

**ARTÍCULO DE REVISIÓN**

## **Medio militar y trastornos auditivos inducidos por ruido**

### **The military environment and noise-induced hearing impairments**

**Dr. Héctor Hernández Sánchez**

Hospital Militar Central "Dr. Luís Díaz Soto". La Habana, Cuba.

---

#### **RESUMEN**

En el medio militar el personal se ve sometido a los más altos niveles de ruido; se considera que las detonaciones de las armas de fuego superan en intensidad a todos los ruidos industriales. Este trabajo pretende abordar los factores de riesgo y vulnerabilidad asociados a la exposición al ruido en el ambiente militar, los aspectos más actuales relacionados con la lesión auditiva inducida por ruido y su protección. Se realizó una revisión de los artículos más representativos mediante la base de datos Medline e Hinari, se empleó para la búsqueda y creación de la bibliografía el gestor personal de referencias bibliográficas Procite, referencias al tema en revistas, tesis y referencias en Internet mediante el buscador Google. Los resultados reafirman la vulnerabilidad del personal militar a padecer algún tipo de lesión del aparato auditivo inducida por ruido, originado por los niveles de ruido elevado que se producen en el medio militar, la necesidad de enfocar de forma multidisciplinaria este tipo de lesiones y la importancia de implementar sistemas de protección auditiva eficientes, con el fin de elevar la calidad de vida de los expuestos a ruido y evitar que se produzca la discapacidad auditiva, considerando que la mejor opción es su prevención.

**Palabras clave:** hipoacusia inducida por ruido, lesión auditiva inducida por ruido, disfunción auditiva, disfunción vestibular, tinnitus, trastornos del procesamiento auditivo central, lesión por explosión, lesión cerebral traumática, dispositivos de protección auditiva, programa de conservación auditiva, hipoacusia, otoprotección.

## ABSTRACT

Extremely high noise levels are characteristic of the military environment. Firearm detonations are considered to exceed the intensity of any industrial noise. The paper approaches the risk factors and vulnerabilities associated with exposure to noise in the military environment, as well as the most recent notions about noise-induced hearing injury and hearing protection. A review was conducted of the most representative papers on the topic using databases Medline and Hinari. Bibliography lists were searched for and created using Procite personal bibliographic reference manager. Google search engine was used to find references to the topic in journals, theses and Internet references. Results confirm the vulnerability of military personnel to suffer from noise-induced hearing injuries resulting from the high noise levels occurring in the military environment, the need to approach such injuries in a multidisciplinary manner, and the importance of implementing efficient hearing protection systems, with a view to improving the quality of life of persons exposed to noise and preventing hearing impairment, based on the certainty that prevention is always the best option.

**Key words:** noise-induced hearing loss, noise-induced hearing injury, hearing impairment, vestibular dysfunction, tinnitus, central auditory processing disorders, blast injury, traumatic brain injury, hearing protection devices, hearing conservation program, hearing loss, otoprotection.

---

## INTRODUCCIÓN

El descubrimiento de la pólvora en China (año 1040), constituye uno de los acontecimientos más importantes del siglo XIII; los chinos fueron los primeros en emplearla con fines militares en su lucha contra los mongoles. Este descubrimiento facilitó el desarrollo posterior de las armas de fuego, y se evidenció su aparición en China (año 1250). En el siglo XIV se introdujo en Europa y revolucionó el concepto de guerra de la época, al favorecer la producción de armas más potentes.<sup>1</sup>

De toda la sociedad industrializada, es el ejército el personal que se ve sometido a los más altos niveles de ruido, si se consideran que las detonaciones de las armas de fuego superan en intensidad a todos los ruidos industriales; por otra parte, el daño auditivo inducido por ruido es irreversible y progresivo de continuar la exposición, razón por la cual reviste vital importancia el estudio y prevención de los daños asociados a este.<sup>2,3</sup>

Este trabajo pretende abordar los factores de riesgo y vulnerabilidad asociados a la exposición al ruido en el ambiente militar, los aspectos más actuales relacionados con la lesión auditiva inducida por ruido y su protección.

