



Incidencia de trauma acústico en personal del Ejército Mexicano perteneciente a la rama de artillería

Incidence of acoustic trauma in Mexican Army personnel belonging to the artillery branch.

Bárbara Zárate Maldonado,¹ Gabriel Mauricio Morales Cadena,² Olga Gama Moreno³

¹ Residente de cuarto año de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, Hospital Español de México. Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle, Ciudad de México.

² Jefe de curso del posgrado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle, Ciudad de México.

³ Médica adscrita al servicio de Audiología, Hospital Español de México, Ciudad de México.

Correspondencia

Gabriel Mauricio Morales Cadena
moralescadena@gmail.com

Recibido: 6 de febrero 2026

Aceptado: 14 de mayo 2026

Este artículo debe citarse como: Zárate-Maldonado B, Morales-Cadena GM, Gama-Moreno O. Incidencia de trauma acústico en personal del Ejército Mexicano perteneciente a la rama de artillería. *An Orl Mex* 2026; 71 (2): 110-117.

PARA DESCARGA

<https://doi.org/10.24245/aorl.v71i2.10722>

<https://otorrino.org.mx>
<https://nietoeditores.com.mx>

Resumen

OBJETIVO: Determinar la incidencia de trauma acústico en personal del Ejército Mexicano perteneciente a la rama de artillería expuesto a prácticas con armamento pesado en campo abierto.

MATERIALES Y MÉTODOS: Estudio observacional, transversal y descriptivo, en el que se incluyeron militares menores de 30 años que participaron en aproximadamente 15 prácticas anuales con cañones u obuseros durante un periodo de 3 años. Se aplicó un cuestionario clínico y se hicieron audiometrías con equipo calibrado según normas ISO (389-1:1998, 389-3:1994, 389-4:1994), así como timpanometrías. Se evaluaron síntomas auditivos (hipoacusia subjetiva, acúfeno) y trauma acústico.

RESULTADOS: Se incluyeron 25 participantes. La edad media fue de 25 años; 19 eran hombres. De los 25 participantes 6 reportaron hipoacusia subjetiva y 2 acúfeno; 13 tenían algún grado de trauma acústico; el grado 1 unilateral fue el más frecuente (n = 8); 12 no tenían alteraciones. La timpanometría fue normal (tipo A) en 19 participantes.

CONCLUSIONES: El trauma acústico es altamente prevalente en personal expuesto a ruido impulsivo militar. La baja percepción subjetiva subraya la necesidad de implementar tamizajes audiológicos periódicos, protocolos preventivos y ajustes en la protección auditiva. El daño auditivo predominante es neurosensorial.

PALABRAS CLAVE: Trauma acústico; audición; hipoacusia; militares; audiometría.

Abstract

OBJECTIVE: To determine the incidence of acoustic trauma in Mexican Army personnel from the artillery branch exposed to field training with heavy ordnance.

MATERIALS AND METHODS: An observational, cross-sectional, and descriptive study was done with military personnel under 30 years old. Each underwent approximately 15 yearly training sessions with cannons or howitzers over a 3-year period. A clinical questionnaire, audiometry (ISO 389-1:1998, 389-3:1994, 389-4:1994), and tympanometry were performed to assess symptoms (subjective hearing loss, tinnitus) and detect acoustic trauma.

RESULTS: There were included 25 participants, with a mean age of 25 years; 19 were male. Subjective hearing loss was reported by 6, and tinnitus by 2. Acoustic trauma was identified in 13 subjects, most commonly unilateral grade 1 (n = 8). In 12 no trauma was found. Tympanometry was normal (type A) in 19 cases.

CONCLUSIONS: Acoustic trauma is highly prevalent among military personnel exposed to impulsive noise. The low rate of subjective symptom reporting highlights the need for regular audiological screening, preventive protocols, and optimized hearing protection. The predominant hearing damage is sensorineural.

KEYWORDS: Acoustic trauma; Hearing; Hearing loss; Military; Audiometry.

