frecuencias.

Tipo II. En esta forma clínica, la evolución no es continúa, sino diferida en el tiempo, corresponde a los casos en que, establecido el déficit, la evolución se detiene durante bastante tiempo, presentando una hipoacusia moderada, como si el proceso de adaptación restituyera la función pérdida.

Tipo III. Presentan una evolución brusca, más frecuentemente en un oído, la pérdida auditiva es rápida y profunda para tonos agudos. Generalmente es consecuencia de la exposición a ruidos impulsivos.

Tipo IV. La lesión se presenta en un solo oído o ambos, no llevan forma simétrica, un oído es el más perjudicado, mientras que el otro permanece indemne o apenas se modifica la audiometría.

Tipo V. Son aquellas en que el déficit se localiza en las frecuencias no típicas, tales como las frecuencias graves. Suelen ser vistas en exposiciones a ruidos explosivos.

Tipo VI. Aparece cuando un individuo está expuesto a ruidos de muy baja intensidad; el paciente se queja de no escuchar o tener la sensación de oído tapado, pero audiométricamente son normales (61)

DAÑO AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO

La hipoacusia inducida por ruido (HIR), trauma acústico crónico o daño auditivo inducido por ruido (DAIR), se define como la disminución de la capacidad auditiva de uno o ambos oídos, parcial o total, permanente o acumulativa, de tipo sensorineural que se origina gradualmente, durante y como resultado de la exposición a niveles perjudiciales de ruido en ambiente laboral, de tipo continuo o intermitente de intensidad relativamente alta (más de 85 dB SPL) durante un periodo grande de tiempo, debiendo diferenciarse del trauma acústico, el cual es considerado más como un accidente, más que una verdadera enfermedad profesional. Se caracteriza por ser de comienzo insidioso, curso progresivo y de presentación bilateral y simétrica (66).

También se dice que corresponde a la pérdida auditiva continua y permanente que se desarrolla en forma gradual a lo largo de los años; como consecuencia de exposición a ruido ambiental o laboral, sobre todo por exposición prolongada a un ruido intenso. En general la pérdida es sensorineural, bilateral, simétrica y recuperable solo en su inicio. (61, 63)

El principal signo diagnóstico de la hipoacusia por exposición a ruido, es el cambio del umbral auditivo. Sin embargo, cualquier otro oído sometido a un sonido de intensidad suficiente se fatiga y sufre un aumento de dicho umbral que se recupera en un plazo de tiempo entre 12 y 16 hrs (pérdida transitoria del umbral).

Una vez iniciada la pérdida, se presenta un patrón audiométrico típico. Los cambios iniciales suelen verse en la frecuencia de 4000 Hz, pero no es inusual que el pico máximo se encuentre entre 30000 y 6000 Hz.

CLASIFICACIÓN DE LAS ETAPAS DEL DAÑO AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO DE AZOY Y MADURO.

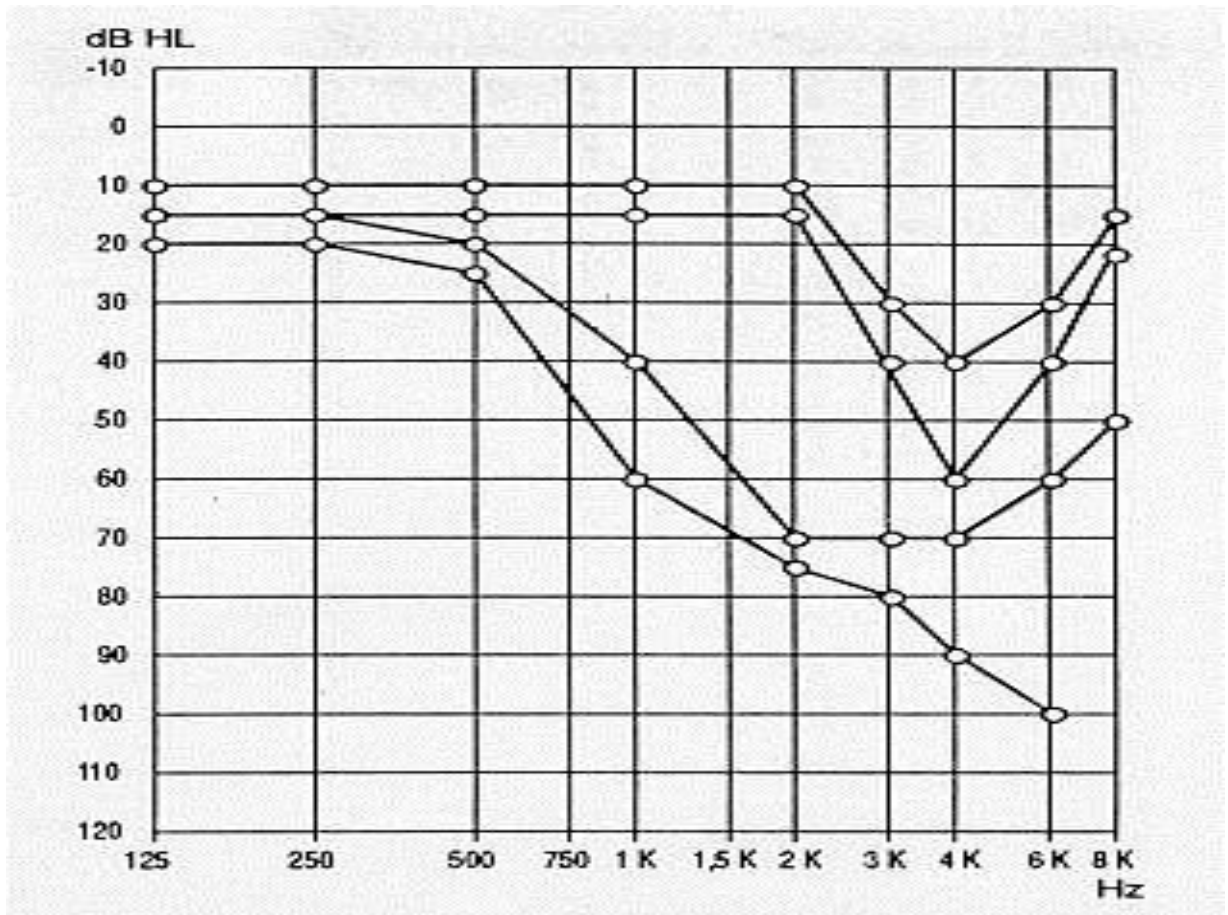
Fase I. (Instalación de un déficit permanente) Antes de la instauración de una hipoacusia irreversible se produce un incremento del umbral de aproximadamente 30-40 dB en la frecuencia de 4 KHz. El cese de la exposición al ruido puede revertir el daño acabo de pocos días (66,61).

Fase II (De latencia total o manifestación clínica nula) Se produce después de un periodo de latencia donde el déficit en los 4kHz se mantiene estable, ampliándose a las frecuencias vecinas en menor intensidad e incrementándose el umbral se encuentra entre 50 dB como máximo y 30 como mínimo, sin comprometer la comprensión de la palabra, pero ya no hay reversibilidad del daño auditivo (66,61)

Fase III (De latencia subtotal). La vía ósea esta descendida en la frecuencia de 4 KHz, acompañando las frecuencias vecinas. La pérdida comienza desde la frecuencia de 2 KHz con gran descenso para la de 4 KHz (70-80 dB) en general pierde la recuperación que presentaba en la frecuencia de 8 KHz. Comienza la incapacidad en la comprensión de la palabra.

Fase IV (Terminal o hipoacusia manifiesta). Déficit auditivo vasto, que afecta desde las frecuencias graves, a partir de 1 KHz e inclusive de la 500 Hz, y un incremento del umbral a 80 dB o más. El paciente comienza a tener dificultad para seguir una conversación corriente.

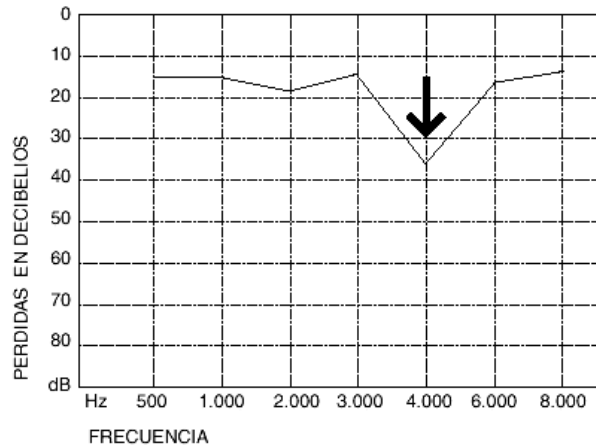
El daño auditivo inducido por ruido como ya se ha dicho representa un déficit auditivo sensorineural que comienza en las frecuencias agudas (3 000 y 6 000 Hz) y se desarrolla como resultado de una exposición crónica a sonidos de muy alta intensidad (67).



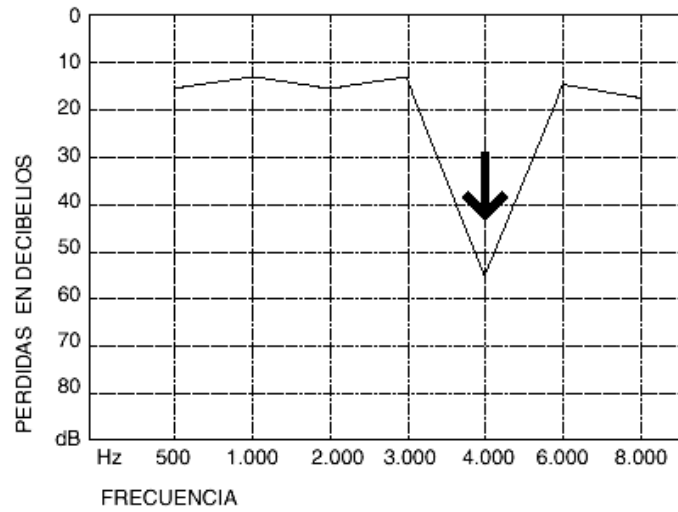
Evolución en el tiempo de las alteraciones audiométricas producidas por ruido.

CLASIFICACIÓN AUDIOMÉTRICA DE LARSEN (DAIR)

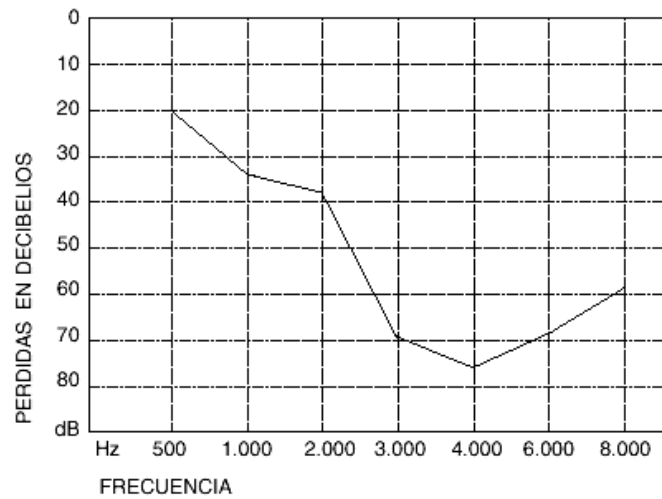
1. Daño auditivo inducido por ruido o trauma acústico de primer grado. Al comienzo no presentan ningún trastorno auditivo y se oye bien la palabra hablada, el audiograma muestra un desplazamiento entre 20 y 30 dB solo en la frecuencia de 4 kHz, sin que necesariamente rebase los límites de la audición normal (61).



2. Daño auditivo inducido por ruido o trauma acústico de segundo grado. Cuando además del desplazamiento en esta frecuencia, se encuentra afectada la respuesta en otra frecuencia, generalmente en 8 kHz, la hipoacusia es manifiesta, la pérdida es de unos 40 dB (61).



3. Daño auditivo inducido por ruido o trauma acústico de tercer grado. Cuando ya se ha afectado una tercera frecuencia, la de 2 kHz, aunque en ocasiones se llegan a afectar más de tres frecuencias. La caída de la curva es acentuada, hay acufenos y reclutamiento intenso, el umbral decrece hasta 60 dB (61).



CARACTERÍSTICAS DE LA HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO OCUPACIONAL

1. La hipoacusia siempre es sensorineural y afecta a las células ciliadas del oído interno (69).
2. Casi siempre es bilateral. El patrón audiométrico es usualmente simétrico (69).
3. Casi nunca produce hipoacusia profunda; usualmente las frecuencias graves se limitan a 40 dB y las frecuencias agudas cerca de 75 dB (69).
4. Una vez expuesto a ruido discontinuo este no significa una nueva progresión en la hipoacusia, como resultado de la exposición a ruido (69).
5. La hipoacusia inducida por ruido previa, no hace al oído más sensible a una exposición a ruido futuro. El umbral de audición incrementa en proporción a la disminución de la pérdida (69).
6. El daño primario en el oído interno se refleja en las frecuencias de 3, 4 y 6 kHz. Siendo mayor la pérdida en estas frecuencias, que en 500 Hz, 1 y 2 kHz. Usualmente la mayor pérdida ocurre en la frecuencia de 4 kHz (69).
7. Dada una condición establecida de exposición, las pérdidas en 3, 4 y 6 kHz, usualmente alcanzan su máximo nivel alrededor de los 10 y 15 años de exposición (69).
8. La exposición a un ruido continuo durante años es más perjudicial, que la exposición a ruido interrumpido, el cual permite al oído tener un periodo de descanso (69).

FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL DAÑO AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO

Intensidad del ruido y tiempo de exposición (por debajo de 80 dB durante 8 hrs) (65, 61, 70, 71,72).

Distribución de los componentes frecuenciales del ruido (frecuencias entre 2-3 Hz acarrear mayor deterioro) (65, 61, 70, 71,72).

Duración de la exposición (65, 61, 70, 71,72).

Tipo de ruido: continuo, intermitente o impulsivo (65, 61, 70, 71,72).

Susceptibilidad personal (65, 61, 70, 71,72).

Con relación a su fisiopatología, podemos destacar los siguientes puntos:

La exposición a intensidades sonoras elevadas, puede provocar lesiones de causa mecánica. Con frecuencia por desprendimiento de una porción del órgano de Corti (membrana basilar). Desde el punto de vista vascular las células ciliadas externas son las primeras en ser dañadas por la isquemia (65, 61, 70, 71,72).

El daño inicial de la célula sensorial, probablemente es producido por un cambio en la permeabilidad de la membrana. Los espacios vacíos de la lámina reticular por daño celular previo, ponen en contacto la endolinfa con los espacios líquidos del órgano de Corti. La elevada concentración de potasio, puede provocar en las células ciliadas y fibras amielínicas no dañadas, un edema osmótico y su eventual ruptura .

EVALUACIÓN AUDITIVA DEL PACIENTE EXPUESTO A RUIDO

En primer lugar debe realizarse una historia clínica médica completa que cubra en principalmente todos los aspectos y antecedentes relacionados con la audición.

Existe un número considerable de pruebas audiológicas aplicables en la evaluación del daño auditivo inducido por ruido, algunas son subjetivas, ya que dependen de la cooperación del paciente, y está sujeta a variar según la manipulación del mismo. Otras de las pruebas son objetivas ya que el resultado es independiente de la cooperación del paciente; (73) sin embargo diversos autores como Hernández y cols. ; Gutiérrez y Cols. coinciden en señalar que los estudios básicos para la evaluación y diagnóstico de estos pacientes son los siguientes: (74)

1. Audiometría tonal liminar aérea y ósea
2. Logaudiometría
3. Audiometría tonal de altas frecuencias
4. Timpanometría
5. Reflejos estapediales
6. Emisiones otoacústicas

1. AUDIOMETRIA TONAL LIMINAR

Es una prueba subjetiva no invasiva y rápida, útil para realizar un diagnóstico de la patología auditiva. El estudio audiométrico tonal liminar es considerado como el estándar de oro en la detección de daño auditivo inducido por ruido, investiga el umbral mínimo auditivo de la vía aérea a través de auriculares y para la vía ósea mediante vibradores, permitiendo la evaluación de los umbrales auditivos entre las frecuencias de 125 y 8000 Hz (75).

