

# Musicoterapia y otorrinolaringología

## Music therapy and otorhinolaryngology

Kevin Alarcón P.<sup>1</sup>, Hayo Breinbauer K.<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Medicina. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Departamento de Otorrinolaringología, Unidad Occidente-Hospital San Juan de Dios, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Departamento de Neurociencia, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

<sup>4</sup>Departamento de Otorrinolaringología, Facultad de Medicina Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo. Santiago, Chile

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Recibido el 11 de julio de 2022. Aceptado el 23 de noviembre de 2022.

Correspondencia:  
Hayo Breinbauer K.  
Departamento de Neurociencia  
Facultad de Medicina,  
Universidad de Chile  
Independencia 1027,  
Independencia  
Santiago, Chile.  
Email: hbreinbauer@uchile.cl

### Resumen

La musicoterapia es el uso profesional, planificado y estructurado de la música como intervención terapéutica, con el objetivo de mejorar la salud y calidad de vida del paciente o el grupo intervenido. Esta herramienta se basa en la evidencia de efectos neuroplásticos, psicológicos y cognitivos de la música en las personas. En las últimas décadas se ha encontrado evidencia de múltiples beneficios de musicoterapia como tratamiento adyuvante en medicina, entre ellos se destacan: reducción del dolor en enfermedades crónicas, oncológicas, procedimientos quirúrgicos y trabajo de parto, disminución de síntomas depresivos y ansiosos en trastornos del ánimo y demencia, mejoría de la sincronización motora y perceptiva en enfermedad de Parkinson, entre otros. La otorrinolaringología se ha establecido, asimismo, como un nicho plausible para musicoterapia. Actualmente existen numerosas líneas de investigación que se han dedicado a generar evidencia científica en torno a musicoterapia y su utilidad en diversos campos de la especialidad; esta revisión pretende recopilar y analizar dicha evidencia. Los resultados obtenidos en los diferentes estudios sugieren, con evidencia de calidad baja a moderada, que existen beneficios significativos en la utilización de esta herramienta en el tratamiento multimodal de tinnitus, manejo del dolor y ansiedad en procedimientos médico-quirúrgicos, y en la rehabilitación de pacientes con hipoacusia e implantes cocleares. Si bien se ha encontrado que la música es una modalidad terapéutica segura, barata y con beneficios que parecen ser prometedores, se requieren más estudios clínicos de buena calidad y validez para recomendar el uso de musicoterapia en otorrinolaringología.

**Palabras clave:** Musicoterapia, tinnitus, dolor, hipoacusia, implantes cocleares.

### Abstract

*Music therapy is the professional, planned, and structured use of music as a therapeutic intervention, with the objective of improving the health and quality of life of the patient or the intervened group. This tool is based on the evidence of neuroplastic, psychological and cognitive effects of music in people. In the last decades there has been evidence of multiple benefits of music therapy as an adjuvant treatment in medicine, among them: reduction of pain in chronic diseases, oncology, surgical procedures and labor, reduction of depressive and anxious symptoms in mood disorders and dementia, improvement of motor and perceptual synchronization in Parkinson's disease, among others. Otorhinolaryngology has also been established as a plausible niche for music therapy. Currently there are numerous research lines that have been devoted to generate scientific evidence on music therapy and its usefulness in various fields of the specialty, this review aims to compile and analyze such evidence. The results obtained in the different studies suggest, with low to moderate quality evidence, that there are significant benefits in the use of this tool in the multimodal treatment of tinnitus, pain and anxiety management in medical-surgical procedures, and in the rehabilitation of patients with hypoacusis and cochlear implants. Even though music has been found to be a safe and inexpensive therapeutic modality with benefits that appear to be promising, more clinical studies of good quality and validity are required to recommend the use of music therapy in otorhinolaryngology.*

**Keywords:** Music therapy, tinnitus, pain, hearing loss, cochlear implants.

## Introducción

Desde tiempos inmemoriales, la composición, apreciación y goce de la música ha acompañado el surgimiento, desarrollo, caída y/o permanencia de prácticamente todas las culturas. Se puede establecer casi sin lugar a duda que un estímulo musical es capaz de producir cambios emocionales, anímicos y mentales en las personas, lo que se constituye como una experiencia universal<sup>1</sup>.