ANTECEDENTES

El trauma acústico se define como la disminución de la capacidad auditiva de uno o ambos oídos, parcial o total, permanente y acumulativa, de tipo neurosensorial, que se origina gradualmente, durante y como resultado de la exposición a niveles perjudiciales de ruido en el ambiente laboral, de tipo continuo o intermitente, de intensidad relativamente alta (más de 85 decibeles [dB]) durante un periodo prolongado.¹

Este se manifiesta como un fenómeno de interés particular en el contexto del personal militar. Este grupo demográfico, sometido a ambientes caracterizados por la presencia constante de armamento y maquinaria con elevados niveles de decibelios, está expuesto de manera inherente a los factores de riesgo asociados con el trauma acústico.

La pérdida auditiva inducida por ruido se manifiesta como una pérdida progresiva de la audición. Las exposiciones temporales y moderadas al ruido pueden provocar un desplazamiento temporal del umbral, y la audición puede recuperarse después de varias horas o días. Sin intervención médica o con exposición continua al ruido perjudicial, una exposición prolongada y a dosis altas puede causar pérdida auditiva permanente debido a la muerte de numerosas células ciliadas que perciben el sonido. La pérdida auditiva inducida por ruido comúnmente afecta más a la audición de alta frecuencia, mostrando una muesca auditiva alrededor de los 4 kHz en las etapas tempranas.²

La pérdida auditiva se clasifica en tres diferentes grados: 1) trauma acústico de primer grado. Solo hay desplazamiento del umbral auditivo en frecuencias de 4000 Hz; 2) trauma acústico de segundo grado; se afecta la respuesta en otra frecuencia, generalmente 8000 Hz, y 3) trauma acústico de tercer grado, en el que se afecta una tercera frecuencia, la de 2000 Hz, aunque pueden afectarse más de tres frecuencias.^{3,4}

La bibliografía reporta que la pérdida auditiva crónica por exposición a ruido se divide en ocupacional y no ocupacional; la primera tiene una duración de exposición a ruido de 5 a 15 años.³

La bibliografía médica evidencia una escasa atención dedicada a la incidencia específica del trauma acústico en el ámbito militar particularmente en México, un aspecto de importancia clínica y operativa.

Se reporta que más del 50% de los individuos militares expuestos a explosiones tienen disfunción vestibular, de equilibrio u ocular.⁵

En este marco, resulta decisivo destacar la complejidad inherente al ambiente militar, donde coexisten las condiciones operativas, el uso de equipos de protección auditiva y la exposición a múltiples fuentes de ruido. La intersección de estos factores demanda una evaluación holística y especializada para discernir con precisión la incidencia del trauma acústico y sus implicaciones en la salud auditiva y el bienestar general del personal militar.

La importancia destaca en que la hipoacusia por trauma acústico es la segunda causa más común de pérdida de audición adquirida después de la presbiacusia en gran cantidad de países.⁵

La comprensión detallada de la incidencia del trauma acústico en personal militar no solo contribuirá al avance del conocimiento médico en este campo, sino que también dará fundamentos para el diseño de políticas preventivas y protocolos de atención médica adaptados a las necesidades particulares de este grupo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio observacional, transversal y descriptivo, que evaluó a personal del Ejército Mexicano perteneciente a la rama de artillería que hubieran concluido la licenciatura y fueran menores de 30 años, quienes, en un periodo de 3 años, hubieran tenido, aproximadamente, 15 prácticas al año con cañones y obuseros disparando en espacio abierto a una distancia aproximada de 1.5 metros.

Esta investigación se sustentó en metodologías clínicas avanzadas, incluidas pruebas audiométricas con el fin de caracterizar de manera exhaustiva las alteraciones auditivas vinculadas con el trauma acústico. Además, se evaluó la hipoacusia subjetiva y el acúfeno como parte de los síntomas asociados con el trauma acústico. Las pruebas audiométricas se hicieron con un audiómetro adecuadamente calibrado y certificado de acuerdo con las normas ISO 389-1:1998, ISO 389-3:1994 e ISO 389-4:1994. Las variables de cada paciente se obtuvieron mediante un cuestionario aplicado en el momento de la evaluación, que incluyó: edad, sexo, años de exposición (tiempo que llevan en el activo sin contar su primer año), si referían hipoacusia o acúfeno.