Esta prueba brinda información sobre el grado de pérdida auditiva y el sitio de la lesión (nivel de oído medio, cóclea u VIII par craneal).

Se registra en un audiograma, que muestra el nivel del umbral de la audición en un individuo en función de la frecuencia (Hz) y la intensidad (dB). La función de la audiometría no se limita solo a la mera obtención de umbrales de audibilidad, sino que esta tiene un amplio uso en la prevención, diagnóstico, terapéutica y seguimiento evolutivo de las pérdidas auditivas, lo que permite en ocasiones realizar un diagnóstico etiológico de ellas. (63)

Deben realizarse dos audiometrías con una separación mínima entre ellas de una semana. De producirse más de 10 dB de diferencia en los promedios auditivos encontrados entre un examen y otro, deberá de realizarse una tercera prueba. En los casos en los que el examen audiométrico no fuera suficiente para realizar un diagnóstico exacto del daño auditivo, de origen ocupacional, deberá complementarse con otros exámenes audiológicos. (75,73)

CATEGORÍAS DE PÉRDIDAS AUDITIVAS

- a) Audición normal: si el promedio de audibilidad es menor de 20 dB HL .
- b) Hipoacusia superficial: si la pérdida auditiva es de 21 a 40 dB HL .
- c) Hipoacusia media: si la pérdida auditiva es de 41 a 60 dB HL.
- d) Hipoacusia severa: si la pérdida auditiva es de 61 a 80 dB HL.
- e) Hipoacusia profunda: si la pérdida auditiva es mayor a 81 dB HL.
- f) Restos auditivos: Respuesta solamente en cuatro frecuencias.
- g) Anacusia audiométrica: cuando no existe respuesta a la máxima intensidad del audiómetro (63).

2. LOGOAUDIOMETRÍA

La audiometría vocal o logoaudiometría es otra prueba audiológica, definida por Martin en 1987 como “la determinación cuantitativa de la capacidad de un oyente para reconocer sonidos del habla”.

Penrod, en 1985, clasificó en seis las aplicaciones de la logoaudiometría:

1. Ayudar a la localización de la lesión.
2. Evaluar la efectividad del nivel de comunicación del paciente.
3. Determinar los candidatos a cirugía.
4. Planificar y evaluar los programas de rehabilitación auditiva.
5. Evaluar al candidato de audífonos y seleccionar la amplificación adecuada.
6. A estas funciones se añade la detección de simuladores o disimuladores.

Los problemas centrales suelen llevar aparejados una pésima discriminación verbal, resultando difícil a los pacientes entender la palabra presentada. (64)

La logoaudiometría puede realizarse:

- 1) En campo libre, en cabina sonoamortiguada y sonido emitido por altavoces.
- 2) Por vía aérea, utilizando auriculares de forma mono o binaural.
- 3) Por vía ósea con el vibrador aplicado generalmente en mastoides.

El procedimiento logoaudiométrico consiste en presentarle al paciente a través de los audífonos una lista de 10 palabras fonéticamente balanceadas que pueden ser monosílabos,

bisílabos o trisílabos con voz viva o grabada las cuales tiene que repetir. Se calculan los porcentajes correctos de repetición en diversas intensidades, tomando como punto de partida el umbral auditivo del paciente en las frecuencias de 500, 2000 y 4000 Hz, realizando incrementos de 20 dB. Al aumentar la intensidad de un vocablo, se encuentran sucesivamente en el sujeto dos umbrales diferentes.

- a) El umbral de detectabilidad
- b) El umbral de inteligibilidad. (64)

3. TIMPANOMETRÍA

Es el procedimiento mediante el cual es posible determinar los cambios de la complianza de la membrana timpánica y de la cadena oscicular por la variada presión de aire en el conducto auditivo externo obturado.

La presión es reducida gradualmente hasta alcanzar un punto donde está la máxima absorción del sonido, a este punto se le llama de máxima complacencia o complianza. En el oído normal este varía entre +50 y -50 daPas de presión de agua. Se deduce que esta es la presión de aire en el oído medio. La presión en el conducto auditivo externo es reducida gradualmente a -400 mm de agua.

Para graficar la complianza de la membrana timpánica y de la cadena oscicular se utiliza un eje de coordenadas en donde la línea vertical representará la complianza y el eje horizontal la presión de aire. Así se obtiene el timpanograma. (76)

Mediante la Timpanometría es posible valorar la integridad del sistema de transmisión y presión del oído medio, estimar el volumen del conducto auditivo y del oído medio y valorar la función de la trompa de Eustaquio. (77)

Las morfologías timpanométricas varían de manera notoria, según el componente de admitancia medido y la frecuencia de tono de la sonda (226Hz y 678 Hz) que se utiliza para ello. Existen diferentes tipos de timpanograma de 226 Hz. (78)

Tipo A.- Normal. La admitancia pico es normal en cuanto a amplitud y presión. Este tipo de timpanograma tiene 2 subdivisiones:

Tipo AS.- Es similar al timpanograma anterior excepto en su amplitud máxima, ó admitancia estática, se encuentra reducida, fenómeno típico de rigidez anormal en el oído medio causada por otosclerosis.

Tipo Ad.- Muestra también una morfología timpanométrica y presión en oído medio normales, pero la admitancia pico es anormalmente alta. Este incremento en la amplitud guarda relación con discontinuidad oscicular o patología del tímpano como membranas no formadas ó placas de timpanoesclerosis.

Tipo B.- Es un timpanograma plano característico de líquido en el oído, perforación de la membrana timpánica, permeabilidad de un tubo para igualar presiones o cerumen impactado.

Tipo B1.- Es similar al timpanograma anterior excepto que presenta una forma semilunar.

Tipo C.- Se caracterizan por picos a presiones muy negativas, típicamente -150 daPas. Esta negatividad guarda relación con disfunción de la trompa de Eustaquio.

Tipo C1.- El pico se encuentra situado en valores de presión negativos, con complianza reducida.

Tipo D.- Es un timpanograma con morfología en "W", patognómico de zonas de resistencia o cicatriciales en la membrana timpánica (distancia interpicos inferior a 100 daPas)

Tipo E.- Morfología en "joroba de camello" patognómica de interrupción de la cadena oscicular (distancia interpicos superior a 100 daPas).

Tipo P.- El pico se encuentra situado en valores de presión muy positivos, mayores de 100 daPa, con complianza dentro de parámetros normales.

4. REFLEJOS ESTAPEDIALES

El reflejo acústico es el que se desencadena tras la llegada de estímulos sonoros de fuerte intensidad al oído, condicionando contracciones reflejas de los músculos del oído medio, fijando el sistema tímpano oscicular y evitando lesiones vibratorias en la transmisión sonora e incluso en la transmisión al laberinto. El reflejo va a limitar la movilidad de la cadena, tensar la membrana timpánica y reducir la sensibilidad del oído.

Cada uno de los dos músculos insertados en la cadena oscicular (estribo y martillo) desarrolla su propio reflejo defensivo. El umbral del reflejo acústico del estribo se desencadena con diferente intensidad según las frecuencias, pero suele generalmente generarse a los 70 dB ó más sobre el umbral de audición (76).

5. EMISIONES OTOACÚSTICAS

Las emisiones otoacústicas son sonidos producidos en la cóclea, en las células pilosas externas, que pueden registrarse en el conducto auditivo externo con el uso de un amplificador. Son sonidos medibles, tanto cualitativa como cuantitativamente, en el conducto auditivo externo y son resultado de la capacidad que presentan las células pilosas externas para moverse en ambas direcciones de su eje longitudinal.

Existen dos formas básicas de emisiones, las espontáneas y las provocadas. Las primeras ocurren en ausencia de estímulos acústicos externos, mientras que las segundas se producen durante o después de un estímulo acústico externo y, a su vez, se subdividen en varias clases:(79)

- a) Emisiones otoacústicas provocadas transitorias (EOAsT)
- b) Emisiones otoacústicas provocadas por productos de distorsión (EOAsPD)
- c) Emisiones otoacústicas provocadas por estímulos-frecuencia (EOAsEF) (80)

La evaluación de las otoemisiones es un procedimiento no invasivo y rápido disponible para el monitoreo de la función coclear. Son pruebas de excelente especificidad y sensibilidad, pudiendo compararse los resultados archivados a través de exámenes sucesivos. Son útiles en la detección precoz y el monitoreo de las hipoacusias inducidas por ruido, aunque de manera específica , se usan las EOAsPD, dado que permiten analizar frecuencias más allá de los 4 kHz (79,81)

6. AUDIOMETRÍA DE ALTAS FRECUENCIAS

Así como los estudios mencionados previamente tienen un valor diagnóstico importante en relación a la detección de la hipoacusia, la audiometría de altas frecuencias es un procedimiento de exploración que permite el estudio de la cóclea en su porción basal.

Esta zona, no evaluada en la audiometría tonal clásica se caracteriza por su gran fragilidad ante agresiones medicamentosas, sonoras o vasculares.

Esta fragilidad hace que los fenómenos patológicos del oído repercutan en la percepción de las frecuencias altas antes de que la audiometría convencional muestre alguna anomalía. Así pues la audiometría de altas frecuencias es útil para la detección de un déficit auditivo que no pueda ponerse en evidencia mediante exploraciones convencionales (79,83, 84, 86)

La audiometría de altas frecuencias normalmente no se realiza como parte de la batería convencional de los estudios audiológicos, sin embargo, la importancia de tenerla en cuenta radica en que los primeros cambios o alteraciones del umbral auditivo en diferentes patologías incluyendo la hipoacusia por exposición a ruido, se da en las altas frecuencias. Su aplicación primaria es en pacientes con sospecha de otopatologías tanto por etiología endógena como exógena (79).

Wiley T. L. y colaboradores (1998), refieren que si bien se acepta que la capacidad para percibir el habla en la presencia de ruido depende de una agudeza auditiva normal y de un sistema auditivo intacto, en algunos casos se presentan pacientes que sin anormalidades audiológicas periféricas (corroborado en la audiometría tonal) presentan dificultad para percibir el habla en ruido (84).

Este fenómeno ha sido estudiado por otros autores (Saunders y Haggard) "Síndrome de disfunción auditiva obscura" el cual definieron como la dificultad auto reportada pero sin deterioro medible que excede los criterios clínicos de "normalidad", por lo que se hipotetizó que esta deficiencia de percepción en el habla podría ser originada por una hipoacusia en altas frecuencias con un enmascaramiento del habla que pudiera transmitirse por arriba de los 8 KHz. Esta hipótesis llevo a la conclusión de que la deficiencia en las capacidades perceptuales del habla en ambiente ruidoso puede originarse parcialmente como resultado de una hipoacusia para ultra – altas – frecuencias (85).

Gutiérrez y colaboradores en un artículo publicado en el 2001 realizaron un estudio en sujetos normoyentes entre los 15 y 50 años de edad en el Instituto de la Comunicación Humana en la Ciudad de México, definiendo los parámetros de estandarización de audición normal, establecida como la respuesta auditiva hasta los 25 dB en las frecuencias de 8 a 17 KHz y hasta los 30 dB en 18 KHz (82).

Este método auxiliar de diagnóstico puede contribuir con mayor precisión a la evaluación y detección temprana de trastornos de la audición en pacientes con riesgo, específicamente en aquellos con disfunción auditiva por exposición a ruido.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 JUSTIFICACIÓN

El trauma acústico es un problema conocido desde antaño, que azota al personal militar de todo el mundo; en muchas ocasiones crea la suficiente incapacidad que obliga a apartar a personal calificado, competente y de costosa preparación de puestos de trabajo de importante responsabilidad. Ello ha llevado en numerosos países a invertir en el desarrollo de programas de prevención, porque en definitiva siempre es más factible prevenir que renovar e indemnizar el personal, que incluso en muchas ocasiones puede resultar irremplazable.

Conocemos a través de publicaciones de diversa índole, como está la situación en otros países del área occidental (Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia, Alemania) que llevan años investigando la incidencia del trauma acústico entre su personal, así mismo, conocemos los programas preventivos que están aplicando, los instrumentos de protección que han desarrollado y los resultados que están obteniendo.

Sin embargo y a pesar de que el trauma acústico no es ninguna novedad, no se reportan en la literatura estudios respecto a cómo el personal de las Fuerzas Armadas Mexicanas, específicamente el personal de infantería de marina de la armada de México teniendo en cuenta las características inherentes a nuestros propios factores raciales, conducta de prevención y tipo de armamento utilizado se ven afectados en este proceso, es decir de qué forma la exposición a ruido en el ambiente militar (uso continuo de armas de fuego, uso de helicóptero, barco, etc.) puede llegar a afectar la audición del personal y correlacionarlo con la existencia de algún factor

determinado: edad, tiempo de servicio, tipo de arma utilizada, frecuencia de uso de protección auditiva y lateralidad del oído más vulnerable.

Especial hincapié se ha puesto en no estudiar únicamente los resultados que nos arroja la audiometría convencional para la detección del daño auditivo en este personal, sino también utilizar la audiometría de altas frecuencias para detectar daño auditivo a pesar de no verse reflejado en la audiometría convencional a fin de comprobar la utilidad que clásica y teóricamente se le atribuye.

Al profundizar en el conocimiento acerca del daño auditivo que afecta a un grupo de Infantes de Marina de la Armada de México, se pueden sentar las bases sobre las que deba apoyarse la creación y aplicación de un programa de prevención que proteja la audición del personal de las Fuerzas Armadas Mexicanas.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los efectos del ruido detectados por audiometría tonal liminar y de altas frecuencias sobre la audición de un grupo de Infantes de Marina de la Armada de México que están expuestos constantemente a uso de armas de fuego y a otros tipos de ruido en el ambiente militar?

2.3 HIPOTESIS

- Se detectará daño auditivo en la audiometría de altas frecuencias antes de verse reflejado en una audiometría tonal liminar convencional.
- A mayor edad y tiempo de servicio en la Infantería de Marina mayor severidad en el daño auditivo.
- Entre menos frecuente sea el uso de protección auditiva mayor daño auditivo.
- El oído con mayor daño auditivo será acorde con la lateralidad manual del tirador.
- Entre mayor calibre e intensidad mayor daño auditivo.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar los efectos del ruido sobre la audición de un grupo de Infantes de Marina de la Armada de México utilizando la audiometría de altas frecuencias y la audiometría tonal liminar, en un periodo comprendido del 28 de marzo al 31 de mayo del 2011 en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y comparar las frecuencias alteradas en cada paciente por oído tanto en la audiometría tonal liminar y de altas frecuencias.
- Analizar el grado de trauma acústico obtenido en la audiometría tonal liminar.
- Determinar el nivel de máxima discriminación fonémica mediante logaudiometría.
- Correlacionar los años de servicio con el grado de daño auditivo
- Correlacionar la edad con el grado de daño auditivo
- Correlacionar la frecuencia de uso de protección auditiva con el grado de daño auditivo
- Correlacionar el tipo de arma utilizada con el grado de daño auditivo
- Sentar las bases sobre las que deba apoyarse la creación y aplicación de un programa de prevención que proteja del daño auditivo al personal de infantería de marina de la Armada de México.

2.5 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

2.5.1 DISEÑO

- Se realizó un estudio transversal y descriptivo.

2.5.2 POBLACIÓN

- La población estuvo integrada por un grupo de 30 Infantes de Marina de la Armada de México que cumplieron con los criterios de ingreso al estudio en un periodo comprendido del 28 de marzo al 31 de mayo del 2011 que acudieron al área de Audiología en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

2.5.3 TIPO DE MUESTRA

- El tipo de muestra utilizada en este estudio fue de tipo censal.

2.5.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

2.5.4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Infantes de Marina en activo con exposición a ruido, principalmente uso de diversos tipos de armas de fuego, helicóptero, barco, banda de guerra etc.
- Cualquier sexo
- Sujetos que acepten participar en el estudio.