Los registros más antiguos del uso terapéutico de la música datan del antiguo Egipto, descritos en los papiros Ebers (1550 A.C.) como parte de un tratado de medicina y farmacopea. En éstos se describe la utilización de la música como un recurso terapéutico capaz de purificar y sanar las enfermedades del cuerpo, la mente, el alma e, incluso, mejorar la fertilidad<sup>2</sup>.

A lo largo de la historia, la terapia musical ha adquirido una perspectiva cada vez más científica, lo que se ha evidenciado en la publicación de tratados como “La influencia de la música en la salud y la vida” (Chomet, 1846) y el “Tratado de musicoterapia” de Thayer (1989), así como diversos estudios y revistas científicas dedicadas a generar y recolectar evidencia en torno a musicoterapia.

Actualmente, la Federación Mundial de Musicoterapia (WFMT) define musicoterapia como “el uso profesional de la música y sus elementos como intervención en el ámbito médico, educativo y cotidiano con individuos, grupos, familias o comunidades, que buscan optimizar su calidad de vida y mejorar su salud y bienestar físico, social, comunicativo, emocional, intelectual y espiritual”<sup>3</sup> La musicoterapia es una intervención integral que actúa a nivel individual, interpersonal, social y comunitario, y usualmente en sus actividades se incluyen escuchar, cantar, bailar o interpretar música con instrumentos, componer canciones, realizar ejercicios de música, relajación y discusiones líricas grupales<sup>3</sup>

Existen varios estudios que han evidenciado la ocurrencia de cambios neuroplásticos, psicológicos y cognitivos en respuesta a la música<sup>4-6</sup>, así como otros que han demostrado beneficios del uso de musicoterapia en la salud<sup>7,8</sup>.

Dada la dedicación de la otorrinolaringología al estudio de la audición, es paradójica y

lamentable la escasez de evidencia con relación a musicoterapia en nuestra especialidad. No obstante, los reportes de las diversas líneas de investigación en curso son alentadores y abrirán las puertas a nuevos ensayos clínicos y aplicaciones terapéuticas de esta intervención en nuestro campo a futuro.

El objetivo de esta revisión es recopilar y analizar dicha evidencia disponible actualmente, acerca de musicoterapia y su utilidad en la práctica médica otorrinolaringológica.

## Musicoterapia en medicina

Se han estudiado numerosas aplicaciones de musicoterapia en medicina, principalmente, como terapia adyuvante a tratamientos biomédicos tradicionales.

Uno de los efectos más estudiados de musicoterapia ha sido la reducción en el dolor y la ansiedad asociado a enfermedades crónicas, cáncer, procedimientos quirúrgicos y otros como el trabajo de parto. Un metaanálisis publicado por Lee JH.<sup>8</sup> en 2016, en el *Journal of Music Therapy*, que incluyó 97 ensayos controlados aleatorizados publicados entre 1995 y 2014, demostró que musicoterapia tuvo efectos estadísticamente significativos en reducción del dolor en escala 0-10 (diferencia de medias (DM) = -1,13 [IC95% = -1,44, -0,82]; p < 0,00001), distrés emocional por dolor (DM = -10,83 [IC95% = -17,12, -4,53]; p = 0,0008), uso de anestésicos (diferencia de medias estandarizada (DME) = -0,56 [IC95% = -0,88, -0,25]; p = 0,0005), analgésicos opioides (DME = -0,24 [IC95% = -0,34, -0,14]; p < 0,00001) y no-opioides (DME = -0,54 [IC95% = -0,78, -0,29]; p < 0,0001), frecuencia cardíaca (DM = -4,25 [IC95% = -5,92, -2,59]; p < 0,00001), presión arterial sistólica (DM = -3,34 [IC95% = -5,23, -1,45] p = 0,0005) y diastólica (DM = -1,18 [IC95% = -2,30, -0,07]; p = 0,04), entre otros beneficios.