Se realizó una revisión de los artículos más representativos mediante la base de datos Medline y Hinari, se empleó para la búsqueda y creación de la bibliografía el gestor personal de referencias bibliográficas Procite, referencias al tema en revistas, tesis y referencias en Internet mediante el buscador Google.

---

## RIESGO Y VULNERABILIDAD

En el entorno militar, el personal puede estar expuesto a ruidos de muy alto nivel: los de impulso producidos por las armas pueden llegar a los 190 dB, y los continuos en las proximidades de motores a reacción pueden superar los 130 dB. Aunque estas condiciones extremas de exposición son relativamente infrecuentes e involucran solo unas pocas personas, representan un serio problema que puede producir lesiones cocleares inmediatas y por lo tanto, desplazamiento permanente del umbral. Por otra parte, ruidos de "moderada" intensidad: de impulsos de 150 dB a 165 dB (como los producidos por fusiles durante entrenamiento militar), continuos de 100 dB a 120 dB (como los originados en vehículos blindados), están muy por encima de las condiciones de exposición admisible. En su conjunto, estos ruidos representan la principal causa de trauma acústico entre el personal militar. En 1996, 966 soldados con trauma acústico agudo fueron tratados en los hospitales franceses a un costo de 4 millones de dólares.<sup>4</sup>

Diversos estudios han corroborado la existencia de especialidades de riesgo en el medio militar, entre las que se destacan: artillería, tanques, ingeniería, aviación, defensa antiaérea y tropas especiales.<sup>2,5</sup>

El personal militar con algún grado de trastorno de la audición puede ver comprometida su efectividad en el combate. Hay diversos sonidos que pueden ser considerados como "sonidos críticos del combate", con un espectro frecuencial situado entre los 2 kHz y los 6 kHz, lo que coincide con las frecuencias que más comúnmente se afectan en la lesión aguda (trauma acústico) y en la crónica, por exposición prolongada a ruidos de alta intensidad (hipoacusia inducida por ruido), por tanto, las frecuencias críticas que un soldado necesita oír en un ambiente de combate, son las primeras en afectarse. Por otra parte, la comprensión del lenguaje verbal se ve afectada, lo que puede propiciar la toma de decisiones erróneas basadas en una mala interpretación de mensajes u órdenes.<sup>2</sup>

## LESIÓN AUDITIVA INDUCIDA POR RUIDO

El primer médico en mencionar la sordera provocada por explosiones, fue el cirujano militar Ambroise Pare (1510-1590). Emerson (1907) estudió las lesiones otológicas provocadas por las piezas de artillería de gran calibre empleadas en la guerra hispano-cubano-americana de 1898. Jobson (1917) hizo un estudio con soldados que intervinieron en la Primera Guerra Mundial, en la cual utilizó diapasones, y encontró que se trataba de una sordera de tipo laberíntico, con mayor afectación de las frecuencias agudas.

A partir del estallido de la Segunda Guerra Mundial es cuando aparece en la literatura mayor profusión de referencias sobre el trauma acústico provocado por las armas de fuego o «war deafness», término propuesto por Guild (1941). Marshall-Taylor (1944) estimó que el número de traumas acústicos entre los soldados americanos que participaron en la Segunda Guerra Mundial se elevaba a 250 000 casos. Collins (1948) publicó un estudio clínico realizado en 108 artilleros veteranos de la Segunda Guerra Mundial, y encontró que la incidencia de hipoacusia fue de 92,8 %, acúfenos 88 % y disturbios en la función laberíntica 53 %.