Se construyó una tabla de datos de Excel con los resultados obtenidos y se analizaron los datos con estadística de medidas de tendencia central. **Cuadros 1 y 2**

Se analizó la relación entre la existencia o no de trauma acústico y el tiempo de exposición al ruido por medio de la prueba paramétrica t de Student.

Aspectos éticos

El protocolo se considera un estudio de investigación sin riesgo según el artículo 17 del capítulo I referente a los Aspectos éticos de la investigación en seres humanos del reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación en salud, lo anterior debido a que se trata de un estudio observacional, transversal y descriptivo. Los investigadores se comprometen a guardar la confidencialidad de los datos de los pacientes y a utilizar los resultados solo con fines científicos. Los investigadores declaran no tener patrocinio ni conflicto de interés en esta investigación. Toda la información se codificó para mantener la privacidad del paciente, realizando todas las prácticas de acuerdo con la declaración de Helsinki de 1975 enmendada en 1983.

Cuadro 1. Análisis estadístico descrito en frecuencias y porcentajes de cada variable evaluada (n = 25)

Variable	Categoría	Frecuencia
Edad	23	3
Edad	24	8
Edad	25	4
Edad	26	6
Edad	27	4
Sexo	Masculino	19
Sexo	Femenino	6
Años de exposición	4	10
Años de exposición	5	7
Años de exposición	6	6
Años de exposición	7	2
Hipoacusia subjetiva	No	19
Hipoacusia subjetiva	Sí, oído derecho	3
Hipoacusia subjetiva	Sí, oído izquierdo	3
Acúfeno	No	23
Acúfeno	Sí, bilateral	2
Trauma acústico	Grado 1 bilateral	3
Trauma acústico	Grado 1 derecho	5
Trauma acústico	Grado 1 derecho, grado 2 izquierdo	1
Trauma acústico	Grado 1 izquierdo	3
Trauma acústico	Grado 2 izquierdo	1
Trauma acústico	ST	12
Timpanometría	A	19
Timpanometría	Ad	1
Timpanometría	As	1
Timpanometría	As der, A izq	2
Timpanometría	As der, C izq	1
Timpanometría	C	1

RESULTADOS

Se incluyeron 25 elementos del Ejército Mexicano pertenecientes a la rama de artillería. La edad media fue de 25 ± 1.32 años, con mediana de 25 años y un rango de 4 años (límites: 23 y 27).

Diecinueve participantes eran del sexo masculino. El promedio de años de exposición al ruido fue de 5 ± 1 años, con mediana de 5 años, y límites de 4 y 7.

En cuanto a los síntomas auditivos, 6 participantes refrieron hipoacusia subjetiva: 3 del oído derecho y 3 del izquierdo. Dos reportaron acúfeno, ambos de manera bilateral.

En cuanto al diagnóstico audiológico, se identificó que 13 participantes tenían algún grado de trauma acústico, mientras que 12 sujetos no mostraron hallazgos compatibles con alteración auditiva por ruido.

Cuadro 2. Resultados de las encuestas recabadas, audiometrías y timpanometrías practicadas a cada sujeto evaluado

