

Relación entre uso de protectores auditivos con filtro de frecuencia y satisfacción auditiva musical

Relationship between the use of frequency-filtered hearing protectors and musical auditory satisfaction

Natalia Bahamondes M.^{1,2}, Fabián Rubio M.^{1,2}, Diego Olmedo G.^{1,2}

¹Servicio de Otorrinolaringología, Hospital Clínico Universidad de Chile. Santiago, Chile.
²Departamento de Otorrinolaringología, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Este proyecto de investigación fue financiado con fondos del concurso anual de investigación de SOCHIORL, año 2021.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Recibido el 29 de mayo de 2024. Aceptado el 06 de julio de 2025.

Correspondencia:
Natalia Bahamondes M.
Los Leones 80, Depto. 65^a,
Providencia, Santiago, Chile.
Email: nata.bahamondes@gmail.com

Resumen

Introducción: La exposición a niveles elevados de presión sonora en músicos puede provocar afecciones auditivas a largo plazo, como tinnitus e hipoacusia. En general existe una escasa utilización de protección auditiva en esta población, debido a la percepción de menor rendimiento musical. Aunque todos los protectores auditivos proporcionan algún nivel de reducción del sonido, esta puede variar según las distintas frecuencias del sonido que son atenuadas. El uso de protectores con atenuación diferenciada, podría brindar mayor comodidad y satisfacción auditiva. **Objetivo:** Medir la satisfacción auditiva musical comparando el uso de 2 protectores auditivos, uno estándar (atenuación convencional) y otro con atenuación diferenciada. **Materiales y Métodos:** Se inscriben 30 sujetos mediante selección por conveniencia a través de nichos de bandas musicales y se les realiza una encuesta de datos demográficos y síntomas auditivos. Luego cada sujeto utiliza los dos tipos de protectores auditivos al momento de ensayar para finalmente responder una encuesta de satisfacción auditiva musical de 10 preguntas. **Resultados:** Se compararon estadísticamente los resultados obtenidos, dando diferencias significativas en el puntaje total de la encuesta de satisfacción auditiva musical, así como para cada pregunta en particular. **Discusión:** Los protectores auditivos con atenuación diferenciada imitan la atenuación natural del oído externo, mejorando la comodidad del usuario y calidad auditiva sin afectar la fidelidad del sonido y podrían favorecer una adherencia más consistente a la protección auditiva. **Conclusión:** Se propone el uso de protección con atenuación diferenciada en población con alto riesgo de daño auditivo inducido por ruido tanto recreacional como laboral.

Palabras clave: música, hipoacusia, tinnitus, protección auditiva, satisfacción auditiva.

Abstract

Introduction: Exposure to high sound pressure levels in musicians can lead to long-term auditory conditions such as tinnitus and hearing loss. In general, the use of hearing protection is low in this population due to the perception of reduced musical performance. Although all hearing protectors provide some level of sound reduction, this can vary depending on the frequencies attenuated. The use of protectors with frequency-specific attenuation may offer greater comfort and auditory satisfaction. **Objective:** To assess musical auditory satisfaction by comparing the use of two types of hearing protectors: one standard (conventional attenuation) and one with frequency-specific attenuation. **Materials and Methods:** Thirty subjects were enrolled through convenience sampling from musical band niches and completed a demographic and auditory symptom questionnaire. Each subject used both types of hearing protectors during rehearsal sessions and subsequently answered a 10-question musical auditory satisfaction survey. **Results:** The results were statistically compared, showing significant differences in the total score of the auditory satisfaction survey as well as in each individual question. **Discussion:** Hearing protectors with frequency-specific attenuation mimic the natural attenuation of the outer ear, improving user comfort and auditory quality without compromising sound fidelity, and may encourage more consistent adherence to hearing protection. **Conclusion:** The use of frequency-specific attenuation hearing protection is recommended for populations at high risk of noise-induced hearing damage, whether recreational or occupational. **Keywords:** music, hearing loss, tinnitus, hearing protection, auditory satisfaction.