Gondusky & Reiter, (2005) evidenciaron que el *tinnitus* y la pérdida de audición constituyen los síntomas más comúnmente asociados con la exposición a explosiones que resultan en perforación de la membrana timpánica, lesión del oído medio y de la

cóclea. *Xydakis* y otros (2007) evidenciaron en 210 soldados con lesiones por exposición a explosiones, que un 60,8 % presentó perforación de la membrana timpánica concomitante con pérdida de la conciencia.<sup>2,6,7</sup>

Debemos considerar que la mayor cantidad y variedad de lesiones auditivas descritas se producen en tiempo de guerra, por la susceptibilidad del sistema auditivo a ser lesionado por el ruido y la exposición a un número considerable de explosiones, de gran intensidad y por un periodo prolongado; en tiempo de paz, en la necesaria preparación de los ejércitos, en que se hace indispensable el empleo de armas de fuego aunque solo sea con fines didácticos o de entrenamiento, se evidencia, en menor proporción, la ocurrencia de este tipo de lesiones.<sup>2,6,8</sup>

Las lesiones causadas por explosiones comúnmente se clasifican en cuatro categorías: primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias. Recientemente se ha añadido un quinto efecto, quinarias. Las lesiones primarias son causadas por barotrauma debido a la onda expansiva generada por la explosión; las secundarias por escombros y fragmentos de explosivos impulsados por la fuerza de la explosión; y las terciarias por impacto del cuerpo con otro objeto. Las lesiones cuaternarias están relacionadas con la explosión, pero no son originadas por los mecanismos primarios, secundarios y terciarios. En las lesiones quinarias se añaden de forma deliberada agentes químicos, biológicos o nucleares.<sup>7</sup>

En los más recientes conflictos bélicos (Irak, Afganistán), se ha evidenciado que la lesión auditiva inducida por ruido, por exposición a explosiones y su onda expansiva es la más común, la cual se incluye en la *International Classification of Diseases, Ninth Revision, Clinical Modification (ICD-9-CM)*, la que encierra otras lesiones como, desplazamiento prolongado del umbral, hipoacusia inducida por ruido, hipoacusia neurosensorial, trauma acústico, *tinnitus* y perforación de la membrana timpánica. En ella se pueden presentar además: colesteatoma, discontinuidad de la cadena ósicular, lesión coclear, del sistema auditivo central y vestibular. La lesión auditiva inducida por ruido puede asociarse o no a otra consecuencia para la salud relacionada con las acciones combativas que ha ganado atención desde principios del 2006, la lesión cerebral traumática,

Puede clasificarse según su gravedad en tres niveles: leve, moderada y grave. Se define por el sistema de salud militar de Estados Unidos bajo los siguientes criterios: estado de alteración, disminución o pérdida de la conciencia, amnesia postraumática, confusión, desorientación, pensamiento enlentecido, debilidad, desequilibrio, trastornos visuales y emocionales, paresia o plejía, pérdida sensorial, afasia, coma y estado vegetativo prolongado.<sup>8-10</sup>

Es importante que los profesionales en las áreas de la Audiología, Otorrinolaringología y trastornos del habla y el lenguaje comprendan los problemas experimentados por los pacientes con lesiones auditivas. Estos especialistas no solo deben comprender el impacto de la exposición al ruido y explosiones sobre el sistema auditivo, sino también conocer las comorbilidades potenciales y los mecanismos de lesión por explosiones. Por ejemplo, las lesiones craneales traumáticas y postraumáticas tienen implicaciones en las pruebas de selección, procedimientos e interpretación, así como en el tratamiento y remisión, lo que implica un enfoque multidisciplinario al evaluar la lesión auditiva y vestibular.

El tipo de déficit auditivo del paciente y su severidad determinarán en gran medida las opciones de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Los soldados con discapacidad auditiva deberán adaptarse al empleo de prótesis auditivas u otros dispositivos de ayuda. El cuidado terapéutico de los soldados expuestos a explosiones debe tener en cuenta las necesidades individuales relacionadas con las lesiones físicas, cognitivas,

---

mentales o emocionales. Asimismo, los especialistas en trastornos del habla y el lenguaje necesitan asegurarse de que los esfuerzos relacionados con el diagnóstico y tratamiento no son inútiles u obstaculizados por la pérdida de audición.<sup>6,7,10</sup>

## PROTECCIÓN AUDITIVA

El personal expuesto al ruido de armas de fuego, deberá estar equipado correctamente con dispositivos de protección auditiva que ofrezcan un rendimiento adecuado, y en ausencia de estos un tapón auditivo confeccionado con algodón impregnado en cera, capaz de proveerla de forma eficiente. Sin embargo, el uso de protectores auditivos, unido a condiciones auditivas preexistentes: desplazamiento transitorio o permanente del umbral, conduce a dificultades en la detección, localización e identificación de fuentes acústicas en el medioambiente y obstaculiza la eficiencia y la seguridad del soldado.