Otro campo en el que la musicoterapia ha demostrado rendimiento es el manejo de trastornos del ánimo. Una revisión sistemática publicada en la base de datos Cochrane evaluó los efectos de musicoterapia para pacientes con diagnóstico de depresión de cualquier edad (n = 421), comparada con tratamiento psicológico y farmacológico habitual. Los

resultados mostraron evidencia de calidad moderada para grandes efectos beneficiosos de musicoterapia más tratamiento habitual por sobre tratamiento habitual solo, tanto para síntomas depresivos evaluados por el clínico (DME = -0,98 [IC95% -1,69, -0,27]; n = 219), como para los síntomas depresivos reportados por pacientes (DME = -0,85 [IC95% = -1,37, -0,34]; n = 142), sin asociarse a más efectos adversos que el tratamiento habitual<sup>6</sup>.

Se han explorado también los efectos de musicoterapia en el tratamiento de demencias, en este tópico, una revisión Cochrane publicada en 2018 que incluyó 22 estudios con 1.097 pacientes aleatorizados, demostró que la intervención podría mejorar el bienestar emocional y la calidad de vida (DME = 0,32 [IC95% = 0,02, 0,62]; n = 348), reducir la ansiedad (DME = -0,43 [IC95% = -0,72, -0,14]; n = 478), síntomas depresivos (DME = -0,27 [IC95% = -0,45, -0,09]; n = 503) y problemas conductuales (DME = -0,23 [IC95% = -0,46, -0,01]; n = 442), no obstante, no hubieron efectos significativos en cognición, agitación o agresividad y la evidencia resultó ser de calidad baja a moderada<sup>9</sup>.

Otras enfermedades neurodegenerativas como la Enfermedad de Parkinson (EP) también han demostrado ser un nicho factible para el uso de musicoterapia. Una revisión publicada por Ashoori et al.<sup>10</sup> en *Frontiers in Neurology*, en 2015, evaluó los efectos de una intervención relacionada a la musicoterapia denominada “estimulación auditiva rítmica” (RAS, por su sigla en inglés), una estrategia segura, barata y eficaz que se basa en la administración de un estímulo sonoro rítmico o musical pulsado con el objetivo de mejorar la marcha o los aspectos del movimiento relacionados a ella en pacientes con diagnóstico de EP. Los resultados de un estudio incluido en esta revisión, publicado por Benoit et al.<sup>11</sup> en 2014, mostraron que el entrenamiento de la marcha con RAS mejoró de forma significativa y duradera múltiples déficits de la EP en 15 pacientes sin demencia con diagnóstico de EP idiopática. En la marcha, los pacientes entrenados con RAS mostraron un aumento significativo en la velocidad de la marcha y la longitud de la zancada durante el entrenamiento, beneficio que perduró durante un mes luego de la intervención. En el dominio de la sincronización motora y perceptiva,

evaluada sistemáticamente a través de un test denominado “Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor and Timing Abilities”<sup>21,22</sup> (BAASTA), RAS mostró una reducción inmediata del 73% al 67% (pre y post entrenamiento) de los déficits de sincronización, y a un 40% luego de un mes de entrenamiento con 3 sesiones semanales de RAS<sup>11</sup>. Cabe destacar que estos beneficios se mantuvieron en los pacientes incluso sin una guía auditiva constante.

Dentro de la evidencia científica que apoya el uso de musicoterapia en medicina, existen actualmente múltiples líneas de investigación activas que se han dedicado a estudiar las posibles aplicaciones de herramienta en el campo de la otorrinolaringología. Diversos protocolos de musicoterapia se han aplicado logrando resultados bastante prometedores en tinnitus<sup>13-16</sup>, rehabilitación auditiva<sup>4,17</sup>, manejo del dolor y ansiedad en procedimientos<sup>18-20</sup>, entre otros. A continuación, se exponen algunos de estos resultados.

### Musicoterapia en el tratamiento de tinnitus

El tinnitus, definido como “la percepción consciente de un sonido en ausencia de un estímulo auditivo externo”, es uno de los síntomas otológicos más prevalentes y un motivo de consulta frecuente en otorrinolaringología. Una revisión sistemática publicada en 2016 por McCormack et al.<sup>21</sup> reportó una prevalencia estimada de 11,9% a 30,3% en la población general, mayor en el sexo masculino y en personas mayores. Existen múltiples clasificaciones para este síntoma, entre las que se encuentran la clasificación en agudo o crónico (duración menor o mayor a 6 meses), primario (idiopático, asociado o no a hipoaacusia sensorioneural) o secundario (asociado a una causa específica subyacente), objetivo o subjetivo, entre otras.