	Sexo	Años de exposición	Hipoacusia subjetiva	Acúfeno	Trauma acústico	Timpanometría
1	Masc	4	No	No	Sin	A
2	Masc	5	No	No	Grado 1 bilateral	A
3	Fem	6	No	No	Sin	C
4	Fem	4	No	No	Grado 1 derecho	A
5	Masc	4	No	No	Sin	A
6	Masc	4	Sí, oído izquierdo	No	Grado 1 izquierdo	As derecho, C izquierdo
7	Masc	6	Sí, oído derecho	Sí, bilateral	Grado 1 derecho	Ad
8	Masc	4	No	No	Grado 2 izquierdo	A
9	Masc	7	Sí, oído izquierdo	No	Grado 1 derecho, grado 2 izquierdo	A
10	Masc	6	No	No	Sin	A
11	Masc	5	No	No	Sin	A
12	Masc	6	Sí, bilateral	No	Sin	A
13	Masc	6	No	No	Sin	A
14	Masc	4	No	Sí, bilateral	Grado 1 izquierdo	A
15	Masc	4	Sí, oído izquierdo	No	Sin	A
16	Masc	5	No	No	Grado 1 bilateral	As
17	Masc	7	No	No	Sin	As derecho, A izquierdo
18	Fem	4	Sí, oído derecho	No	Grado 1 derecho	As derecho, A izquierdo
19	Masc	5	No	No	Sin	A
20	Masc	5	No	No	Grado 1 derecho	A
21	Fem	4	Sí, oído derecho	No	Grado 1 derecho	A
22	Fem	5	No	No	Grado 1 izquierdo	A
23	Fem	5	No	No	Grado 1 bilateral	A
24	Masc	4	No	No	Sin	A
25	Masc	6	No	No	Sin	A

Entre los 13 casos con trauma acústico: **Figura 1**

- Grado 1 unilateral fue el hallazgo más frecuente: 5 casos en el oído derecho y 3 en el izquierdo.
- Grado 1 bilateral: 3 casos.
- Grado 2 izquierdo: 1 caso.
- Grado mixto (grado 1 derecho y 2 izquierdo): 1 caso.

En la valoración del oído medio mediante timpanometría, la curva tipo A se observó en 19 casos. Las curvas tipo As en 1 caso y tipo Ad en otro (4%). Las combinaciones atípicas incluyeron: As derecho con A izquierdo (n = 2), As derecho con C izquierdo (n = 1) y tipo C aislada (n = 1).

El resultado de la prueba paramétrica t de Student arrojó un valor de $p = 1.89$, una variancia de 0.26 y un coeficiente de correlación de Pearson de -0.24, lo que apoya la hipótesis nula, que establece que en este grupo de estudio no existe correlación entre el tiempo de exposición al ruido y la existencia de trauma acústico.

DISCUSIÓN

Los sonidos transitorios son producidos por impulsos o por impactos; se caracterizan por un incremento repentino de la presión sonora con descenso abrupto de la misma, cuya duración no excede 0.5 segundos, como explosión, detonación o impactos de un cuerpo sólido contra otro.⁴

La exposición prolongada al ruido puede llevar a la apoptosis continua de las células ciliadas y la degeneración de las neuronas del ganglio espiral.³