2.5.4.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Antecedente heredofamiliar de patología auditiva.
- Antecedente de enfermedad auditiva diagnosticada.
- Antecedente de exposición a ruido previo a su ingreso a la Armada de México.
- Antecedente de enfermedades crónico degenerativas (diabetes mellitus tipo 2, hipercolesterolemia e hipertensión arterial sistémica).
- Antecedente de uso de audífonos intracanales para reproductor de MP3 de forma diaria y por más de 2 horas al día.

2.5.4.3 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Alteración en oído medio detectada por medio de la timpanometría (Curvas tipo C, B, AS ó Ad de Jerger).
- Personal que no finalice la valoración audiológica completa

2.5.5 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

Independiente: Exposición a diversos tipos de ruido (uso de armas de fuego, helicóptero, barco, banda de guerra, entre otros) en Infantes de Marina de la Armada de México.

Dependiente: Hipoacusia neurosensorial.

2.5.6 CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES

- Edad

- Años de servicio activo en Infantería de Marina

- Timpanometría normal

- Especialidad en un tipo de arma.

- Lateralidad manual del tirador.

- Frecuencia de uso de protección auditiva.

- Tipo de protección auditiva

- Tipo de arma utilizada.

2.5.7 RECURSOS MATERIALES

- Infraestructura del servicio de Audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación.
- Consumibles de papelería.
- Audiómetro marca Orbiter 922 versión 2 Interacustic
- Impedanciómetro marca Sodiad 901
- Otoscopio Welch Allyn
- Programa para computadora SPSS 17 base para realizar el graficado de los datos obtenidos en la audiometría.
- Computadora HP Pavilion Entertainment.
- Impresora.

2.5.8 PROCEDIMIENTO

Previo autorización y firma de consentimiento informado (Anexo 1), se elaboró una historia clínica completa a cada Infante de Marina (Anexo 2), posteriormente se realizó una exploración clínica completa poniendo énfasis en los hallazgos de la otoscopia. En los Infantes de Marina que presentaron cerumen en conducto auditivo externo se realizó lavado mecánico ó extracción con cucharilla.

Se realizó estudio de timpanometría para corroborar normalidad de oído medio por medio de la clasificación de Jerger, considerando como normal una curva tipo A de Jerger con complianza y presión dentro de valores normales.

Una vez corroborada la normalidad de oído medio se procedió a realizar audiometría tonal liminar para valorar vía aérea en las frecuencias de 125 a 8000 Hz y establecer umbral auditivo de cada paciente, en caso de requerirlo se les realizó vía ósea.

Posteriormente se llevo a cabo la audiometría tonal de altas frecuencias de 10,000 a 16,000 Hz.

Se obtuvo el promedio de tonos audibles en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz, el cual se utilizó para realizar la logaudiometría.

Con los datos obtenidos se elaboró una base de datos en el programa SPSS versión 17 con la finalidad de analizarlos utilizando estadística descriptiva, Prueba T de Student y correlación de Pearson.

2.5.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS

1. En el presente proyecto de investigación no se sometió al paciente a estudios o tratamientos invasivos.
2. Se obtuvo el consentimiento informado de los pacientes que se incluyeron en el estudio (Anexo1)
3. El clínico NO llevó a cabo maniobra alguna para modificar los resultados

CAPITULO III

RESULTADOS.

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN POR SEXO Y EDAD

Se valoraron 34 Infantes de Marina de la Armada de México, de los cuales 4 fueron excluidos, 2 de ellos por presentar antecedente de exposición a ruido previo y 2 de ellos por presentar curvas anormales en la timpanometría (curvas B y C de Jerger).

Quedando una muestra final de 30 Infantes de Marina del sexo masculino. El rango de edad fue de 21 a 47 años con una media de 30.57 ± 7.03 . (Gráfica No. 1)

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN POR TIEMPO DE SERVICIO EN ACTIVO EN INFANTERÍA DE MARINA DE LA ARMADA DE MÉXICO

El rango de tiempo en el servicio activo en Infantería de Marina de la Armada de México fue de 1 a 23 años con una media de $8.4 \text{ años} \pm 5.03$. (Gráfica No. 1)

Al analizar la correlación entre tiempo de servicio activo en Infantería de Marina con la edad del personal se obtuvo que $r = 0.710$ lo que indica una fuerte asociación entre estas dos variables. (Gráfica No. 2)

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE ARMA EN QUE SE ESPECIALIZAN, INTENSIDAD DE CADA GRUPO DE ARMAS Y USO DE PROTECCIÓN AUDITIVA.

Se realizó una distribución de acuerdo al arma en que se especializa y utiliza con mayor frecuencia cada Infante de Marina, encontrándose que el 70% utilizan fusiles, los cuales son disparados a una intensidad de 150 dB, el 23.3 % lanzagranadas a una intensidad de 170 dB, el 3.3% cañones sin retroceso a una intensidad de 180 dB y el 3.3 % pistolas a una intensidad de 140 dB. (Gráfica No. 1) (Tabla No. 1). Ninguno se especializo en ametralladora.

Respecto al uso de protección auditiva durante las prácticas de tiro encontramos que el 30 % no utiliza protección auditiva, el 53.3% la utiliza de forma ocasional y el 16.7% lo hacen de forma constante en cada práctica de tiro. De todo el personal estudiado ninguno refirió usar protección auditiva durante los enfrentamientos. (Gráfica No. 3)

Del personal que sí utiliza protección auditiva durante la práctica de tiro el 46.7 % utiliza tapones, el 3.3 % orejeras, el 20 % improvisado (tapones de papel, de algodón, audífonos intracanales de reproductor de MP3, cartuchos usados, etc.)

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN POR LATERALIDAD MANUAL DEL TIRADOR

En el 100% de los casos los tiradores fueron diestros.

ANÁLISIS DE DISTRIBUCION POR OTROS GENERADORES DE RUIDO EN EL AMBIENTE MILITAR

El 86.7 % refieren haber subido a un helicóptero al menos en 2 ocasiones durante el último año.

El 13.3 % de la población subió a un barco al menos una vez en el año.

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN POR TRAUMA ACÚSTICO, EDAD Y TIEMPO DE SERVICIO EN ACTIVO EN INFANTERÍA DE MARINA DE LA ARMADA DE MÉXICO.

OÍDO IZQUIERDO

En el personal con 1 a 3 años de servicio activo y con una edad entre 21 y 25 años el 13 % presento trauma acústico grado 1.

En el personal con 8 a 11 años de servicio activo y con una edad de 26 a 30 años el 7 % presento trauma acústico grado 1. El personal con una edad de 36 a 40 años 7 % presentó trauma acústico grado 2. El personal con una edad de 31 a 35 años 3% presentó trauma acústico grado 3. En el personal con 12 a 15 años de servicio activo con una edad de 31 a 35 años el 10 % presentó trauma acústico grado 3.

En el personal con 16 a 19 años de servicio activo con una edad de 46 a 50 años el 3 % presentó trauma acústico grado 3.

El 57% del personal en general no presentó trauma acústico. (Gráfica No 4).

OÍDO DERECHO

En el personal con 1 a 3 años de servicio activo y con una edad entre 21 y 25 años el 3% presentó trauma acústico grado 2 y el 3 % presentó trauma acústico grado 3.

En el personal con 8 a 11 años de servicio activo con una edad de 26 a 30 años el 3% presentó trauma acústico grado 1. El personal con 8 a 11 años de servicio activo con una edad de 26 a 30 años, 36 a 40 años y 46 a 50 año el 17% presentó trauma acústico grado 1. El personal con 26 a 30 años de edad presentó también trauma acústico grado 1 en el 3 % del personal.

En el personal con 12 a 15 años de servicio activo con una edad de 46 a 50 años el 3 % presentó trauma acústico grado 1, el personal con una edad de 31 a 35 año el 10 % presentó trauma acústico grado 3.

En el personal con 16 a 19 años de servicio activo con una edad de 46 a 50 años el 7% presentó trauma acústico grado 2.

El 53 % del personal no presentó trauma acústico. (Gráfica No 5)

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DEL TRAUMA ACÚSTICO POR OÍDO

OÍDO DERECHO

El 23% presentó trauma acústico grado 1, 7 % trauma acústico grado 2, 17 % trauma acústico grado 3, 53 % no presentaron trauma acústico.

OÍDO IZQUIERDO

El 20 % presentó trauma acústico grado 1, 7 % trauma acústico grado 2, 17 % trauma acústico grado 3, 57 % sin trauma acústico.

Al analizar la correlación entre el uso de protección auditiva y trauma acústico en oído izquierdo se obtuvo que $r = 0.652$ lo que indica una fuerte asociación entre estas dos variables (Gráfica No. 6)

PROMEDIO DE RESPUESTAS EN dB POR FRECUENCIA OBTENIDO EN LA AUDIOMETRÍA TONAL LIMINAR Y DE ALTAS FRECUENCIAS.

En la audiometría tonal liminar la mayor parte de las frecuencias en ambos oídos se observan con respuestas dentro de la normalidad, solo en 4000 Hz se obtuvo una media de 21 dB \pm 18.49 dB para oído derecho y 25.33 dB \pm 22.70 dB para oído izquierdo . En 8000 Hz la media fue de 20.5 dB \pm 17.33 para oído derecho y 17.83 dB \pm 15.95 dB para oído izquierdo. (Tabla No. 4)

En la audiometría de altas frecuencias se encontraron afectados los promedios de respuesta en todas las frecuencias. (Tabla No. 5)

ANÁLISIS FRECUENCIAL Y POR OÍDO EN AUDIOMETRÍA TONAL LIMINAR

OÍDO DERECHO

En 125 Hz se obtuvo una media de 15.83 dB \pm 6.7dB, en 250 Hz encontramos una media de 15.3 dB \pm 5.56 dB, en 500 Hz se obtuvo una media de 15.5 dB \pm 6.34dB, en 1000Hz se obtuvo una media de 15.83 dB \pm 6.44 dB, en 2000 Hz se obtuvo se obtuvo una media de 14.83 dB \pm 13.09 dB, en 4000 Hz se obtuvo una media de 21 dB \pm 18.49 dB, en 8000 Hz se obtuvo una media de 20.5 \pm 17.33dB

OÍDO IZQUIERDO

En 125 Hz se obtuvo una media de 19.33 dB \pm 5.52dB, en 250 Hz encontramos una media de 15.5 dB \pm 6.99 dB, en 500 Hz se obtuvo una media de 13 dB \pm 6.37dB, en 1000Hz se obtuvo una media de 16.33 dB \pm 5.24 dB, en 2000 Hz se obtuvo se obtuvo una media de 13.66 dB \pm 8.99 dB, en 4000 Hz se obtuvo una media de 25.3 dB \pm 22.70 dB, en 8000 Hz se obtuvo una media de \pm 17.83 \pm 15.95dB.

ANÁLISIS FRECUENCIAL Y POR OÍDO EN AUDIOMETRÍA DE ALTAS FRECUENCIAS.

OÍDO DERECHO

En 10000 Hz se obtuvo una media de 26.6 dB \pm 10.93 dB, en 12000 Hz se obtuvo una media de 25.5 dB \pm 13.60 dB, en 16000 Hz se obtuvo una media de 28.33 dB \pm 15.66 dB.

OÍDO IZQUIERDO

En 10000 Hz se obtuvo una media de 29.66 dB \pm 19.91 dB, en 12000 Hz se obtuvo una media de 32.83 dB \pm 21.60 dB, en 16000 Hz se obtuvo una media de 34 dB \pm 18.44 dB.

Al realizar la prueba T de Student para muestras pareadas se encontraron diferencias significativas en algunas frecuencias de la audiometría tonal liminar y de altas frecuencias entre ambos oídos (Gráfica No. 7).

En 125 Hz se obtuvo una media de 15.83 dB \pm 6.7dB para oído derecho y una media de 19.33 dB \pm 5.52dB para oído izquierdo (Gráfica No. 8), en 500 Hz se obtuvo una media de 15.5 dB \pm 6.34dB para oído derecho y una media de 13 dB \pm 6.37dB para oído izquierdo (Gráfica No.9), en 12000 Hz se obtuvo una media de 25.5 dB \pm 13.60 dB para oído derecho y una media de 32.83 dB \pm 21.60 dB para oído izquierdo (Gráfica No. 10), en 16000 Hz se obtuvo una media de 28.33 dB \pm 15.66 dB para oído derecho y una media de 34 dB \pm 18.44 dB para oído izquierdo (Gráfica No. 11), con una $p \leq 0.05$ para las frecuencias mencionadas.

En el resto de las frecuencias estudiadas no se encontraron diferencias significativas.

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN EN LA LOGOAUDIOMETRÍA

OÍDO DERECHO

El 93 % del personal de Infantería de Mariana obtuvo una máxima discriminación fonémica del 100 % a 40 dB. El 6.7 % obtuvo una máxima discriminación fonémica del 100% a 65 dB.
(Gráfica No. 12)

OÍDO IZQUIERDO

El 86.7 % del personal de Infantería de Marina obtuvo una máxima discriminación fonémica del 100 % a 40 dB. El 13.3% obtuvo una máxima discriminación fonémica del 100% a 65 dB.
(Gráfica No. 13)

3.1 TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla No. 1 Tipo de arma en que se especializan y usan con mayor frecuencia los Infantes de Marina de la Armada de México así como su intensidad.

Tipo de Arma	Frecuencia	Porcentaje	Intensidad
Pistolas	1	3.3%	140.00 Db
Fusiles	21	70.0%	150.00 Db
Lanzagranadas	7	23.3%	170.00 dB
Cañones sin retroceso	1	3.3%	180.00 Db
Total	30	100.0%	

El 70 % del personal estudiado utiliza fusiles a una intensidad de 150 dB.

Tabla No. 2 Tipo de protección auditiva utilizada en el personal de Infantes de Marina de la Armada de México.

Tipo de protección auditiva	Frecuencias	%
Tapones	14	46.7
Orejas	1	3.3
Improvisado	6	20
No utilizan	9	30
Total	30	100

El personal que sí utiliza protección auditiva utiliza con mayor frecuencia tapones protectores para oídos, seguido de protección improvisada y orejas. El 30 % no utiliza protección auditiva.

Tabla No. 3 Frecuencia de los diferentes grados de Trauma Acústico por oído en el personal de Infantes de Marina de la Armada de México.

Trauma Acústico	Oído derecho		Oído izquierdo	
	Frecuencias	%	Frecuencias	%
Grado1	7	23	6	20
Grado 2	2	7	2	6
Grado 3	5	17	5	17
Sin Trauma Acústico	16	53	17	57
Total	30	100.0	30	100.0

El trauma acústico grado 1 fue el más frecuente seguido de trauma acústico grado 3 y grado 2 sucesivamente. El 53.3 % no presento trauma acústico en oído derecho y el 56.7% no lo presento en oído izquierdo.