Tradicionalmente, el manejo del tinnitus crónico primario se ha concentrado en estrategias con evidencia moderada a débil, tales como consejería, terapia cognitivo-conductual y diversos formatos de terapia acústica, orientadas en habituar al paciente al síntoma y disminuir su impacto en la calidad de vida<sup>22</sup>. Actualmente no existe un tratamiento farma-

cológico específico con eficacia probada para el manejo del tinnitus crónico<sup>22</sup>.

En este contexto, surgió durante 2004, en la Universidad de Heidelberg en Alemania, una novedosa alternativa para el tratamiento del tinnitus, el “modelo Heidelberg de neuro-musicoterapia”. Las actividades asociadas a este modelo consisten en entrenamiento de resonancia con ejercicios vocales y autopercepción vibratoria, entrenamiento individualizado de entonación en distintos intervalos en el rango de frecuencia del tinnitus, y reacondicionamiento con técnicas de musicoterapia receptiva basadas en la integración intermitente del sonido del tinnitus en una pista de música de fondo<sup>14,23</sup>.

Un estudio piloto realizado en 2013 por Grapp et al.<sup>13</sup> estimó el rendimiento de diez sesiones de 50 minutos de musicoterapia tipo Heidelberg a corto plazo en pacientes con tinnitus de inicio reciente de menos de 3 meses de duración y con mala respuesta a tratamiento farmacológico y no farmacológico convencional. El efecto de la intervención fue medido a través del “*Tinnitus Questionnaire*” (TQ) desarrollado por Hiller y Goebel (1994), que evalúa parámetros como el distrés cognitivo y emocional, dificultades en la percepción auditiva, trastornos del sueño, entre otros. Se registró el TQ basal, al inicio y al término del tratamiento y se calculó un Índice de Cambio Fiable (ICF) según el método de Jacobson y Truax (1991), que mostró una reducción fiable de un 73,3% del puntaje TQ individual.

Una evidencia de mayor calidad fue publicada por Argstatter et al.<sup>14</sup> en 2015. Se realizó un ensayo clínico controlado pseudo-aleatorizado y evaluó la utilidad de consejería individualizada combinada con un protocolo de neuro-musicoterapia estandarizada en el modelo Heidelberg, aplicada en ocho sesiones de 50 minutos durante 5 días consecutivos, comparada con sesiones de 50 minutos de consejería individualizada aplicadas a un grupo control. La valoración del TQ pre y post-tratamiento demostró una mejora de un 33% en el grupo control, mientras que en el grupo experimental se logró una mejora del TQ en el 66%. Una regresión logística binaria reveló dos variables que influyen significativamente en el *outcome* de los pacientes, el puntaje TQ inicial y el tipo de terapia, y calculó un odds

ratio (OR) de 4,34 (IC95% = 2,33, 8,09) para musicoterapia más consejería comparada con consejería sola<sup>14</sup>.

Otro ensayo clínico aleatorizado, controlado, doble ciego, publicado en 2021 por Atipas et al.<sup>15</sup>, utilizó una modalidad de musicoterapia denominada “*notched music therapy*” (musicoterapia con muescas). Esta variante de musicoterapia consiste en la utilización de un software capaz de reproducir “música con muescas”, creada a partir de una pista musical en la que se silencia un espectro de frecuencia de una octava centrada en la frecuencia del tinnitus del individuo. El estudio incluyó a 104 pacientes tailandeses con tinnitus crónico, los distribuyó en dos grupos: un grupo de tratamiento asignado a escuchar música con muescas creada a medida, y un grupo de control asignado a escuchar música normal. Luego, cada paciente fue evaluado a los 1, 3 y 6 meses con “*Tinnitus Handicap Inventory*” (THI), cuestionario desarrollado por Newman et al. (1996) que mide el grado de discapacidad generada por el tinnitus, y Escala Visual Análoga (EVA). Los resultados no mostraron diferencias significativas entre el grupo de tratamiento y grupo control. Entre las limitaciones del trabajo, sin embargo, se reportó una pérdida importante de datos por inasistencia parcial o total a las sesiones de seguimiento por parte de los participantes, lo que se podría postular como una de las razones por las que no se logró establecer diferencias significativas entre ambos grupos.