Los protectores auditivos también suelen reducir la inteligibilidad del lenguaje, la que constituye un fenómeno complejo que depende de las características de la señal de voz y el ruido de interferencia, así como el tipo de protectores auditivos y el sistema de intercomunicación empleados. Además, puede reducir drásticamente el rendimiento global de sistemas de armas complejas y costosas.

El ajuste experimental de la inteligibilidad de las comunicaciones en un tanque, ha demostrado que el porcentaje de misiones exitosas (incluida la navegación, reporte y puntería) es proporcional a la inteligibilidad del lenguaje. El beneficio de utilizar protectores auditivos es limitado por varios factores: no proveen protección contra el ruido de impulso de baja frecuencia; no atenuación eficiente del sonido en condiciones de campo, comparado con las de laboratorio; no son empleados frecuentemente. Lo anterior se complementa con las denominadas barreras para el empleo de protectores auditivos, conocidas como las 5 C, las cuales comprenden: comodidad, conveniencia, costo, clima empresarial (incluyendo la cultura de seguridad) y comunicación (es decir, la capacidad de escuchar conversaciones, así como otros sonidos importantes).<sup>2,4,6,11</sup>

Los cambios transitorios de umbral de 20 dB o 25 dB que pueden aparecer al ser transportado el personal militar en vehículos acorazados, helicópteros o en aviones militares muy ruidosos, también pueden afectar significativamente la efectividad en el combate.

Para evitar o limitar la aparición de este tipo de lesiones se preconiza el empleo de los denominados Programas de Conservación Auditiva, que incluyen entre sus aspectos más destacados, la identificación de áreas y equipos potencialmente peligrosos, diagnóstico, protección y educación sobre el riesgo asociado a la exposición al ruido.<sup>2,12</sup>

Debido a la variedad de lesiones que pueden afectar el sistema auditivo de los militares, las estrategias para prevenir la pérdida auditiva son una prioridad. El empleo de barreras físicas contra el sonido, presión y fragmentos, en forma de auriculares y tapones para los oídos, evitan lesiones del oído externo, medio e interno. Al emplear protección auditiva, se minimiza el riesgo de pérdida auditiva y se reduce significativamente la incidencia de rotura de la membrana timpánica.

Se ha evidenciado que diversos incidentes en que las tropas utilizaron protección auditiva al exponerse a explosiones, no produjeron lesiones del aparato auditivo,

mientras que los soldados sin protección auditiva sufrieron daños de este y pérdida de la audición. Además, la vigilancia de los umbrales de audición junto a la educación sobre conservación auditiva ha demostrado la capacidad de incrementar el empleo correcto de los dispositivos de protección auditiva y eliminar las barreras para su uso. La supervisión de los umbrales de audición y la educación acerca de los efectos sinérgicos de toxinas y ruido, mientras los pacientes están recibiendo medicamentos ototóxicos, proporcionará la identificación temprana de la pérdida auditiva y minimizará su ocurrencia.

Por último, se estudia el tratamiento preventivo con otoprotectores, un ejemplo es el empleo de compuestos con actividad antioxidante como el Ebselen, un medicamento novedoso que imita la actividad de la enzima glutatión peroxidasa, catalizando una enzima antioxidante esencial para el sistema auditivo periférico. Publicaciones recientes han mostrado la efectividad de este para proteger la cóclea ante la influencia de ruidos intensos.