TABLA No. 4 PROMEDIO DE RESPUESTAS EN dB POR FRECUENCIA OBTENIDO EN LA AUDIOMETRÍA TONAL LIMINAR

FRECUENCIA	OÍDODERECHO	DE ±	OÍDO IZQUIERDO	DE ±
125 Hz	15.83 dB	6.70	19.33 dB	5.52
250 Hz	15.33 dB	5.56	15.5dB	6.99
500 Hz	15.50 dB	6.34	13.0 dB	6.37
1000 Hz	15.83 dB	6.44	16.33 dB	5.24
2000 Hz	14.83 dB	13.09	13.66dB	8.99
4000 Hz	21 dB	18.49	25.33dB	22.70
8000Hz	20.5 dB	17.33	17.83dB	15.95

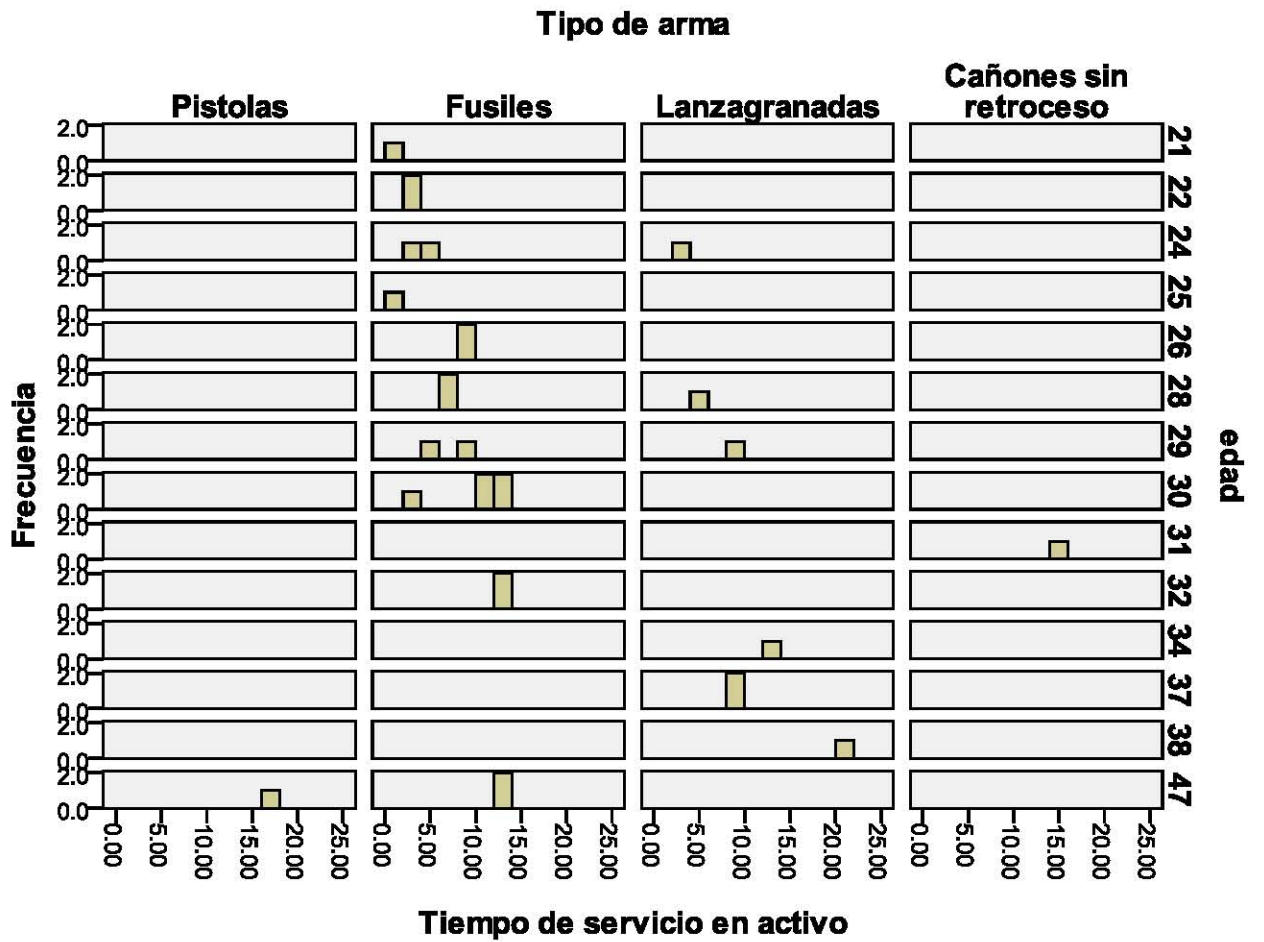
La mayor parte de las frecuencias en ambos oídos se observan con respuestas dentro de la normalidad, solo en 4000 Hz se obtuvo una media de 21 dB ± 18.49 dB para oído derecho y 25.33 dB ± 22.70 dB para oído izquierdo . En 8000 Hz la media fue de 20.5 dB ± 17.33 para oído derecho y 17.83 dB ±15.95 dB para oído izquierdo.

TABLA No. 5 PROMEDIO DE RESPUESTAS EN dB POR FRECUENCIA OBTENIDO EN LA AUDIOMETRÍA DE ALTAS FRECUENCIAS

FRECUENCIA	OÍDODERECHO	DE ±	OÍDO IZQUIERDO	DE ±
10 000 Hz	26.66 dB	10.93	29.68 dB	19.91 dB
12 000Hz	25.50 dB	13.60	32.83 dB	21.60 dB
16 000Hz	28.33 dB	15.66	34.00 dB	18.44 dB

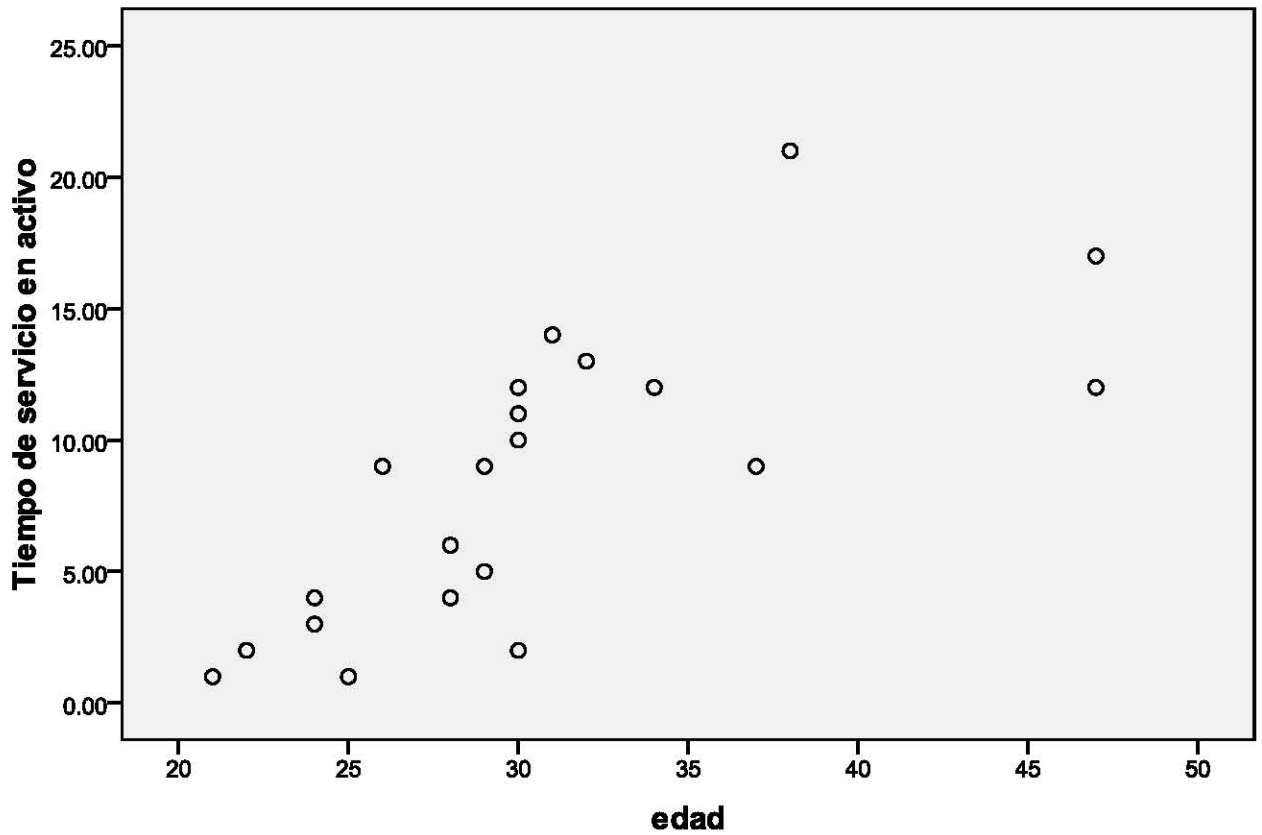
Se encontraron afectados los promedios de respuesta en todas las frecuencias.

Gráfica No. 1 EDAD, TIPO DE ARMA Y TIEMPO DE SERVICIO EN ACTIVO



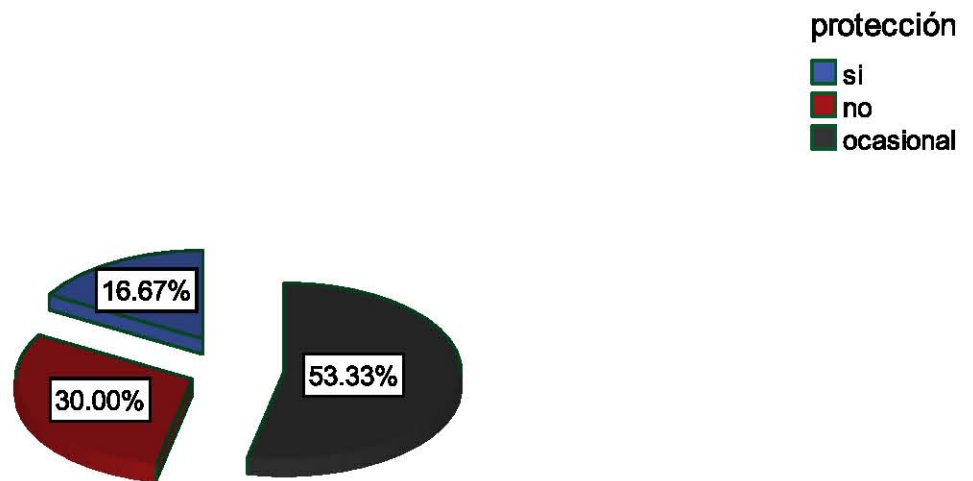
Se aprecia el tipo de arma que utiliza el personal con mayor frecuencia, el rango de edad y los años de servicio activo en Infantería de Marina de la Armada de México

Gráfica No. 2 CORRELACIÓN ENTRE TIEMPO DE SERVICIO ACTIVO Y EDAD



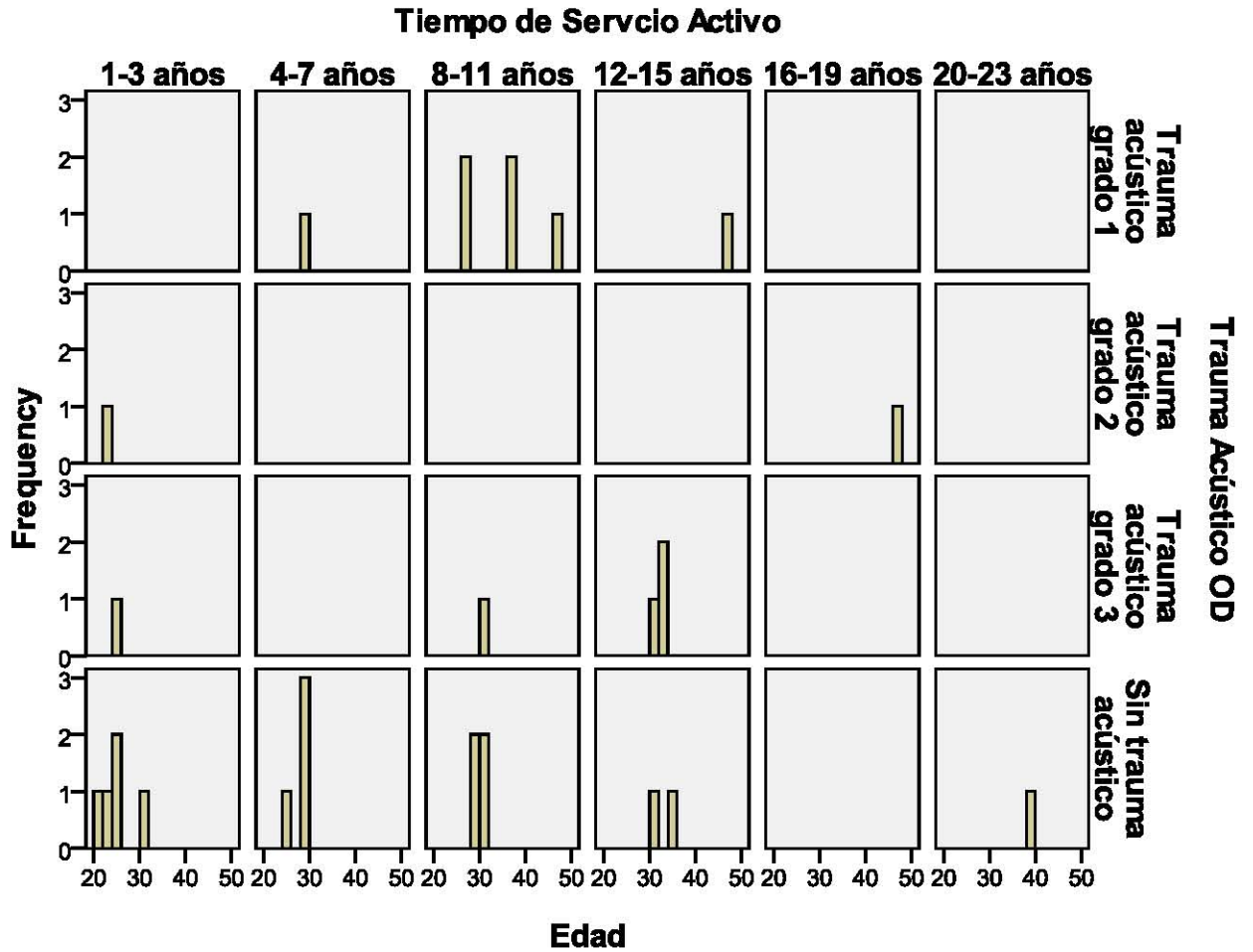
Se observa la tendencia lineal entre estas dos variables ($r=0.710$)

Gráfica No. 3 USO DE PROTECCION AUDITIVA



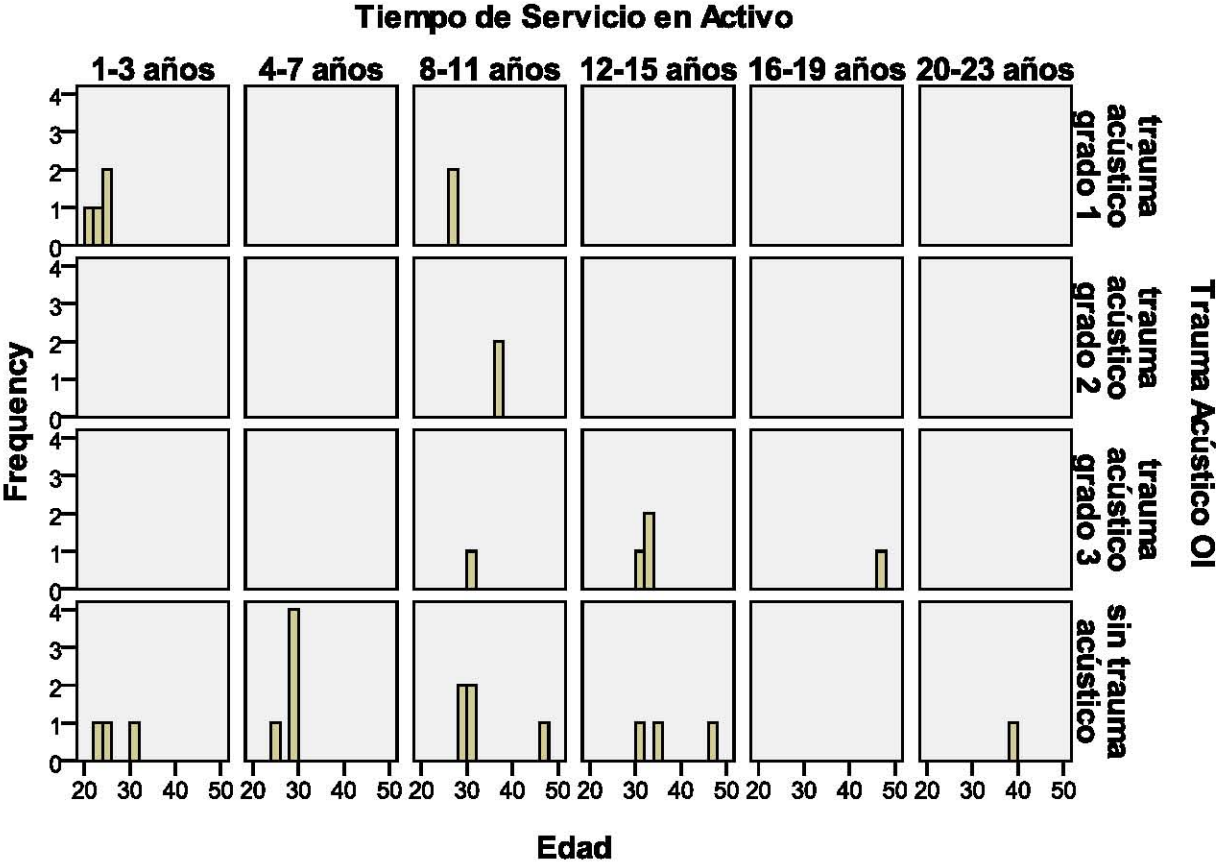
Se observa que la mayor parte del personal utiliza de forma ocasional protección auditiva.