Un artículo publicado en 2020 en *Frontiers in Neurology* por Feng et al.<sup>16</sup> presentó la eficacia de un tratamiento integrador de musicoterapia combinada con terapia cognitivo-conductual (TCC). El estudio recogió a tres grupos de pacientes con tinnitus crónico tratados con musicoterapia, terapia cognitivo-conductual o musicoterapia más TCC; con el objetivo de evaluar cambios conductuales y neuronales asociados a cada modalidad de tratamiento. Las mediciones se obtuvieron a través de cuestionarios subjetivos (THI y SAS) y de registro electroencefalográfico (EEG) en reposo. Por una parte, el análisis estadístico de los resultados del THI encontró una mejora significativa luego de 3 meses de tratamiento para el grupo de musicoterapia más TCC (DM = 16,182 [IC95% = 11,907, 20,456]; error estándar (EE) = 2,131; p < 0,001) y el grupo

de TCC sola (DM = 9,833 [IC95% = 4,046 15,621]; EE = 2,885;  $p = 0,001$ ), mientras que no se pudieron encontrar diferencias significativas en el grupo tratado con musicoterapia sola (DM = 3,273 [IC95% = -1,002, 7,547]; EE = 2,885;  $p = 0,131$ ). Por otra parte, los datos del EEG mostraron un aumento significativo de las potencias en la banda alfa (DM = -4,84; EE = 0,72;  $p = 0,001$ ) y theta (DM = -3,23; EE = 0,77;  $p = 0,001$ ) en el grupo de musicoterapia más TCC y un aumento significativo de la potencia gamma para el grupo de TCC sola theta (DM = -5,23; EE = 1,95;  $p < 0,01$ ), sin embargo, nuevamente no se encontraron diferencias significativas para musicoterapia sola.

Un análisis ulterior de la localización del origen de los cambios en el trazado EEG reveló que las fuentes primarias de los cambios de las ondas alfa y theta en el grupo tratado con musicoterapia más TCC se encontraban en las regiones cerebrales del procesamiento auditivo (giro temporal superior) y en centros superiores del procesamiento emocional y cognitivo (corteza prefrontal ventromedial [vmPFC], corteza prefrontal lateral y giro parahipocampal)<sup>16</sup>. En este contexto, varios estudios en pacientes con tinnitus han encontrado anomalías estructurales<sup>24,25</sup> y funcionales<sup>26</sup> en vmPFC, así como correlación positiva entre la actividad alfa en esta región y los síntomas de estrés asociado a tinnitus<sup>27</sup>. Los resultados y la evidencia previa sugieren que musicoterapia combinada con TCC es eficaz en mejorar los síntomas del tinnitus, interviniendo a nivel conductual y neural<sup>16</sup>.

### Terapia de restablecimiento acústico coordinado (TRAC)

Desde la década de 2010 se ha estado desarrollando un tratamiento novel para tinnitus, basado en los principios de neuromodulación y neuroplasticidad, que pretende incidir en las hipotéticas causas neurológicas subyacentes del tinnitus; esta modalidad se ha denominado “*terapia de restablecimiento acústico coordinado*” (TRAC). TRAC asume que en tinnitus existe una hipersincronización de redes de la corteza auditiva en regiones donde se codifique sonidos cercanos a la frecuencia de un tinnitus tonal, y su acción terapéutica

consistiría básicamente en la administración periódica aleatoria de cuatro tonos puros de baja intensidad administradas varias horas al día durante varias semanas, cuyas frecuencias son calculadas en torno a la frecuencia tonal del tinnitus principal del paciente (dos tonos más bajos y dos tonos más altos, cuya “distancia tonal” del tinnitus pretende activar mecanismos de inhibición lateral para “desincronizar” las regiones hipersincrónicas)<sup>28</sup>.

Una revisión sistemática publicada por Wegger et al.<sup>29</sup> en *Frontiers in Neurology* durante 2017, realizada con el propósito de recopilar y evaluar la evidencia disponible sobre TRAC como herramienta terapéutica para tinnitus, mostró que esta intervención es segura, bien tolerada y es capaz de reducir significativamente los síntomas de tinnitus en la mayoría de los pacientes. Pese a todo, la revisión concluyó que la evidencia disponible aún no es suficiente para fundamentar la aplicación clínica de TRAC.