Introducción

La protección auditiva a nivel nacional e internacional se ha enfocado históricamente en el área industrial y laboral habiendo por lo general un pobre enfoque en prevención de riesgo en el área de la música y las consecuencias que podría tener al largo plazo en la salud auditiva de las personas dedicadas a ella. Las personas que tocan instrumentos musicales ya sea de forma profesional o recreativa se exponen frecuentemente a altos niveles de presión sonora durante sus ensayos y presentaciones pudiendo incluso llegar hasta los 96,4-106,9 dB, con gran variabilidad de acuerdo al instrumento practicado^{1,2}. La pérdida auditiva secundaria a la exposición a ruido entre los músicos de rock es variable y oscila en distintas series publicadas, significativamente más alta en músicos de pop/rock (63,5%) en comparación con los de música clásica (32,8%)^{3,4}. Las quejas comunes en este grupo de pacientes está relacionada con tinnitus, hiperacusia y discomfort auditivo llegando a presentarse hasta en el 59% de ellos^{5,6}. Estas molestias pueden presentarse incluso si los umbrales auditivos están dentro de límites normales⁷.

Cabría esperar que debido a estas molestias que se presentan en el ejercicio de la actividad musical hubiese un cuidado activo de la salud auditiva por parte de estos sujetos, sin embargo, distintas estadísticas evidencian que la protección auditiva en músicos en general es baja (2-16%) e inconsistente^{6,8}. Esto último se explicaría por diferentes razones dadas por los mismos músicos en contra de la auto protección y que dicen relación principalmente con la percepción de calidad de sonido alterada^{9,10}, dificultad en oír su propia interpretación y al resto de su banda, dificultad en diferenciar timbres y entonación, entre otros. A esto se suma desconocimiento de las alternativas de protección auditiva que se ofrecen en el mercado y también los problemas relacionados con características propias del protector auditivo.

Los Protectores auditivos se pueden clasificar de diferentes formas: según su durabilidad (desechables/reutilizables), según su forma (tapón, orejera), según el tipo de molde (moldeables/pre-moldeados/personalizados). Una clasificación importante es la referida

al tipo de atenuación sonora que otorgue el protector auditivo donde encontramos atenuadores convencionales y los protectores con atenuación diferenciada según los rangos de frecuencia que se atenúan en mayor o menor medida ("filtro de frecuencia")¹¹. Dentro del segundo grupo contamos con protectores "H" que presenta atenuación media de frecuencias altas sobre los 2000 Hz, protectores "M" que tienen atenuación media en espectro de 500-2000, y los protectores "L" que tienen atenuación en bajas frecuencias menor a los 500 Hz. El contar con protectores auditivos con filtros específicos de frecuencia podría generar una mayor satisfacción auditiva al momento de tocar un determinado instrumento lo que teóricamente aumentaría la adherencia en el uso de este por parte del músico, generando a su vez menor exposición a alta presión sonora y ruido. Esto en el mediano a corto plazo traerá como consecuencia un menor y más lento deterioro en la audición de este grupo de pacientes con los beneficios de diversa índole relacionado a ellos (mejor calidad de vida, menores gastos en salud, menor uso de implementación auditiva).

Objetivo

Determinar la satisfacción auditiva en músicos de Rock con uso de tapones con filtro de frecuencia (atenuación diferenciada) en comparación con uso de tapones estándar (atenuación convencional).

Materiales y Métodos

Se trata de un estudio analítico, experimental, longitudinal y prospectivo que cuenta con la aprobación del comité de ética del Hospital Clínico de la Universidad de Chile. La selección de participantes se realizó por conveniencia a través de nichos de bandas musicales (stages de ensayo WareHouse y CreaRock) durante el primer semestre de 2022. Los criterios de inclusión fueron: ser músicos instrumentistas de bandas de Rock, ambos géneros, de 20 a 60 años de edad y contar con 3 o más años siendo músico. Los criterios de exclusión fueron: falta de consentimiento informado, uso de

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

implementación auditiva (audífonos/implante coclear) y tener audiometría tonal con PTP mayor o igual a 40dB en uno o ambos oídos.