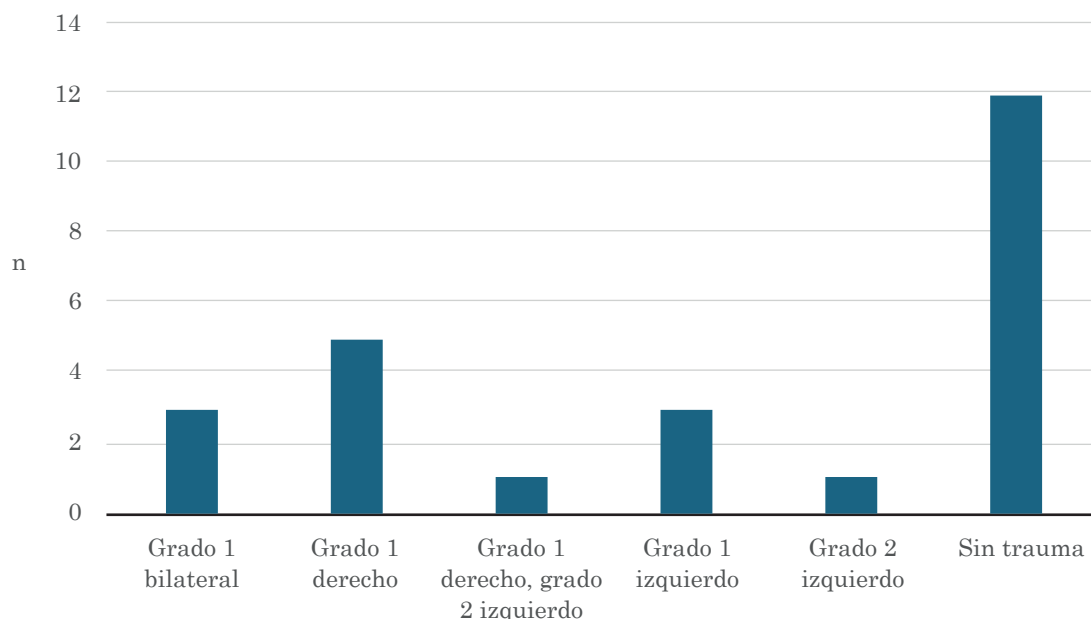


Figura 1

Frecuencia de participantes con trauma acústico por grado reportado por la audiometría.

Uno de los grupos más vulnerables a padecer un trauma acústico es el personal militar, debido al tipo de prácticas que efectúan y porque continuamente están expuestos al ruido explosivo de la detonación de armas de fuego.

Casi todas las armas de fuego producen ruido por encima de 140 dB. Un rifle calibre 0.22, (pequeño calibre) es capaz de producir ruido de alrededor de 140 dB, mientras que los rifles y pistolas de gran calibre son capaces de producir ruido por encima de 175 dB.⁴

En Tailandia se evaluaron 76 militares que se dividieron en tres grupos, según el espacio en que hacían sus prácticas (abierto, semiabierto y cerrado). La prevalencia de pérdida auditiva neurosensorial en los pacientes de los grupos de espacio abierto, semiabierto y cerrado fue de 62.7, 67.8 y 73.3%, respectivamente.⁶

Los estudios recientes utilizan modelos de ratones con pérdida auditiva permanente creados mediante una cámara de tubo que reproduce una onda de explosión. Estos modelos muestran que la enfermedad del oído interno después de la exposición a explosiones es similar a la observada después de trauma acústico. Se demostró que la pérdida auditiva sensorineural después de la exposición a explosiones se relaciona, principalmente, con la disfunción de las células ciliadas externas inducida por la interrupción del haz estereociliar.⁷

Los estudios que se han efectuado acerca del patrón audiométrico de personal militar expuesto a ruido concluyeron que sería prudente otorgar tiempo libre de ruido a personal expuesto a explosiones porque se ha demostrado que esto reduce la pérdida progresiva de la audición. También se propone hacer evaluaciones audiométricas coordinadas antes y después del despliegue militar, que incluyan cuidado otológico de seguimiento para los sujetos expuestos a explosiones. Además, se sugiere mejorar los métodos de ajuste de dispositivos de protección auditiva y las pruebas de ajuste, como estrategias para prevenir la pérdida de audición en personal expuesto a explosiones y ruido continuo.⁸

Este estudio evaluó la incidencia de trauma acústico en una muestra de personal del Ejército Mexicano perteneciente a la rama de artillería, grupo particularmente expuesto a ruido impulsivo de alta intensidad. Se encontró una incidencia de 52% de trauma acústico; el grado 1 unilateral fue el patrón más frecuente. Esta proporción es consistente con la de reportes previos en bibliografía militar, en la que el personal de artillería, aviación y blindados muestra riesgos auditivos superiores al promedio poblacional debido a la naturaleza de sus funciones.⁹

A pesar de que más de la mitad de los participantes tenían alteraciones objetivas compatibles con trauma acústico, solo el 24% reportó hipoacusia subjetiva y un reducido 8% refirió acúfeno. Esta discrepancia entre hallazgos subjetivos y objetivos resalta la importancia del tamizaje audiológico, porque una proporción importante de afectados puede no ser consciente del daño auditivo inicial. Este fenómeno se ha descrito en entornos militares y laborales con exposición crónica al ruido, donde la habituación sensorial y la baja percepción de riesgo contribuyen a la subestimación de los síntomas.