En suma, varios estudios demuestran la eficacia de musicoterapia en el tratamiento de tinnitus, fundamentada en que esta intervención favorece la filtración de la información auditiva irrelevante, la concentración en los estímulos acústicos importantes y un mejor control de la atención auditiva<sup>13-16,30</sup>, además, se describe una modulación de la actividad neural de regiones cerebrales relacionadas con el procesamiento auditivo, emocional y cognitivo que se ven alteradas en pacientes con tinnitus<sup>16,24-27</sup>. Sin embargo, se requieren aún más estudios y evidencia de mayor nivel para recomendar el uso rutinario de musicoterapia en el manejo de tinnitus.

### Musicoterapia en el manejo de dolor y ansiedad en procedimientos

Es de conocimiento general la asociación entre dolor y procedimientos quirúrgicos, y el área de la otorrinolaringología (ORL) no escapa de esta sentencia. Un estudio de cohorte realizado en 2009 por Sommer et al.<sup>31</sup> estimó que más de un 50% de los pacientes que se sometieron a cirugía de la cavidad oral, faríngea, laríngea, cervical y las glándulas salivales presentaban dolor inaceptable, definido como una puntuación en EVA superior a 40 mm (de

100 mm), en el primer día postoperatorio. En los pacientes sometidos a cirugía de la región orofaríngea, la puntuación en EVA se mantuvo elevada en los cuatro días postoperatorios. Es en este contexto que surge la oportunidad de agregar estrategias adyuvantes, tales como musicoterapia, a la analgesia tradicional para el manejo del dolor y la ansiedad asociados a procedimientos quirúrgicos en ORL.

El primer estudio que intentó valorar los efectos de musicoterapia en el contexto de procedimientos en ORL fue publicado por Tse et al.<sup>20</sup> en 2005. Este estudio incluyó a 57 pacientes que se someterían a cirugía nasal, fueron asignados de forma no selectiva a un grupo experimental (n = 27) que recibió música intermitente durante las primeras 24 horas del período postoperatorio; y un grupo control (n = 30) que recibió cuidados estándar. No hubo diferencias significativas en las características clínicas o demográficas de ambos grupos. Los resultados mostraron una reducción significativa en la intensidad del dolor medida por Escala Verbal Simple (EVS) en el grupo experimental comparado con el grupo control a los 30 minutos postoperatorio ( $3,04 \pm 0,36$  y  $4,73 \pm 0,47$ ;  $p < 0,01$ ), 4 horas ( $2,48 \pm 0,37$  y  $5,63 \pm 0,31$ ;  $p < 0,001$ ), a las 8:00 am del día siguiente ( $1,37 \pm 0,29$  y  $4,83 \pm 0,31$ ;  $p < 0,001$ ) y a las 12:00 del mediodía ( $1,04 \pm 0,28$  y  $4,07 \pm 0,33$ ;  $p < 0,001$ ). Se registraron además diferencias significativas con un patrón similar al anterior en presión arterial sistólica y frecuencia cardíaca. Adicionalmente, se constató un significativo menor consumo de analgésicos orales en el grupo experimental que en el grupo control ( $p < 0,01$ ).

Un ensayo clínico controlado, aleatorizado, conducido por Gokçek y Kaidu<sup>32</sup> en 2018, incluyó a 120 pacientes (18-70 años) sometidos a septorinoplastia bajo anestesia general estándar en un período de 2 meses, se excluyeron pacientes con indicación de cirugía de emergencia o discapacidad auditiva o cognitiva. Los pacientes fueron divididos al azar en dos grupos: un grupo de música (música durante la cirugía) y un grupo control (sin música durante la cirugía), sin diferencias estadísticamente significativas en términos demográficos, de anestesia o duración de la cirugía ( $p > 0,05$ ). Los resultados mostraron que, en el grupo de música, el nivel de dolor

postoperatorio promedio, medido por EVA, fue significativamente menor que en el grupo control ( $2,73 \pm 1,28$  y  $3,61 \pm 1,40$ ;  $p < 0,001$ ), requiriendo menores dosis de analgésicos.