Medición de variables

- Variables demográficas y auditivas fueron evaluadas en una encuesta inicial a cada participante donde se registraron los siguientes datos: género, edad, historia de patologías generales y otorrinolaringológicas, tipo de música/instrumento, tiempo como músico, horas de ensayo semanales, molestias auditivas relacionadas con el ensayo musical.
- Variable dependiente: se realizó una encuesta de satisfacción auditiva musical traducida previamente por 2 otorrinolaringólogos bilingües español/portugués (Figura 1)¹². Esta encuesta está previamente validada en idioma portugués, publicada en un ensayo clínico de la revista otorrinolaringológica brasileña en 2010, consta de 10 preguntas que el músico responde como: totalmente de acuerdo (5 puntos), de acuerdo (4 puntos), indiferente (3 puntos), en desacuerdo (2 puntos), totalmente en desacuerdo: 1 punto. El corte para definir

que se está satisfecho con el uso del tapón es de 31 puntos.

Intervención

Nuestra intervención se realizó a los sujetos inscritos en 2 períodos. Un primer período consistió en la realización de examen físico otorrinolaringológico, audiometría tonal y medición de molde para la confección de los protectores auditivos. En una segunda instancia se asistió a un ensayo o presentación musical de cada sujeto donde se les entregó el protector auditivo personalizado y el protector auditivo convencional. Cada sujeto usó por un lapso de 30 minutos cada protector tras lo cual contesta la encuesta de satisfacción auditiva musical antes presentada.

Protectores utilizados

- Protectores convencionales: tapón pre-moldeado de polímero, marca WRK y que cuentan con certificación de acuerdo al D.S.N N° 18, Art. 3 del Ministerio de Salud y de acuerdo a la norma chilena. Se optó por este tipo de protector estándar ya que es comúnmente utilizado en el ámbito laboral y es de fácil adquisición.

El protector auditivo <u>WRK reutilizable/ Dreve personalizado</u>	TA	A	I	D	TD
Me permite escuchar todos los otros instrumentos de la banda con calidad					
Me permite identificar el timbre de los otros instrumentos de la banda					
Me permite que perciba claramente los sonidos agudos					
Me permite que perciba claramente los sonidos graves					
Me permite que escuche la voz del vocalista con claridad					
Es cómodo					
La interferencia de este protector en mi aspecto físico/estético es nula					
Es fácil de ser colocado					
Usaría un protector como este durante todos mis ensayos					
Usaría un protector como este durante todo el tiempo de mis presentaciones					

Figura 1. Encuesta de satisfacción auditiva musical, obtenida de revista ORL brasileña 2010. Traducida al español por Dr. Cataldo. Consta de 10 preguntas de autopercepción con 5 respuestas posibles desde TA (totalmente de acuerdo) a TD (totalmente en desacuerdo). A cada respuesta se le asigna un puntaje desde 1 a 5 puntos. Puntaje total mínimo: 10 puntos, máximo: 50 puntos.

- Protectores personalizados de atenuación diferenciada (**Figura 2**): molde de silicona al cual se adosa el filtro auditivo. Este filtro es de origen alemán, marca DLXpro® y cumplen con la norma 89/686/EEC (Comunidad Económica Europea) la cual ha sido implementada con el 8º Reglamento en relación con el Equipo y a la Ley de Seguridad de Productos (8ª GPSGV) en la legislación nacional danesa.

Análisis de datos

Se obtuvieron los puntajes totales obtenidos en las encuestas tras el uso de ambos protectores auditivos, así como el puntaje obtenido en cada pregunta por separado. Dado que las mediciones se realizaron en el mismo grupo de participantes bajo dos condiciones distintas (uso de protector auditivo sin filtro de frecuencia y otro con filtro de frecuencia), se trató de muestras relacionadas o emparejadas, ya que cada sujeto actuó como su propio control. Por esta razón, para la evaluación de diferencias significativas se utilizó la prueba t de Student para muestras dependientes. Adicionalmente, se empleó la prueba de Wilcoxon para la asociación de variables no paramétricas. Se definió como significativo un error $\alpha < 0,05$. Se utilizaron los programas Stata 13 y JASP.