Gráfica No. 4 TRAUMA ACÚSTICO EN OÍDO DERECHO, TIEMPO DE SERVICIO ACTIVO Y EDAD



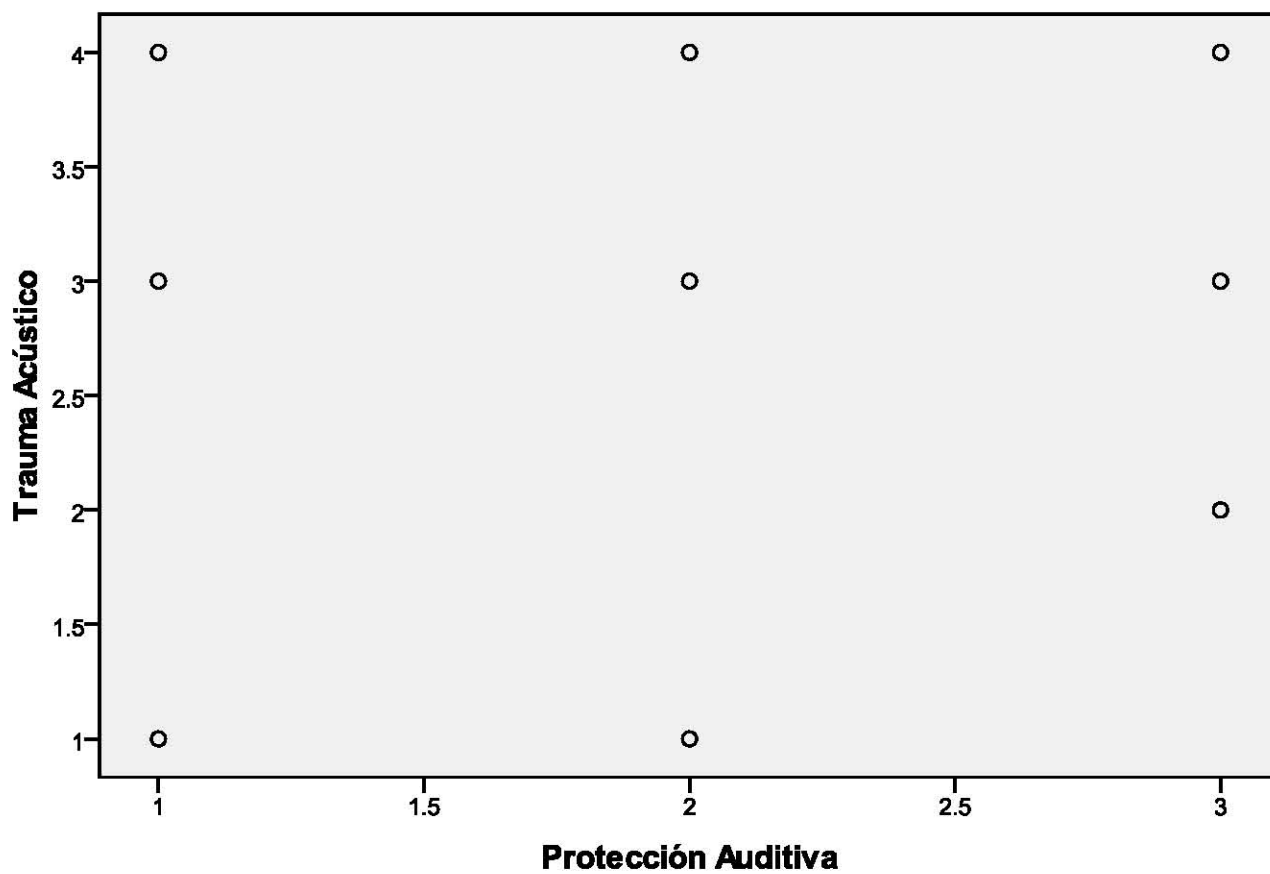
Se observa que la distribución del Trauma acústico es muy homogéneas en oído derecho

Gráfica No. 5 TRAUMA ACÚSTICO EN OÍDO IZQUIERDO, TIEMPO DE SERVICIO Y EDAD



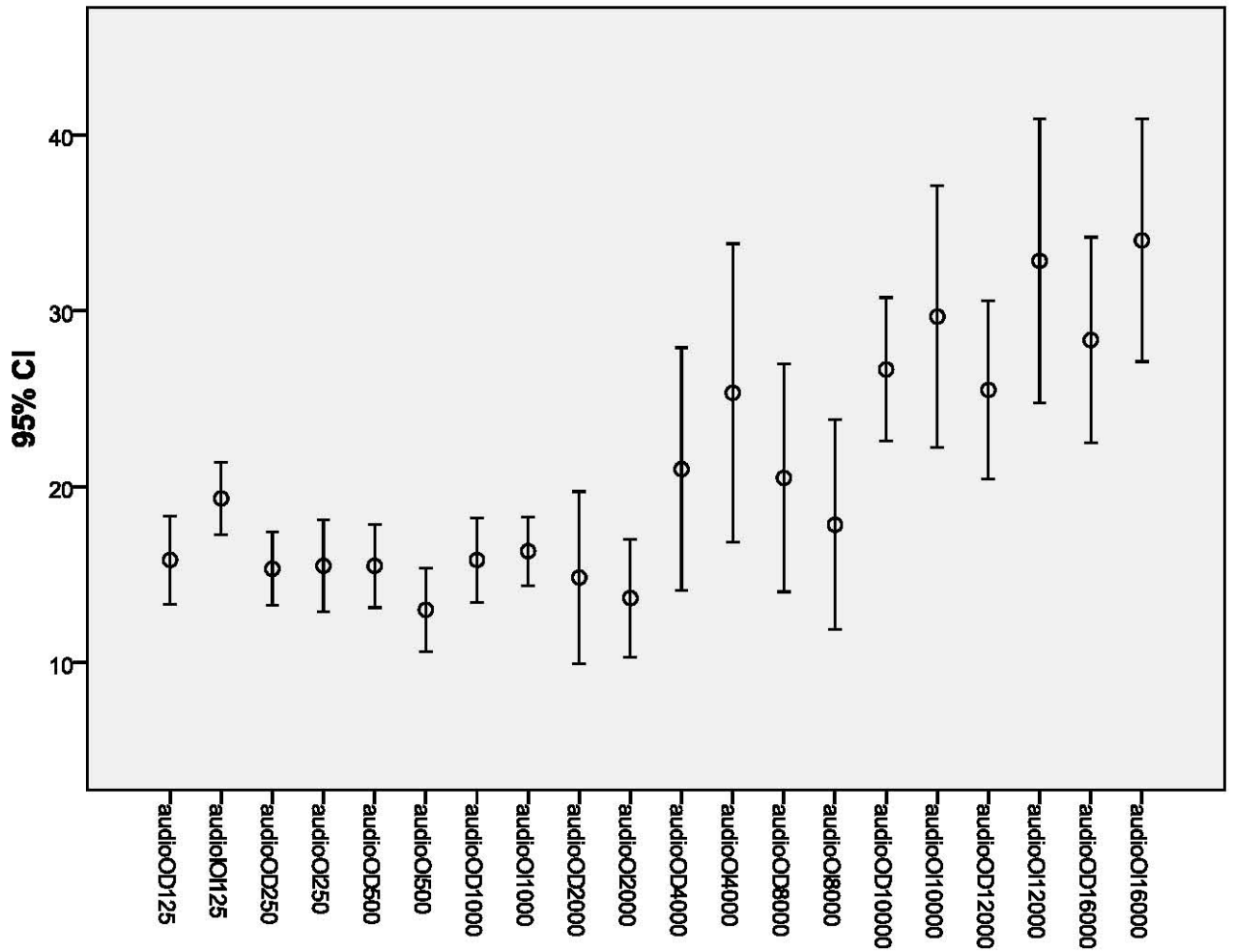
En oído izquierdo se aprecia que a mayor edad y tiempo de servicio en activo hay mayor severidad del Trauma Acústico, sin embargo personal con menor edad y tiempo de servicio en activo presenta un grado leve de trauma acústico.

Gráfica No. 6 RELACION ENTRE PROTECCION Y TRAUMA ACUSTICO EN OÍDO IZQUIERDO



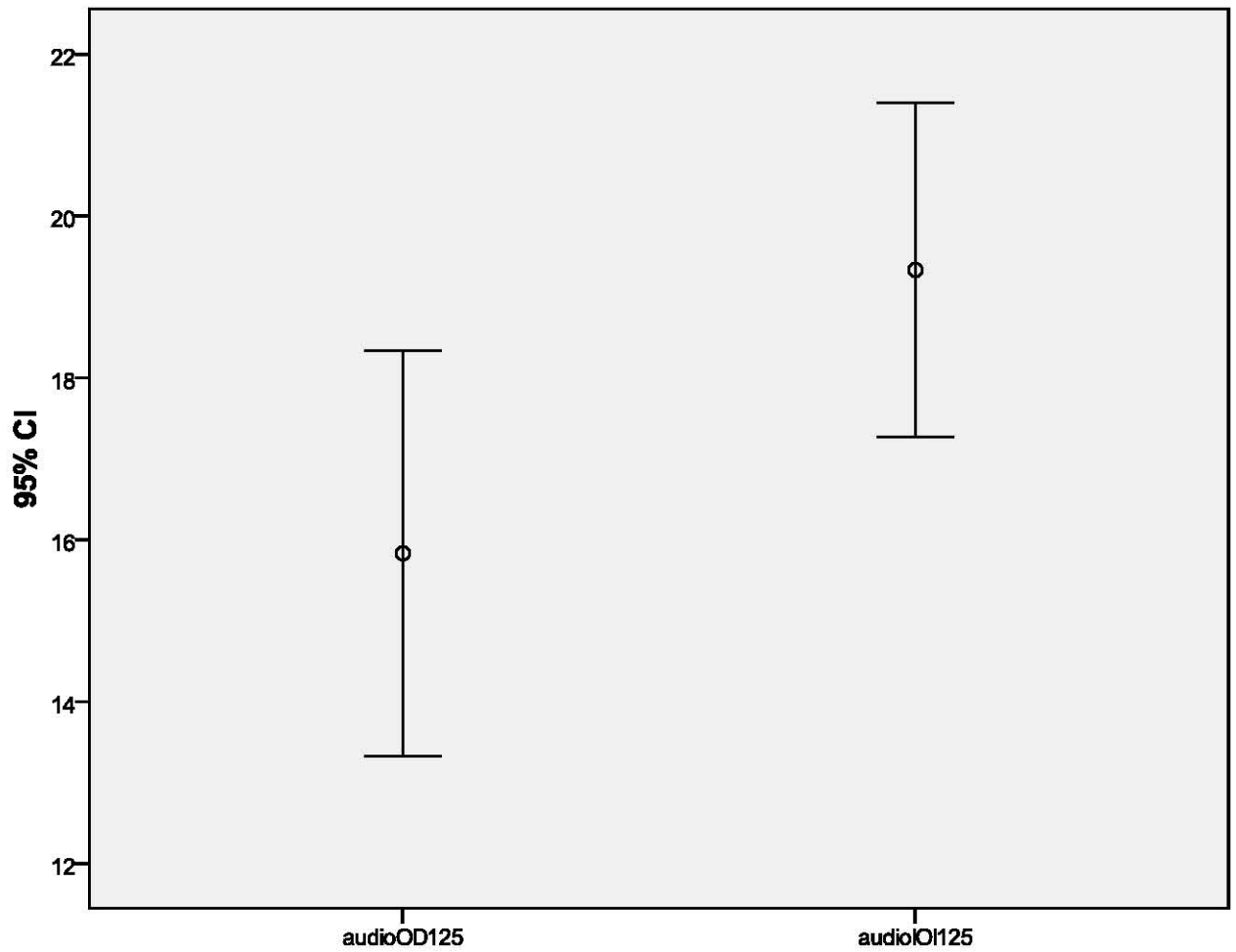
Se encontró una fuerte asociación entre uso de protección auditiva y trauma acústico en oído izquierdo $r = 0.652$

Gráfica No. 7 COMPARACIÓN POR FRECUENCIA Y POR OÍDO



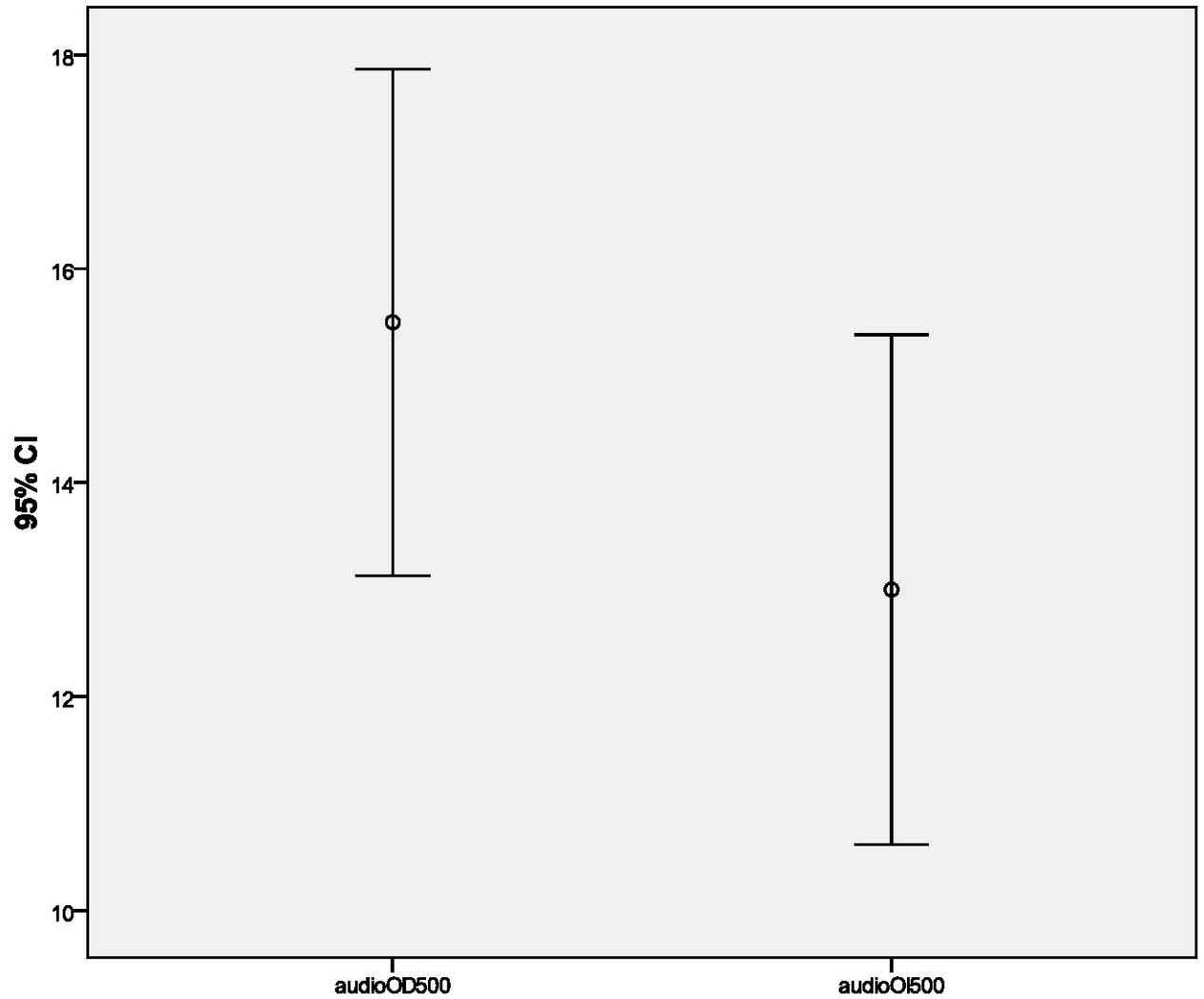
Se observan los resultados obtenidos tanto en Audiometría Tonal Liminar (125Hz a 8000Hz) así como Audiometría de Altas Frecuencias (12000 Hz a 16000 Hz) comparando ambos oídos.