Una experiencia en Chile exploró también los beneficios de musicoterapia adyuvante en procedimientos ORL. Durante 2018, Ortega A. y otros miembros del Departamento de Otorrinolaringología del Hospital San Juan de Dios<sup>18</sup>, publicaron un ensayo clínico controlado, aleatorizado, en el que se reclutó a 36 pacientes del Hospital San Juan de Dios con fractura nasal desplazada con necesidad de reducción y fueron asignados al azar a un grupo musical (n = 17) y un grupo control (n = 19). Los criterios de inclusión fueron pacientes mayores de 18 años, con 7 a 15 días entre el trauma inicial y la reducción de la fractura. Se excluyeron pacientes con antecedentes de hipoacusia o uso de audífonos, ansiedad o trastornos del ánimo, en tratamiento con ansiolíticos o beta-bloqueadores el día de la intervención, con otras fracturas concomitantes y/o contraindicaciones para el uso de anestésicos locales. Se realizó una reducción cerrada protocolizada de la fractura nasal con anestesia local a todos los pacientes, pero el grupo musical escuchó música a través de auriculares en los períodos pre, intra y postoperatorio. Se registró la presión arterial y frecuencia cardíaca en cuatro tiempos: previo al procedimiento, al tiempo de la administración de la anestesia local, al tiempo de la reducción de la fractura y a los 15 minutos del procedimiento. También se aplicó la encuesta de ansiedad "State-Trait Anxiety Inventory" (STAI) y se midió la percepción del dolor por EVA en 3 tiempos: antes del procedimiento, inmediatamente después del procedimiento y a la primera semana de seguimiento. Los resultados mostraron que el grupo musical presentó niveles significativamente menores de presión arterial sistólica ( $p = 0,0001$ ), ansiedad ( $p < 0,0001$ ) y dolor ( $p = 0,0004$ ), que el grupo control.

Otro ensayo clínico aleatorizado, publicado por Gogoularadja y Bakshi<sup>19</sup> en 2020, fue llevado a cabo con el objetivo de evaluar la eficacia de musicoterapia en el manejo del dolor y la ansiedad en cirugía nasal septal. El estudio reclutó a 59 pacientes que serían sometidos a cirugía del tabique nasal. A continuación, se distribuyeron al azar en dos grupos: un grupo

control (n = 30) sometido a cuidados postoperatorios estándar, y un grupo experimental (n = 29) sometido a cuidados postoperatorios estándar combinados con dos sesiones diarias de 30 minutos de musicoterapia (con música de su elección). Se midió el grado de ansiedad según la escala “*General Anxiety Disorder-7*” (GAD-7) y el dolor según EVA antes del procedimiento y diariamente hasta el segundo día postoperatorio. El grupo sometido a musicoterapia, en comparación con el grupo control, exhibió una reducción estadísticamente significativa de la ansiedad por GAD-7 pre ( $3,14 \pm 1,71$  y  $6,73 \pm 2,32$ ;  $p < 0,0001$ ) y postoperatorio ( $2,86 \pm 2,33$  y  $8,93 \pm 2,20$ ;  $p < 0,0001$ ), así como una disminución significativa del dolor por EVA postoperatorio a partir del día 0 ( $3,03 \pm 1,35$  y  $6,67 \pm 1,40$ ;  $p < 0,001$ ), beneficio que se mantuvo hasta el segundo día postoperatorio ( $0,79 \pm 0,74$  y  $4,67 \pm 0,85$ ;  $p < 0,001$ ).

Se puede concluir, a partir de los estudios adjuntos, que existe evidencia de que musicoterapia es una herramienta asequible, segura y eficaz en el control de la ansiedad y dolor ligados a los procedimientos ORL, probablemente a través de una modulación a nivel central de la dimensión emocional-afectiva de los síntomas<sup>18</sup>. Se requieren más ensayos clínicos para efectuar una recomendación fuerte para el uso de musicoterapia en este contexto, no obstante, dada su factibilidad, seguridad y bajo costo, se estima que esta modalidad debería considerarse como un tratamiento complementario para el manejo del dolor y la ansiedad en procedimientos médicos incómodos y dolorosos, en especial aquellos realizados bajo anestesia local.