Otras sustancias antioxidantes se encuentran en fase experimental como la D-metionina (D-met), productos compuestos por magnesio y vitaminas A, C, E. Algunos estudios evidencian el efecto antiapoptótico y modulador del calcio que posee el metformin, incrementando la viabilidad celular y previniendo la producción de especies reactivas del oxígeno. El tratamiento óptimo puede ser una combinación de todos estos enfoques, para en última instancia, minimizar la discapacidad auditiva, asumiendo que la hipoacusia inducida por ruido puede ser prevenible.<sup>7,12-16</sup>

La presente revisión reafirma la vulnerabilidad del personal militar a padecer algún tipo de lesión del aparato auditivo inducida por ruido, originado por los niveles de ruido elevado que se producen en el medio militar, la necesidad de enfocar de forma multidisciplinaria este tipo de lesiones y la importancia de implementar sistemas de protección auditiva eficientes, con el fin de elevar la calidad de vida de los expuestos a ruido y evitar que se produzca la discapacidad auditiva, considerando que la mejor opción es su prevención.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Merriam-Webster. Gunpowder [Internet]. [cited 2011 Dec 26]. Available from: <http://www.merriam-webster.com/concise/gunpowder?show=0&t=1368242291>
2. Vilas DR. Validez de los test predictivos de la fatiga auditiva en la prevención del trauma acústico. [Tesis doctoral]. Madrid: Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1992.
3. Groenewold MR, Tak S, Masterson E. Severe hearing impairment among military veterans-United States, 2010. MMWR. 2011;60(28).
4. Dancer A, Buck K, Hamery P, Parmentier G. Hearing protection in the military environment. Noise Health. 1999; 2:1-15.
5. Pratt RS. War injuries. Am J Audiol. 2011;20:1-2.
6. Myers PJ, Wilmington DJ, Gallun FJ, Henry JA, Fausti SA. Hearing Impairment and Traumatic Brain Injury among Soldiers: Special Considerations for the Audiologist. Seminars in Hearing. 2009; 30(1):5-27.

7. Helfer TM, Jordan NN, Lee RB, Pietrusiak P, Cave K, Schairer K. Noise-induced hearing injury and comorbidities among postdeployment U.S. Army soldiers: April 2003-June 2009. *Am J Audiology.* 2011; 20: 33-41.
8. Jordan NN, Lee RB, Helfer TM. Noise-Induced Hearing Injury among Army Active Duty Soldiers Deployed to the Central Command Area of Operations. *Seminars in Hearing.* 2009; 30(1): 28-37.
9. Noise Damage and Traumatic Brain Injury: Emerging Therapies and Evidence-Based Practices: Proceedings from the National Center for Rehabilitative Auditory Research (NCRAR). Conference: Hearing Therapies for the Future. *Seminars in Hearing.* 2009; 30(1).
10. Abddi M, Jmeian S, Al-Qasem H, Kaabnah K, Quraan M. Noise induced hearing loss at the Jordanian Armed Forces. Hearing survey. *Intern Review of the Armed Forces Medical Services.* 2006; 79(2): 139-42.
11. Stephenson MR. Hearing Protection in the 21st Century: They're Not Your Father's Earplugs Anymore. *Seminars in Hearing.* 2009; 30(1): 56-64.
12. Muhr P, Rosenhall U. The influence of military service on auditory health and the efficacy of a hearing conservation program. *Noise Health.* 2011; 13: 320-7.
13. Lynch E, Kil J. Development of Ebselen, a Glutathione Peroxidase Mimic, for the Prevention and Treatment of Noise-Induced Hearing Loss. *Seminars in Hearing.* 2009; 30(1): 47-55.
14. Campbell K. D-methionine (D-met) significantly rescues noise-induced hearing loss: Timing studies. *Hearing Res.* 2011; 282: 138-44.
15. Jung HH. Protective role of antidiabetic drug metformin against gentamicin induced apoptosis in auditory cell line. *Hearing Research.* 2011; 282: 92-6.
16. Oishi N, Schacht J. Emerging treatments for noise-induced hearing loss. *Expert Opin Emerging Drugs.* 2011; 16(2): 235-45.

Recibido: 3 de abril de 2013.

Aprobado: 13 de mayo de 2013.

*Héctor Hernández Sánchez.* Hospital Militar Central "Dr. Luis Díaz Soto". Avenida Monumental y Carretera de Asilo, Habana del Este, CP 11700, La Habana, Cuba.  
Correo electrónico: [hectorhs@infomed.sld.cu](mailto:hectorhs@infomed.sld.cu)