Gráfica No. 8 DIFERENCIAS POR OÍDO EN 125 Hz



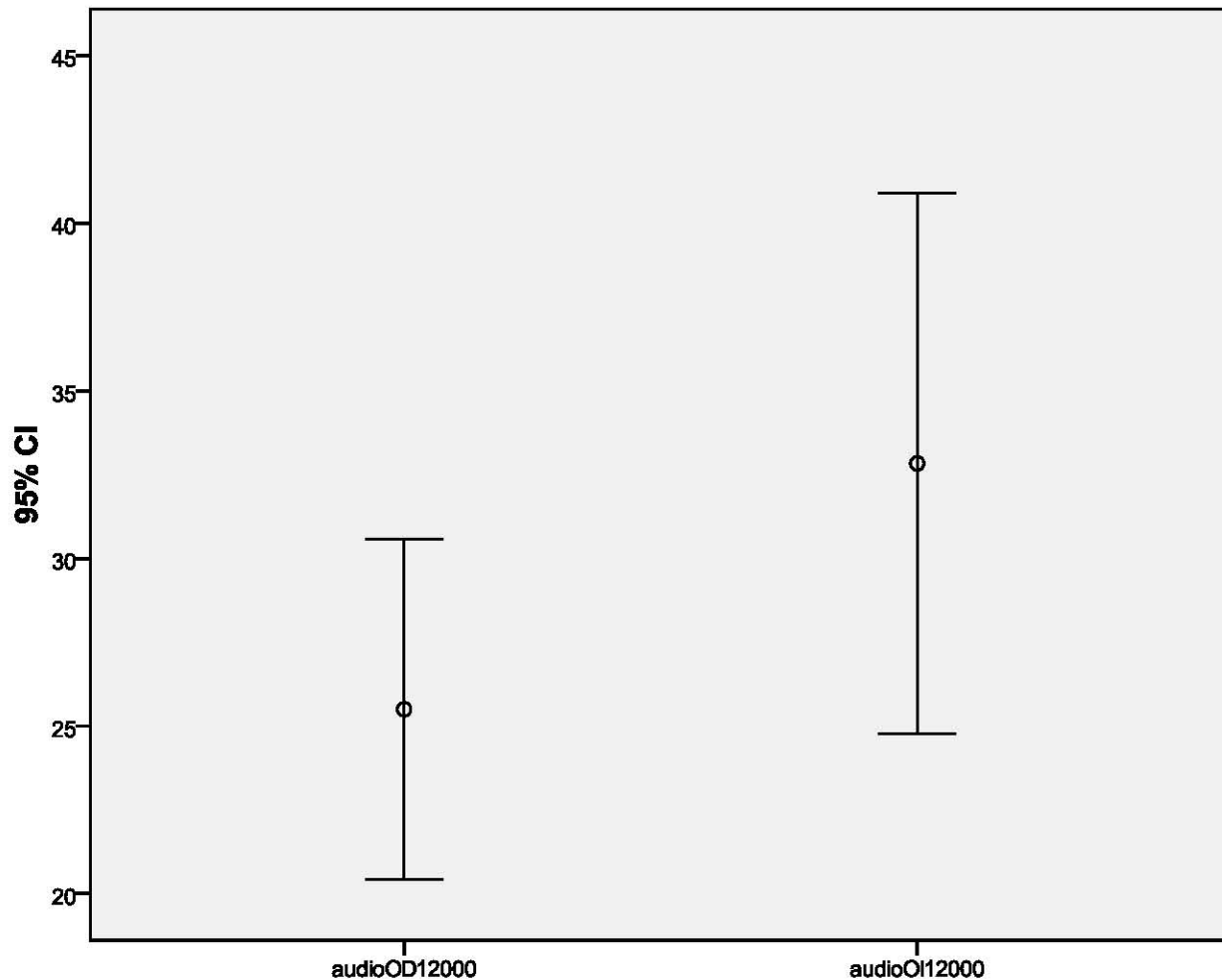
Se aprecian diferencias significativas en la frecuencia de 125 Hz al comparar ambos oídos, mostrándose más afectado el oído izquierdo ($p \leq 0.05$)

Gráfica 9 DIFERENCIAS POR OÍDO EN 500 HZ



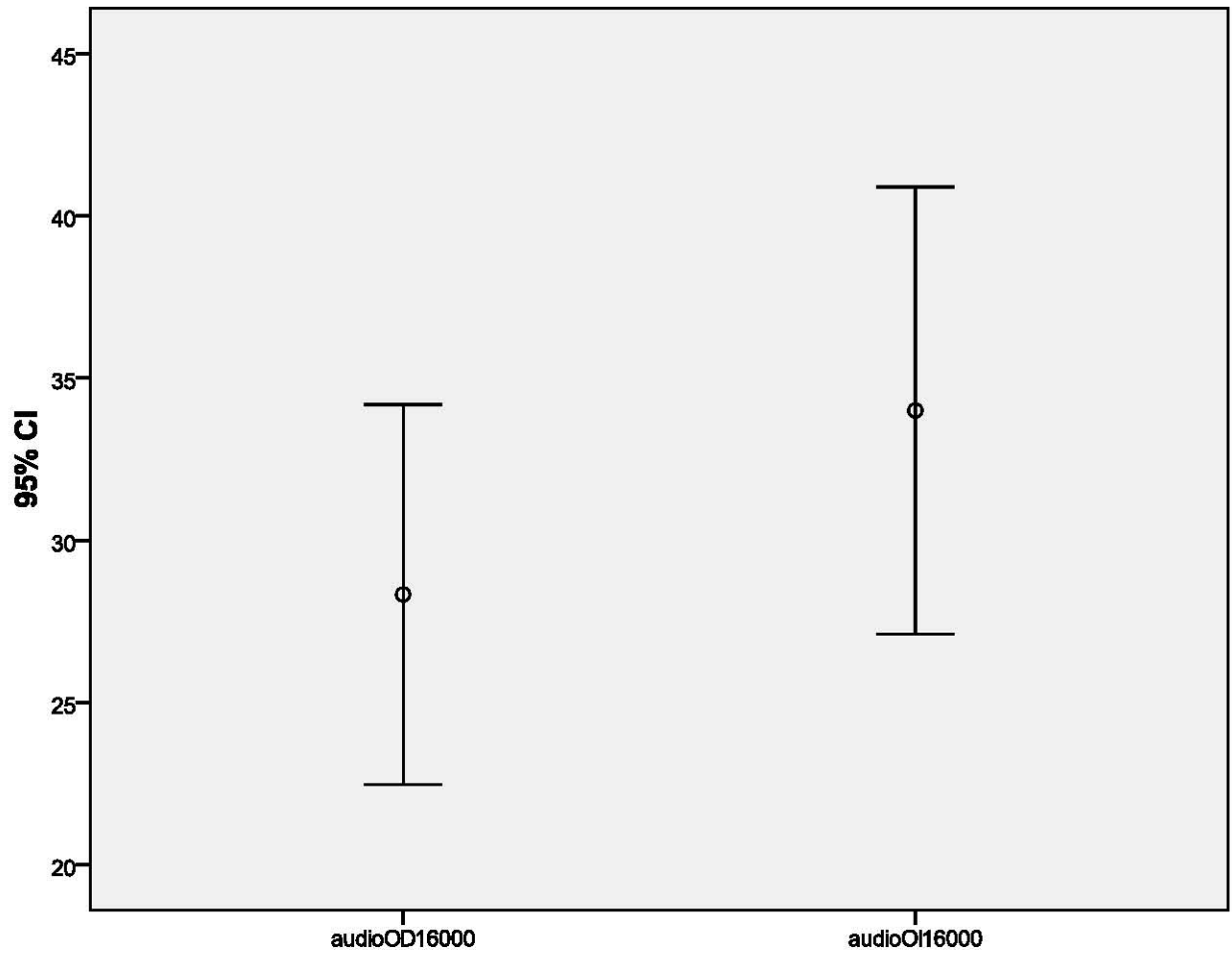
Se aprecian diferencias significativas en la frecuencia de 500Hz para ambos oídos, mostrándose más afectado el oído derecho. ($p \leq 0.05$)

Gráfica No. 10 DIFERENCIAS POR OÍDO EN 12000 Hz



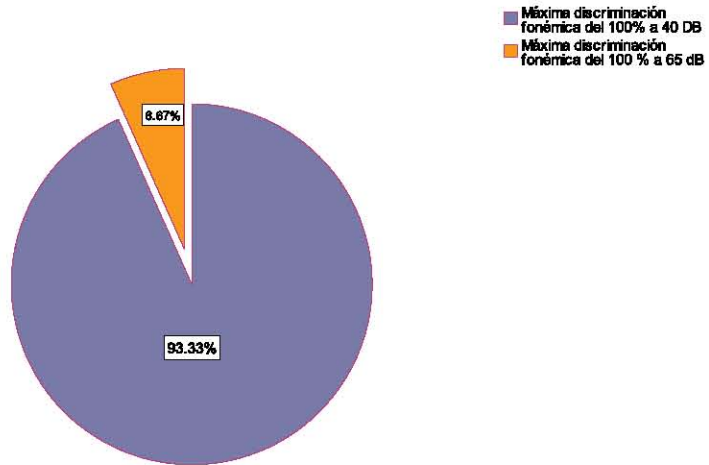
Se observan diferencias significativas en la frecuencia de 12000 Hz para ambos oídos mostrándose más afectado el oído izquierdo ($p \leq 0.05$)

Gráfica No. 11 DIFERENCIAS POR OÍDO EN 16000 Hz



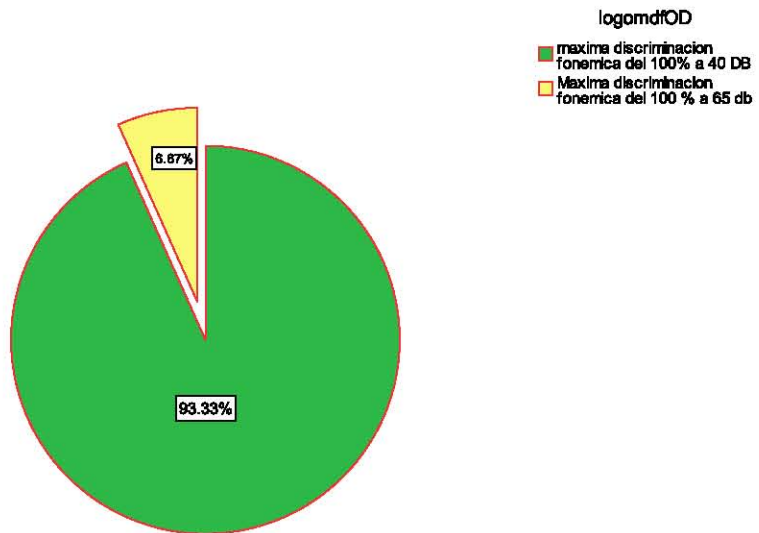
Se observan diferencias significativas en la frecuencia de 16000 Hz para ambos oídos mostrándose más afectado el oído derecho ($p \leq 0.05$)

Gráfica No. 12 LOGOAUDIOMETRIA OIDO DERECHO



En la mayor parte del personal se obtuvo una con máxima discriminación fonémica del 100% a 40 dB para oído derecho

Gráfica No. 13 LOGOAUDIOMETRIA OIDO IZQUIERDO



La mayor parte del personal obtuvo una máxima discriminación fonémica del 100% a 40 dB en oído izquierdo

CAPITULO IV

DISCUSIÓN

Es en las Fuerzas Armadas donde el personal se ve sometido a altos niveles de ruido, niveles que llegan a ser iguales ó más altos que en otras ocupaciones, concretamente el personal de Infantería de Marina es quien está más expuesto a estos agentes, pues por un lado los motores y la maquinaria pesada de talleres y vehículos y por otro lado, las armas de fuego, cuyas detonaciones superan en intensidad a todos los ruidos de las ramas productivas en las que el ser humano expone su audición.

En el presente estudio se valoró a 30 Infantes de Marina de la Armada de México mediante audiometría tonal liminar y de altas frecuencias, encontrando diferentes alteraciones audiológicas además de la pérdida auditiva secundaria al ruido.

En la mayor parte de los trabajos de investigación que se han realizado sobre el tema, se reporta una mayor prevalencia de daño auditivo inducido por ruido, en el sexo masculino, sin embargo este dato pudiera representar un sesgo ya que la fuerza de trabajo en los diferentes cuerpos de Infantería de todo el mundo está constituida primordialmente por personal del sexo masculino, como sucedió en este estudio, el 100% del personal estudiado fue del sexo masculino. Por lo tanto es difícil determinar si el sexo es un factor de susceptibilidad decisivo.

Respecto a la incidencia del Trauma Acústico en ejércitos de otros países se ha reportado lo siguiente: en militares profesionales finlandeses se encontró una incidencia de Trauma Acústico del 60% (16), el 50 % entre los profesionales de la Armada de Estados Unidos (87), el 50 % entre los profesionales del ejército francés (88), el 46,5 % de los profesionales del ejército británico (89) y el 46,5 % entre los veteranos australianos que combatieron en Vietnam (90). Del total de

Infantes de Marina de la Armada de México estudiados la prevalencia encontrada tomando en cuenta los 60 oídos fue del 45%, dato que corrobora lo reportado en la literatura.

Aunque el daño auditivo inducido por ruido puede sobrevenir desde el primer disparo (17, 16) la audición se va deteriorando a medida que se van acumulando las exposiciones. El 72 % de los traumas acústicos aparecen entre los 18 y 22 años de edad (88) y el número va incrementándose a medida que lo hace la edad. Hay autores (91) que consideran que es a los 5 años de servicio cuando se alcanza el máximo crecimiento de la patología. Después, aunque sigue progresando, lo hace con mayor lentitud. La incidencia disminuye entre los soldados de reemplazo que cumplen un limitado periodo de Servicio Militar y salvo excepciones, tienen un contacto con las armas de fuego más superficial. En Francia la incidencia es del 20 % (88), en Suecia el 17% (92) y en Finlandia el 10 % (7,18). En el presente estudio el Trauma acústico en diversos grados estuvo presente tanto en personal joven y con poco tiempo de servicio activo en Infantería de Marina, así como en personal de mayor edad y con más tiempo en el servicio activo, sin embargo respecto a la gravedad del Trauma Acústico los individuos con mayor edad, más tiempo de servicio y mayor experiencia en el manejo de armas de fuego presentaron Trauma Acústico más severo a comparación de los individuos más jóvenes y con menos tiempo de servicio, lo cual es acorde a lo reportado en la literatura. (88, 93, 94, 16).

Evidentemente, el efecto negativo que tiene el tiempo de servicio sobre la audición, ha sido puesto de manifiesto por todos los autores (94, 95, 16, 96, 97, 98, 99,100).

YARINGTON (20) encuentra que en una población de 500 militares con una edad media de 36 años, el umbral auditivo está en 35 dB en la frecuencia 4000 Hz y en 38 dB en la 8000 Hz.