Resultados

Se inscribieron un total de 30 participantes, de los cuales 26 corresponden a hombres. La

edad en promedio fue de 29,7 años (rango 20-45 años), con 12,6 años en promedio siendo músico (rango de 4-33 años) y que en promedio dedicaban 4 horas semanales a tocar el instrumento (rango 1-20 horas). En cuanto al instrumento principalmente usado, el 50% era guitarra, 27% batería, 15% bajo y 8% teclado. Un 35% afirmó usar protección auditiva durante sus ensayos y conciertos, sin embargo, solamente un 25% lo hacía de forma consistente. El síntoma más frecuentemente presentado fue el tinnitus permanente o intermitente en el 50% de los sujetos. Cabe destacar que uno de los participantes presentaba hipoacusia y otorrea de forma intermitente y en el examen físico se evidenció perforación timpánica (otitis media crónica), se decidió incluir igualmente en el estudio ya que cumplía con los criterios de inclusión y el oído estaba seco hace varios meses.

En cuanto a las características audiométricas, pudimos observar que los PTP fueron normales (menor a 20 dB) en ambos oídos para 29 sujetos, excepto en el caso del paciente con otitis media crónica que registró PTP de 26 dB en el oído afectado. Al analizar las audiometrías se observó que 3 de los participantes cumplían con la curva característica de trauma acústico con caída en los 6 KHz (con PTP normal) sin tener esto una relación específica con edad del participante, tiempo de músico ni con las horas de ensayo semanales.

En cuanto a los resultados de las encuestas de satisfacción auditiva musical, vemos los puntajes obtenidos para el uso de cada pro-



Figura 2. Proceso de toma de molde de protector auditivo, material de silicona al que se adosa el filtro auditivo DLXpro® con filtro H.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 1. Promedios de respuestas obtenidas para cada ítem de la encuesta aplicada, comparando el desempeño entre el protector convencional y el protector con filtro de frecuencia. Se observa una tendencia general a puntuaciones más altas en el segundo grupo

Pregunta	Protector convencional	Protector con filtro de frecuencia
Pregunta 1	2,1	
Pregunta 2	2,6	
Pregunta 3	2,3	
Pregunta 4	3,4	
Pregunta 5	3,0	
Pregunta 6	3,0	
Pregunta 7	2,7	
Pregunta 8	3,3	
Pregunta 9	2,1	
Pregunta 10	1,8	
Puntaje total	26,3	

tector, el que en promedio fue de 26,3 puntos para el protector de atenuación lineal y de 43,8 puntos para el protector con filtro de frecuencia, resultado estadísticamente significativo. Así mismo, al desglosar por cada pregunta observamos que en el total de ellas la diferencia de puntaje obtenido para cada protector auditivo fue también estadísticamente significativa (Tabla 1).

Discusión

Nuestro estudio evidenció una diferencia significativa en los puntajes de satisfacción auditiva a favor del protector con filtro de frecuencia, lo que indica mayor confort y una experiencia sonora más natural. Las respuestas a las preguntas sobre intención de uso futuro sugieren una mayor adherencia a este tipo de protección. A diferencia de Santoni y Fiorini (2010)¹², que reportaron satisfacción general sin comparar tipos de protectores, nuestros resultados destacan los beneficios específicos del filtro de frecuencia, que atenúa el sonido de manera más uniforme, preservando la

fidelidad auditiva. Estos hallazgos adquieren significado al considerar la ganancia acústica del oído externo. Tanto el pabellón auricular como el conducto auditivo externo funcionan como filtros acústicos activos, destacando selectivamente ciertas frecuencias, especialmente en el rango de 2 a 5 kHz. Esta capacidad de realzar los sonidos en áreas específicas resulta fundamental para la precisa localización de la fuente sonora. La interferencia con este proceso natural, como se evidencia en el uso de tapones convencionales, puede distorsionar la percepción del sonido al atenuar los peak de resonancia del conducto auditivo y provocar un efecto de oclusión.