La falta de correlación encontrada en este estudio entre el tiempo de exposición al ruido y la existencia de trauma acústico puede deberse a que el tiempo de exposición al ruido en los participantes estudiados fue muy similar, con una diferencia máxima de 12 meses; seguramente si se amplía la muestra, esta tendencia se invertirá porque este fenómeno está directamente relacionado con la intensidad del ruido y el tiempo de exposición.

En cuanto a la timpanometría, la mayoría de los casos mostró curva tipo A (76%), lo que indica que la función del oído medio se conserva en la mayoría de los sujetos. Las curvas alteradas tipo As, Ad y C estuvieron presentes en una minoría, lo que sugiere que el componente de conducción no es predominante, y que la afectación se orienta hacia un daño coclear de tipo sensorineural, secundario al trauma acústico.

Estos resultados subrayan la importancia de implementar estrategias de tamizaje audiológico periódicas, aun en sujetos asintomáticos, especialmente en unidades con exposición crónica al ruido impulsivo o constante.

Existen varios tipos de protectores auditivos (auriculares, tapones). La atenuación (pérdida por inserción) del ruido impulsivo es de 16 a 23 dB con los tapones, entre 10 y 20 dB con los auriculares, y entre 24 y 34 dB con el uso combinado de tapones y auriculares.⁹ Por lo que es recomendable el uso de cualquier tipo de protectores auditivos en todo el personal en el momento de sus prácticas desde el inicio.

CONCLUSIONES

El trauma acústico afectó a más de la mitad del personal de artillería evaluado, con predominio de lesiones de grado 1 unilateral. Existe una subestimación subjetiva del daño auditivo porque los síntomas como hipoacusia y acúfeno se reportaron con menor frecuencia respecto de los hallazgos objetivos. La timpanometría normal en la mayoría de los casos sugiere una afectación predominantemente neurosensorial. Se recomienda establecer programas de prevención auditiva, educación acerca de riesgos sonoros y tamizajes periódicos, incluso en personal sin síntomas, para detectar el daño en etapas tempranas, así como implementar ampliamente el uso de protectores auditivos de cualquier tipo para el personal del Ejército que use este tipo de armas o que esté expuesto a ruido impulsivo.

REFERENCIAS

1. Rodríguez Fernández Y, Alfonso Muñoz E. Aspectos epidemiológicos del trauma acústico en personal expuesto a ruido intenso. *Rev Cubana Cir* 2012; 51 (2): 125-132.
2. Ding T, Yan A, Liu K. What is noise-induced hearing loss? *Br J Hosp Med (London, England)* 2005; 80 (9): 525-529. <https://doi.org/10.12968/hmed.2019.80.9.525>
3. Wada T, Sano H, Nishio SY,. Differences between acoustic trauma and other types of acute noise-induced hearing loss in terms of treatment and hearing prognosis. *Acta Oto-Laryngol* 2017; 137 (sup565): S48-S52. <https://doi.org/10.1080/00016489.2017.1297899>
4. Stewart M. El ruido de las armas de fuego recreativas. American Speech-Language-Hearing Association, Audiology, 2016.
5. Modica CM, Johnson BR, Zalewski C, et al. Hearing loss and irritability reporting without vestibular differences in explosive breaching professionals. *Front Neurol* 2020; 11: 588377. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.588377>
6. Klammkam P, Jaruchinda P, Nivatwongs S, et al. Otologic manifestations from blast injuries among military personnel in Thailand. *Am J Otolaryngol* 2013; 34 (4): 287-291. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2012.12.007>
7. Mizutari K. Blast-induced hearing loss. *Science* 2019; 20 (2): 111-115. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1700051>
8. Joseph AR, Shaw JL, Clouser MC, et al. Clinical audiometric patterns of hearing loss following blast-related injury in U.S. military personnel. *Int J Audiol* 2020; 59 (10): 772-779. <https://doi.org/10.1080/14992027.2020.1743884>
9. Toivonen M, Pääkkönen R, Niemensivu R, et al. Acute acoustic trauma after exposure to assault rifle noise among conscripts in the Finnish Defence Forces-A population-based survey. *Int J Environ Res Public Health* 2023; 20 (4): 3366. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043366>