MASSART (101), observa que el umbral auditivo de la población militar belga es de 40 dB en la frecuencia 4000 Hz, 60 dB en las 6000 Hz y 8000 Hz. COOMBE (102) ve que el 17 % del personal militar británico tiene alguna frecuencia por debajo de los 30 dB.

En un estudio realizado por Farfán R. en 30 pacientes con hipoacusia inducida por ruido unilateral y un grupo control de 30 sujetos normo-oyentes, no expuestos Las curvas audiométricas convencionales del grupo control con las de los oídos menos expuestos presentaron diferencias significativas a partir de los 6 KHz, mientras que con el oído más expuesto la diferencia fue significativa desde los 2 KHZ. Los oídos del grupo expuesto presentaron una diferencia significativa respecto al grupo control en todo el rango de frecuencias altas estudiadas (48).

En nuestro estudio encontramos que en la audiometría tonal liminar se nota un decremento de la respuesta en el umbral auditivo en las frecuencias de 4000 y 8000 Hz. En la audiometría de altas frecuencias observamos que la respuesta en el umbral auditivo fue decreciendo en todas las frecuencias: 10000, 12000 y 16000 Hz encontrándose la media por debajo de los valores normales en la curva audiométrica. Un gran porcentaje de los sujetos en estudio presentaron audiometría tonal liminar normal, pero la respuesta en el umbral auditivo en estos mismos sujetos se muestra afectada en la audiometría de altas frecuencias, lo que indica que esta última es una prueba más sensible que la audiometría tonal liminar y en consecuencia detecta precozmente daño auditivo tal y como ha sido reportado en la literatura. (36, 35, 22)

La edad del personal fue variable, con un rango desde los 21 hasta los 47 años y como se ha mencionado en la literatura de manera amplia, existe una relación entre la edad y la afectación de altas frecuencias, Liu Shiyuan y cols. Encontraron en 227 pacientes expuestos a ruido que el umbral auditivo para las altas frecuencias se incrementa con la edad (36). Talbott E. y cols. en un estudio de 245 pacientes expuestos a ruido con edades entre 56 y 84 años encontraron severos

daños por audiometría de altas frecuencias en la audición de los de mayor edad , edades entre 64 y 68 años (22).

Antonnen (95) encuentra que también en las frecuencias graves se va deteriorando el umbral conforme transcurre el tiempo: A los 5 años de servicio el 26 % tienen 25 dB de pérdida en las frecuencias bajas (por debajo de 3000 Hz); A los 10 años de servicio, la incidencia es del 55 % y a los 20 años es del 78 %. En un porcentaje mínimo encontramos personal con frecuencias graves afectadas predominantemente en oído izquierdo, a pesar de que a todo el personal se le realizó estudio de timpanometría para descartar patología de oído medio, y solo se incluyeron aquellos que presentaban una timpanometría normal, evidenciado por una curva tipo A según la clasificación de Linden y Jerger modificada.

También se encontró asimetría significativa $p \leq 0.05$ en los umbrales aditivos de algunas frecuencias entre ambos oídos (125dB, 500 dB, 12000 y 16000 Hz) encontrando mayormente afectado el oído izquierdo, estos hallazgos coinciden con la literatura (103,92, 89) y existen varias explicaciones a este respecto. Una de ellas habla de que en la posición normal de disparo de los tiradores diestros, el oído izquierdo se encuentra en ángulo de incidencia más favorable que el oído derecho, que queda parcialmente protegido por la sombra acústica de la cabeza. Por este motivo, habitualmente los tiradores tienen peor audición en el oído izquierdo. Acton recogió la intensidad a nivel de conductos auditivos externos de un mismo tirador utilizando un rifle calibre 22, encontrando 130 dB en conducto auditivo externo derecho y 138 dB en conducto auditivo izquierdo (103). Este hecho también puede dar lugar a que en los ejercicios de tiro en grupo, el arma del vecino pueda resultar más nociva que la propia. Además recientemente se ha demostrado una diferencia entre oídos derecho e izquierdo en la vulnerabilidad al ruido, en numerosos estudios, siendo el oído izquierdo el que presenta peor audición (20).

La población estudiada no presentaba ninguna patología de oído medio o enfermedades previamente diagnosticadas, lo que nos permite considerar que las alteraciones auditivas encontradas pudieran ser, principalmente resultado de la exposición a ruido. Sin embargo no podemos atribuir el daño a un solo tipo de ruido, ya que están expuestos tanto a uso de armas de fuego, ruido de motores de helicóptero, barco y otros vehículos, ruido ambiental, etc. Tampoco fue posible cuantificar el tiempo de exposición a ruido ya que no están expuestos en una forma constante como los obreros de una fábrica.

Las armas son utilizadas en 2 situaciones diferentes: en prácticas de tiro y en enfrentamientos. Tal vez el tiempo de exposición a ruido más cuantificable en ellos es durante las prácticas de tiro, ya que todo el personal recibe 2 prácticas de tiro al año, una cada 6 meses, y consisten en tirar un total de 200 cartuchos de acuerdo al arma en que se especialicen, generalmente van en grupos de 50 personas, son divididos en grupos de 10 para pasar a la línea de tiro, entre cada tirador hay una distancia de 1 m aproximadamente, cada grupo permanece tirando durante una hora, el personal que no se encuentra tirando permanece a una distancia de 5 metros de la línea de tiro. En promedio cada práctica de tiro tiene una duración de 5 horas. Respecto a los enfrentamientos estos son variables tanto en número como en duración, es por ello que en este caso el tiempo de exposición no se pudo cuantificar, en promedio cada uno de los sujetos incluidos en el estudio tuvo de 2 a 3 enfrentamientos por año. En cuanto al tiempo de exposición a ruido por uso de armas de fuego en horas durante los enfrentamientos no fue posible obtener una respuesta confiable debido a que no se tiene un estándar respecto al tiempo que dura cada enfrentamiento. Además la gran mayoría refirió en la encuesta aplicada que debido a la situación de estrés se pierde la noción del tiempo durante los mismos.

Las armas en las que se especializan y utilizan con mayor frecuencia el grupo de Infantes de Marina de la Armada de México incluidos en este estudio las podemos dividir en 5 grupos: 1)

Fusiles, 2) Lanzagranadas, 3) Cañones de retroceso, 4) Ametralladoras y 5) Pistolas. Por razones de confidencialidad no podemos mencionar el tipo de arma, únicamente el grupo al que pertenecen.

Un dato importante fue que los sujetos que utilizan más frecuentemente arma tipo fusil resultaron ser los más afectados respecto a su umbral auditivo, y aunque su intensidad no es tan alta como la de otras armas como los cañones sin retroceso o los lanzagranadas es el tipo de arma más comúnmente usado.

Respecto al uso de protección auditiva se encontró una correlación significativa entre el uso de protección auditiva y el trauma acústico en oído izquierdo. Aunque hay infinidad de estudios que sostienen que el oído izquierdo es el más afectado, no se encontró en la literatura estudios que lo relacionen con el poco uso de protección auditiva, tal vez porque los sujetos en estudio la usan de forma inconstante. La mayor parte del personal no usa protección auditiva, y los que la llegan a utilizar la usan únicamente durante las prácticas de tiro en el momento en que les toca pasar a la línea de tiro, ninguno refirió haberla usado cuando permanecen cerca del área mientras los demás compañeros están tirando. Durante los enfrentamientos no la utilizan.

Otro punto importante con el que nos encontramos al realizar este estudio fue que el personal estudiado no cuenta con un estudio audiométrico previo a su ingreso a las Fuerzas Armadas, lo que nos hubiera podido servir como referencias para comparar su umbral auditivo actual.

De los hallazgos mencionados se pueden establecer nuevas estrategias con la finalidad de mejorar las condiciones de seguridad respecto a la audición del personal de Infantes de Marina de la Armada de México, incluso aplicarlo a otros grupos de militares, ya que es más

factible prevenir que renovar e indemnizar el personal, que incluso en muchas ocasiones puede resultar irremplazable.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. Es en las Fuerzas Armadas donde el personal se ve sometido a altos niveles de ruido, niveles que llegan a ser iguales ó más altos que en otras ocupaciones, concretamente el personal de Infantería de Marina.

2. No fue posible determinar el sexo como factor predisponente para el daño auditivo inducido por ruido, debido a que toda la población estaba constituida por sujetos del sexo masculino.

3. La frecuencia de presentación del Trauma Acústico en el personal estudiado es acorde con lo reportado en la literatura acerca de ejércitos de otros países.

4. Se encontró que a mayor edad y tiempo de servicio activo en la Infantería de Marina hubo más severidad en cuanto al daño auditivo.

5. La audiometría de altas frecuencias es un estudio que detecta precozmente el daño auditivo inducido por ruido, aún y cuando este no se ve reflejado en la audiometría convencional.

6. Se encontró asimetría significativa en los umbrales auditivos de ambos oídos, mostrándose más afectado el oído izquierdo dato que corrobora con lo reportado en la literatura y se justifica por la vulnerabilidad al ruido de cada oído.

7. No se encontró comorbilidad en los trabajadores, por lo que se concluye que el daño auditivo encontrado se debió principalmente a la exposición al ruido.

8. El personal que utiliza con mayor frecuencia arma tipo Fusil resulto ser el más dañado respecto a su umbral auditivo.

9. No fue posible medir el tiempo de exposición a ruido ya que en el personal de Infantes de Marina esta no es constante y están expuesto en diferentes situaciones y a diferentes tipos de ruido.

10. Es recomendable que se considere realizar un estudio audiométrico previo al ingreso del personal a las Fuerzas Armadas, ya que además de darnos un parámetro previo del umbral auditivo, detectaría personal con daño auditivo previo y esto sirve de respaldo a la Institución.

11. Es importante reforzar medidas en cuanto al uso y tipo de protección auditiva, debido a que es usada de forma poco frecuente, y no hay una cultura de prevención en este personal, ya que muchas veces la protección auditiva que llegan a utilizar no es la mejor para el tipo de ruido al que están expuestos y no siempre les es factible utilizarla.

12. Se considera necesario realizar estudios más a fondo que incluyan mediciones audiométricas periódicas de este personal para determinar la influencia del ruido en su pérdida auditiva.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. BUNCH, C. "Traumatic deafness from the explosion of a firecraker. A case report".An. Otol. Rhinol. laryngol. 47(2)1092-1095, 1938.
2. BUNCH, C. "The neural mechanism of hearing" Laryngoscope 47:615-691. 1937.
3. GUILO, S. "War deafness and its prevention" Am. Otol. Rhinol. Laryngol. 50(1):70-76. 1941.
4. COLLINS, E. "Injury to the ears amng battle casualties of the western desert" J.Laryng. Oto]. 59, 1—15. Jan 1944.
5. COLLINS, E. "Aural trauma caused by gunfire". Jour. Laryng. Otol. 62: 358-390. 1948.
6. Koike Kazunari J. Hurst Michael K. Wermore Stephen J. Correlation between the American Academy of Otolaringology-Head and Neck Surgery five-minute hering test and standard audiologic data. Otolaringology Head and Neck Surgery 1994 111 (5): 625-30.
7. Héctor Hernández Sánchez y Dra. Mabelys Gutiérrez Carrera. Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. Revista Cubana de Medicina Militar. vol. 35 n. 4 Ciudad de la Habana. oct-dic. 2006.
8. Pérez Ruiz Santiago Jesús, Castañeda Guzmán Rosalía, Rodel Escamilla Ana. Evaluación Auditiva en Medicina de la Comunicación Humana. Instituto Nacional de la Comunicación Humana. México 1994.
9. WALDEN, B.; PROSECK, R. ;WORTHINGTON,D. "The prevalence of hearing loss within selected US Army branches". Army audiology and speech center. Walter Reed Army Medical Center. Washington. Aug.1975.
10. ANTTONEN, H. HASSI, J. RIIKIKANGAS, P. SORRI, M "Impulse noise exposure during military service". Scand. Audiol. Suppl. 12:11—24, 1980.
11. PONCET,J.L. CUDENEC, Y.F. "Les traumatismos sonores aigus. Epidemiologie de 1980 a 1990. Traitements actuels dans les Armes Francaises". XVem Journee Militaire d'oto—rhynolaryngologie. Val-de—grâce. París.19 Abril de 1991.
12. SALMIVALLI. A. "Acoustic trauma in regular arrny personnel" Acta Otolaryngol, suppl 222, 1961.
13. SISK.M. MOUL, M. "Hearing conservation at Fort Carson". Milit. Med. 145: 791 — 792. 1980.
14. ASPINALL, K. " The need for an effective military hearing conservation program: a case for command support". Nal. Hear. Cons. Assoc. Vol 3,sumer 1986.

15. ABERDEEN PROVING GROUND. "Noise hazard evaluation sound level data of noise sources. U.S. Army Environmental Hygiene Agency. 1975.
16. SALMIVALLI, A. "Military audiological aspects in noise induced hearing losses". *Acta Otolaryngo*. Suppl.360: 96—97, 1979.
17. ANTTONEN, H. HASSI, J. RIIKIKANGAS, P. SORRI, M "Impulse noise exposure during military service". *Scand. Audiol. Suppl.* 12:11—24, 1980.
18. PREVENTIVE MEDICINE DIVISION. "Principles of military preventive medicine". Academy of Health, Sciences. U.S. Army. San Antonio. 1983.
19. BUFFE, 1'. "Les otopathies professionnelles traumatiques en milieu militaire". Ecole d'Application du Service de Santé pour l'armée de terre. Val de Grâce. Paris. 1988.
20. YARINGTON, C."Military noise induced hearing loss: problems in conservation programs". *Laryngoscope* 78 (1) 685-692. 1968.
21. PILGRAMM, M. "Les traumatismes sonores dans la Bundeswehr". XV^{ème} Journée Militaire d'Otorhino—laryngologie. Val de Grâce. Paris. 19 Avril 1991.
22. PATTERSON, J. H.; "Effects of peak pressure and energy of impulses". *J. Acoust. Soc. Am.* 90/1 (205-208). 1991.
23. LUPKE,A. "Assesment of impulse noise". *Laryngol. Rhynol. Otol.* 68/10 (561-562). 1989.
24. DANIELSON, R.; HENDERSON,D.; GRATTON,M.A. "The importance of temporal pattern in traumatic impulse noise exposures".*J. Acoust. Soc. Am.* 90/1 (209-218). 1991.
25. HAMERNIK,R.P.; HSUEN,K.D. "Impulse noise. Some definitions, physical acoustics and other considerations". *J. Acoust. Soc. Am.* 90/1 (189 -196). 1991.
26. PRICE,G. ; KIM, H. N. "Hazard from weapons impulses: histological and electrophysiological evidence". *J.Acoust.Soc.Am.* 85(3):1245 - 54. Mar 1989.
27. HAMERNIK, R.P., AHROON,W.A.; HSUEH,K.D. "The energy spectrum of an impulse. Its relation to hearing loss". *J. Acoust. Soc. Am.* 90/1 (197-204). 1991.
28. DUNN, D. E. DAVIS, R. R.; MERRY,C.J.: FRANKS.J.R. 'Hearing loss in the chinchilla from impact and continuous noise exposure" . *J. Acoust. Soc. Am.* 90/4 (1979.1985) . 1991.
29. HAMERNIK:R.P. ; TURRENTINE,G. ; WRIGHT,C.G. "Surface morphology of the inner sulcus and related epithelial cells of the cochlea following acoustic trauma". *Hear. Res.* 16/2 (143-160). 1984.