En contraposición, los protectores equipados con filtros de frecuencia buscan replicar una atenuación más equitativa, similar a la resonancia natural del oído externo, lo que permite el paso de frecuencias que son intensamente atenuadas por los tapones estándar. Esta disparidad en la capacidad de atenuación entre ambos tipos de protectores contribuye a mejorar la calidad auditiva y reducir la distorsión, asegurando una protección efectiva sin comprometer la fidelidad del sonido ambiental y musical.

Conclusión

La encuesta de satisfacción auditiva aplicada en nuestro estudio mostró diferencias en los resultados parciales y totales al aplicarla tras el uso de un protector auditivo convencional y otro con atenuación diferenciada de sonido. El uso de un protector auditivo con atenuación diferenciada podría ser utilizado en personas que se dedican a la música, así como en otras poblaciones con alto riesgo de daño auditivo inducido por ruido principalmente en la esfera laboral, con el objetivo final de prevenir la discapacidad auditiva prematura y el deterioro de la salud en general.

Bibliografía

1. Sataloff RT. Hearing loss in musicians. *Am J Otol.* 1991;12(2):122-127.
2. Mercado V, Testart A, Ferrer F, Vega P, Cavieres N, Carvajal O. Hábitos musicales de la juventud y

- daño auditivo / Musical habits in youth and hearing damage. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello*. 1993;53(3):113-117.
3. Maia JRF, Russo ICP. Estudo da audição de músicos de rock and roll. *Pró-Fono Rev Atual Cient*. 2008;20(1):49-54. doi: 10.1590/s0104-56872008000100009
 4. Di Stadio A, Dipietro L, Ricci G, Della Volpe A, Minni A, Greco A, de Vincentiis M, Ralli M. Hearing loss, tinnitus, hyperacusis, and diplacusis in professional musicians: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(10):2120. doi: 10.3390/ijerph15102120
 5. Størmer CC, Stenklev NC. Rockemusikk og hørselsskader [Rock music and hearing disorders]. *Tidsskr Nor Lægeforen*. 2007;127(7):874-877.
 6. Pouryaghoub G, Mehrdad R, Pourhosein S. Noise-induced hearing loss among profesional musicians. *J Occup Health*. 2017;59(1):33-37. doi: 10.1539/joh.16-0217-OA
 7. Pienkowski M. Loud music and leisure noise is a common cause of chronic hearing loss, tinnitus and hyperacusis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(8):4236. doi: 10.3390/ijerph18084236
 8. Alcalá Rueda I, Fajardo Ramos A, Fernández de Las Heras JA, Muñoz Salido P, Villacampa Aubá JM, Cubillos Del Toro L, Sánchez Barrueco Á, González Galán F, Cenjor Español C. Prevalence of hearing protection use and subjective auditory symptoms among Spanish classical orchestral musicians. *Acta Otorrinolaringol Esp (Engl Ed)*. 2023 Mar-Apr;74(2):79-84. doi: 10.1016/j.otoeng.2021.10.006.
 9. Laitinen H, Poulsen T. Questionnaire investigation of musicians' use of hearing protectors, self-reported hearing disorders, and their experience of their working environment. *Int J Audiol*. 2008;47(4):160-168. doi: 10.1080/14992020801886770
 10. Couth S, Loughran MT, Plack CJ, Moore DR, Munro KJ, Ginsborg J, Armitage CJ. Identifying barriers and facilitators of hearing protection use in early-career musicians: a basis for designing interventions to promote uptake and sustained use. *Int J Audiol*. 2022;61(6):463-472. doi: 10.1080/14992027.2021.1951852.
 11. Chesky K, Pair M, Yoshimura E. An acoustical analysis of the frequency-attenuation response of musician earplugs. *J Otol Rhinol*. 2015;3(1):127. doi:10.4172/2375-4427.1000127.
 12. Santoni CB, Fiorini AC. Músicos de pop-rock: avaliação da satisfação com protetores auditivos. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(4):454-461. doi: 10.1590/S1808-86942010000400009.