30. PROSSER,S. TARTARI, M.C. "Hearing loss in sports hunters exposed to occupational noise". Br J. Audiol. 22(2): 85-91, (May 1988).
31. HUMES, L.E. "(Noise induced hearing loss as influenced by other agents and by some physical characteristics of the individual". J. Acoust. Soc. Am. 76 (5): 1318—29. Nov 1984.
32. WARD, W. D. "The role of intermitence in pemmanent theshold shifts". J. Acoust. Soc. Am. 90/1 (164 - 169). 1991.
33. FUKUSHIMA, N.; WHITE, P. HARRISOH, R.V. "Influence of acoustic deprivation on recovery of hair cells after acoustic trauma". Hear. Res 50 (1 - 2) 107-18. 1990.
34. HENDERSON,D. SUBRAMANIAN.N. ; GRATTON,M.A. SAUHDERSIS.S. "Impact noise: the importance of level, duration and repetition rate". J. Acost. Soc. Am. 89(3):1350 -7. Mar 1991.
35. POCH VIÑALS, R. 'Trauma acústico". Discurso en la Real Academia de Medicina: Madrid, 20 Mayo 1986.
36. RIBAK,J. HORNING,S. ; KARK,J. FROOM, P. ; WOLFSTE!N.A. ASHKENAZI,I.E. 'The association of age, flying time and aircraft type with earing loss in the israeli air force". Aviat.Space Environ Med. 56(4):322-7. Apr. 1985.
37. DAVAL,V.; BHATTACHARYYA,T. "Cochlear hair cell damage from intermittent noise exposure in young and adoult guinea pig". Am. J. Otolaryngol. 7:294 - 297. 1986.
38. GUPTA,O. "Toy weapons and firecrackers: a source of hearing loss". Laryngoscope. 330 - 4, Mar 1989.
39. HUMES,L.E. JESTEAD,W. "Modeling the interactions between noise exposure and other variables". J. Acoust. Soc. Am. 90/1 (182-187). 1991.
40. BATTACHARYYA,D.K. ; DAYAL,V.S. "Ototoxicity and noise drug interaction". J. Otolaryngol. 13:6 (361- 366) 1984.
41. MC FADDEN, D.; PLATTSMIER,H.S. PASANEN E.G. "Temporary hearing loss induced by combinations of intense sounds and non steroidal anti - inflamatory drugs". Am. J. Otolaryngol. 5 (4)235-41 Jul - Ago 1984.
42. JOHSON, A. C.; NYLEN.P. ; BORG.E.; HOGLUND.G. "Sequence of exposure to noise and toluene can determine loss of auditory sensitivity in rat". Acta Otolaryngol. 109 : 34 - 40. 1990.
43. GRATTON, M. A. : SALVI, R. J. ; KAMEN,B.A. ; SAUNDERS,S.S. "Interaction of cisplatin and noise on the peripheal auditory system". Hear. Res. 50/1 - 2 (211—224). 1990.

44. LAMBERT, P. ; PALMER,P. "The interaction of noise and aspirin in the chick basilar papilla'. Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 112:1043-49, 1986.
45. BANCROFT, B.R. ; BOETTCHER,F.A.; SALVI,R.J. WU. J. "Effects of noise and salicylate en auditory evoked - response thresholds in the chinchilla". Hear. Res. 54/1 (20-28). 1991.
46. SPONGR, V.; BOETTCHER, F.A. ;SAUNDERS, V. ;SALVI, R. ; 'Effects of noise and salicylate on hair cell loss in the chinchilla cochlea'. Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 118: 157-165. Feb.1992.
47. HEPLER, E. "Susceptibility to noise-induced hearing loss: review and future directions". Milit. Med. 149: 154 - 158, 1984.
48. WRIGHT,C. ; LEE,D. "Pigmented cells of the stria vascularis and spiral ligament of the chinchilla". Acta. Otolaryngol. 108: 190—200. 1989.
49. BARRENAS, M. LINDGREN, F. "Influence of the inner ear melanine en susceptibility to temporary threshold shift in humans". Scand. Audiol. 19/2 (97-102). 1990.
50. TALBOTT, E.; HELNKANP, J. NATTHEWS,K. ; KULLER, L. COTTINGTON,E. "Occupational noise exposure, noise-induced hearing loss and the epidemiology of high blood pressure". Am. J. Epidemiol. 121(4).501-514 Apr. 1985.
51. MILKOVIC - KRAUS, S. "Noise-induced hearing loss and blood presure". Int. Arch. Occup. Environ. Health 62/3 (259-260). 1990.
52. AXELSSON, A. ; LINDGREN,F. "Is there a relationship between hypercholesterolemia and noise induced hearing loss?" Acta Otolaryngol. 100:379-386. 1985.
53. TAMI, T.A ; FANKHAUSER,C.E. ; MEHLUM. D. L. "Effects of noise exposure and Hypercholesterolemia on auditory function in the New Zealand white rabbit". Otolaryngol. Head Neck Surg. 93(2) 235-239 Apr 1985.
54. SIKORA, M.; MORIZONO,T. DIXON WARD, W. PAPARELLA,M. "Diet-induced hyperlipidemia and auditory disfunction". Acta Otelaryngol. 102:372—381, 1986.
55. LINDGREN, F.; AXELSSON, A. "The influence of physical exercise on susceptibility to noise induced temporary threshold shift". Scand. Audiol. 17(1):11—17, 1988.
56. Trauma acustico o Daño inducido por ruido (DAIR) Fundación Arauz-Instituto-Oto-Rino-Laringológico. [monografía en internet]; 2003 [cited 10 Jun 2005].
57. Poblano Adrián. Temas básicos de Audiología, editorial Trillas 1era edición. 2003.

58. Cita www.sinfomed.org.ar/mains/publicaciones
59. Referencia www.wikiversity.org
60. Ley federal del trabajo. Artículos 513 y 514
61. Poblano Adrián. Temas básicos de Audiología, editorial Trillas 1era edición. 2003.
62. McBride DI, Williams S. Audiometric notch as a sign of noise induced hearing loss. *Occup Environ Med* 2001; 58 (1): 46-51.
63. De Sebastian Gonzalo, Badaraco José J. Audiología práctica. Editorial Médica Panamericana 4ª edición.
64. Suárez Hamlet. Velluti Ricardo A. La cóclea fisiología y patología, ediciones Trilce 2001.
65. Héctor Hernández Sánchez y Dra. Mabelys Gutiérrez Carrera. Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. *Revista Cubana de Medicina Militar*. vol. 35 n. 4 Ciudad de la Habana. oct-dic. 2006.
66. Lehnhardt Ernst. Práctica de la Audiometría, editorial Panamericana. Argentina 1992.
67. Mostafapour Sam P. Lahargoue Kelli. Gates George A. *Laryngoscope* 1998 108:1832-9.
68. Marzo U. Fernando M. Ruido Industrial: aspectos médicos. Gabinete de Seguridad, Higiene y Condiciones de Trabajo de Zaragoza, 1998 págs. 120-128.
69. Dobie Robert A. Prevention of Noise-Induced Hearing Loss. 1995 *Arch Otolaryngology Head and Neck Surgery* 121: 385-91.
70. Plontke S. K. Dietz K. Pfeiffer C. *European Archives Otorhinolaryngology* 2002 May 259 (5): 247-52.
71. Goodhill Victor, M.D; F.AC.S. El oído. Salvat Editores.
72. Farfán R., Corina; Leviante Y., Ringo; Silís F., Fresia. Audición de alta frecuencia en sujetos expuestos a ruidos. *Revista Chilena de Tecnología Médica*. 25(1):1178-1186, jul. 2005.
73. López A., Fajardo G., Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública. *Rev. Fac. Med. UNAM* 2000; 43:2
74. Hernández H., Gutiérrez M., Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. *Rev. Cubana Med. Milit.* 2006; 35 (4)
75. Salesa E., Tratado de Audiología Masson 2005 Pág. 131.
76. Charles D., Eustachian tube: structure, function, role in otitis media. Bluestone BC Decker Inc 2005.
77. Fernández R., Nuñez C., Normalización de las pruebas audiológicas: La Impedanciometría. *Revista electrónica de audiología*, 2004.

78. Londoño J., Quinchua R., Efectos Auditivos del ruido producidos por el tráfico aéreo internacional El Dorado en la poblaciones de Engativá y Fontibon. Rev. Fac. Nac. Salud Pública; 22 (2): 35-48, Jul. 2004
79. Mendez M; Gutierrez I., Detección de la pérdida auditiva inducida por ruido en trabajadores del Centro Nacional de Rehabilitación durante su construcción. An ORL Méx. 2004, Vol. – 49 No. 1.
80. Cohen E., Impedancia acústica. Edit. Panamericana. Argentina 1985
81. Cita www.geocities.com/f_loiacono/nota_13
82. Gutiérrez F.I., Osorio E., Estandarización en la audiometría de altas frecuencias. An. Otorrinolaringol. Méx; 46 (3): 107-109, Jun. – Ago. 2001
83. Sharon M. A. The role of high-frequency hearing in age-related speech understanding deficits. Scand Audiol. 2000;29:131-138.
84. Wiley T. L. et. all. Aging and high- Frecuency Hearing Sensitivity. JSLHR1998. Vol, 41: 1061-1072
85. Sakamoto M. et. all. Average Thresholds in the 8 to 20 kHz range as a function . Scand. Audiol. 1998; 27:92-189.
86. Gunderson E., Moline J., Catalano P., Risks of developing noise induced hearing loss in employees of urban music clubs. Am. J. Ind. Med. 1997 Jan; 31 (1):75-79
87. SISK.M. MOUL,M. "Hearing conservation at Fort Carson". Milit. Med. 145: 791 — 792. 1980.
88. PONCET,J.L. CUDENEC, Y.F. "Les traumatismes sonores aigus. Epidemiologie de 1980 a 1990. Traitements actuels dans les Armes Francaises". XVem Journee Militaire d'oto—rhynolaryngologie. Val-de—gráce. París.19 Abril de 1991.
89. FLETEHER,J. "Comparison of occupational hearing loss among military engineers and their civilian counterparts". J. Auditory Research, 23:241-250, 1983.
90. BERGSTROM,B. "Develepment of hearing loss during long tern exposure to occupational noise". Scand. Audiol. 15:227- 234, 1986.
91. GAMEZ,I. : HERRERA,A. ; DOÑAMAYOR,C. ; LLORENTE, J.M. LOPEZ,M.Y. "El factor tiempo en la hipoacusia por trauma sonoro". Acta Otorrinolering. Esp. 41(1):19- 23, 1990.
92. KLOCKHOF, I.; LYTTKENS,L. ; SVEDBERG,A. "Mearing damage in military service". Scand Audiol. 15:217 - 222, 1986.
93. SALMIVALLI. A. "Acoustic trauma in regular arrny personnel" Acta Otolaryngol, suppl 222, 1961.

94. WALDEN, B.; PROSECK, R. ;WORTHINGTON,D. "The prevalence of hearing loss within selected US Army branches". Army audiology and speech center. Walter Reed Army Medical Center. Washington. Aug.1975.
95. ANTTONEN, H. HASSI, J. RIIKIKANGAS, P. SORRI, M "Impulse noise exposure during military service". Scand. Audiol. Suppl. 12:11—24, 1980.
96. COLES, R. ; KNIGHT, J. "The problem of noise in the Royal Navy and Reyal Marines". J. Laryngol. Otol. 79:131-147. 1965.
97. ROBERTSON, R. PAGE, J. "The prevalence of hearing loss among selected navy enlisted personnel". U.S. Navy Med. 70:21- 27, 1979.
98. CALLOW , C. G. "Its the army hearing conservation program working in the territorial army?". J. R. Army Med. Corps. 134(1):16-21, Feb 1988.
99. RELANZON,J.M. "El trauma acústico provocado por las armas de fuego". Acta Otorrinolaring. Esp. 38:189 - 192. Ago. 1987.
100. RELANZON, J. M. MUÑOZ,M. "El trauma acústico agudo". Acta Otorrinolaring. Esp. 42:193 - 98, 1991.
101. MASSART,C. ; DE HEYN,C. "Attitude therapeutique et resultats dans les traumatismes soneres recents". XVéme Journée Militaire d'Oto-Rhyno—Laryngologie. Val-de—Grâce. Paris. 19 Abril 1991.
102. COOMBE,D. H. "The implications of the army's audiometric screening program. Part II. Hearing acuity in british army recruits. Jr. Royal Med. Corps. 126:25-32, 1980.
103. ACTON, N. ; FORREST,M. "Hearing hazard from small bore weapons". J. Acoust. Soc. Am. 44(3):817. 18, 1968.

CAPITULO VII

ANEXO I

**SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
SERVICIO DE AUDIOLOGIA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “DETECCIÓN DE DAÑO AUDITIVO EN PERSONAL DE INFANTERIA DE MARINA DE LA ARMADA DE MÉXICO MEDIANTE AUDIOMETRÍA TONAL LIMINAR Y DE ALTAS FRECUENCIAS.”

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

México D.F. a ____ de _____ del 2011.

Yo, _____ Acepto participar en este estudio de investigación cuyo objetivo es detectar daño auditivo inducido por ruido en Infantes de Marina de la Armada de México utilizando la audiometría de altas frecuencias y la audiometría tonal liminar.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en responder unas preguntas sobre antecedentes médicos y laborales, historia clínica y pruebas audiológicas (Audiometría tonal liminar y de altas frecuencias, logaudiometría e Impedanciometría). También se me informo que dichos procedimientos no son invasivos, no causan efectos secundarios y no se administrarán medicamentos.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento sin que ello afecte la atención médica que he recibido o pueda llegar a recibir en este hospital.

He sido informado por el investigador y entiendo que los datos obtenidos en el estudio serán manejados de forma confidencial y sin revelar mi identidad en el material que derive de esta investigación.

He leído la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria.

FIRMA DEL PARTICIPANTE

Nombre y Firma

FIRMA DEL INVESTIGADOR

Dra. Tania Maribel Hernández Alva
CP. 5326081
Médico Residente de Audiología, Foniatría y Otoneurología.

TESTIGOS

ANEXO II

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

HISTORIA CLINICA APLICADA EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DETECCIÓN DE DAÑO AUDITIVO EN PERSONAL DE INFANTERIA DE MARINA DE LA ARMADA DE MÉXICO MEDIANTE AUDIOMETRÍA TONAL LIMINAR Y DE ALTAS FRECUENCIAS."

FICHA DE IDENTIFICACIÓN

Nombre: _____ Sexo: _____ Edad: _____
Grado Militar: _____
Escolaridad: _____ Telefono: _____

ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES:

Hipoacusia _____
Otros: _____

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLOGICOS:

Tabaquismo: _____ Alcoholismo: _____ Drogas: _____
Cirugías: _____ Alérgicos: _____

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLOGICOS:

Enfermedades de importancia: _____
Infecciones de vías aéreas superiores por año: _____
Cuadros de otitis media: _____
Otorreas, otorragias: _____
Exantemáticas: _____
Ototóxicos: _____

EXPOSICIÓN A RUIDO

Tiempo de Servicio en la infantería de marina: _____
Tiempo de Exposición a uso de armas de fuego: _____
Años: _____ Meses: _____
Horas al día: _____
Uso de protección auditiva: sí _____ no _____
Tipo de protección auditiva: _____
Frecuencia y tiempo de uso de protección auditiva:
Siempre: _____ Ocasional: _____ Nunca: _____
Tiempo de uso de protección auditiva: _____

¿Se especializa en algún tipo de arma? SI _____ NO _____. ¿Cuál es? _____
¿Está expuesto a otro tipo de generadores de ruido y con qué frecuencia?: No: _____
Sí: _____

EXPOSICIÓN A CAMBIOS DE PRESIÓN:

No _____ Sí: _____
¿Qué tipo y con qué frecuencia? _____

SINTOMATOLOGÍA OTOVESTIBULAR:

- Hipoacusia: _____
- Algiacusia: : _____
- Plenitud ótica: _____
- Acúfeno : _____
- Vértigo: _____
- Mareo: _____
- Inestabilidad a la marcha: _____

EXPLORACIÓN FÍSICA

Otoscopia: Normal: _____. Anormal: _____

Rinoscopia: _____

Cavidad oral: _____

Articulación temporo-mandibular: _____

ESTUDIOS AUDIOLOGICOS:

Audiometría tonal liminar y de altas frecuencias:

	125	250	1000	2000	3000	4000	6000	8000	10000	12000	16000
dB											
O.D.											
O. I.											

Logaudiometría: Máxima Discriminación Fonémica :

OÍDO DERECHO: _____

OÍDO IZQUIERDO: _____

Timpanometría según Jerger:

Tipo: Oído derecho () Oído izquierdo ()