### Musicoterapia en la rehabilitación de pacientes con hipoacusia y usuarios de implantes cocleares

La hipoacusia, definida como la incapacidad total o parcial para escuchar sonidos de intensidad mayor o igual a 20 decibeles (dB) en uno o ambos oídos, es el defecto sensorial más prevalente. Según hallazgos del “*Global Burden of Disease Study 2019*” (GBD)<sup>33</sup>, alrededor de un 19,3% (IC95% = 18,5; 20,0) de la población mundial (1571,3 millones) vive actualmente con hipoacusia y aproximadamente un 5,1% (IC95% = 4,5; 5,6) padecen hipoacusia incapa-

citante, definida como la pérdida de audición superior a 35 dB en el mejor oído. Más aún, la hipoacusia se asocia a una serie de problemas tales como mala calidad de vida, pobre socialización, interdependencia, comunicación y relaciones interpersonales<sup>34</sup>.

Actualmente, a pesar de las múltiples intervenciones incluidas en la rehabilitación auditiva, existen diversas áreas en déficit, particularmente en términos de mejoras en discriminación, adaptación a espacios con ruidos y goce de estímulos sonoros distintos a lenguaje humano, lo que abre un espacio a la implementación de nuevas estrategias terapéuticas que apoyen el efecto del manejo clínico tradicional, siendo musicoterapia una de las más exploradas durante las últimas décadas.

En 2015, Hutter et al.<sup>35</sup> publicaron un estudio piloto realizado con el objetivo de probar los efectos de entrenamiento con musicoterapia en la percepción auditiva musical de usuarios adultos de implantes cocleares (IC). El estudio reclutó a 19 pacientes adultos usuarios de IC, que asistieron a diez sesiones de 50 minutos de musicoterapia, individualizadas tomando en cuenta las necesidades y problemas individuales de cada uno, adicionadas a sus cuidados usuales de rehabilitación. Se aplicaron pruebas subjetivas psicológicas (“*Hearing Implant Sound Quality Index*” [HIS-QI] y “*Multidimensional Self-Concept Scale*” [MSCS]) y musicales (discriminación de tonos, reconocimiento de melodías e identificación de timbres) antes y al final de la intervención. Se pudieron recolectar los datos completos de 12 de los 19 pacientes. Los resultados mostraron una mejora estadísticamente significativa en la calidad en la percepción del sonido por HISQI (media [X] =  $77,3 \pm 35,2$  antes de la intervención frente a  $X = 123,1 \pm 40,4$  después de la intervención;  $p < 0,001$ ). En las pruebas musicales, el grupo de estudio exhibió una mejora significativa en el reconocimiento de melodías ( $p < 0,018$ ) y la identificación de timbres ( $p = 0,004$ ) posterior al tratamiento, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la prueba de discriminación de tonos ( $p = 0,270$ ).

Otro estudio piloto publicado por de Lima et al.<sup>36</sup>, realizado con una metodología similar al anterior, encontró mejoras significativas ( $p < 0,01$ ) en distintos dominios de la percep-

ción auditiva musical (contorno melódico, intervalos, escalas, ritmo y métrica) en 11 pacientes adultos usuarios de IC que se sometieron a sesiones de musicoterapia semanales.

Se ha intentado indagar, también, en las utilidades de musicoterapia en la percepción del habla. Un estudio publicado por Dubinsky et al.<sup>37</sup> en *Frontiers in Neuroscience*, investigó los efectos de un entrenamiento musical coral en el procesamiento auditivo de adultos mayores con presbiacusia, particularmente en la “percepción del habla en ruido”. La percepción del habla en ruido es una habilidad auditiva que depende de múltiples factores, que implica una compleja interacción entre procesos sensoriales y cognitivos, y que permite al oyente concentrarse y distinguir la voz de un hablante objetivo de otros sonidos menos relevantes<sup>38</sup>. En este estudio, un grupo asignado a un entrenamiento coral y un grupo control de similares características demográficas y audiométricas, fueron sometidos a pruebas subjetivas (cuestionarios) y electroencefalográficas. El grupo experimental exhibió mejoras en la percepción del habla en ruido, resultado que se correlacionó de forma positiva con la intensidad de los estímulos del habla representados en el electroencefalograma.

Aún faltan ensayos clínicos controlados aleatorizados a gran escala que evalúen los efectos de las intervenciones musicales en las habilidades del lenguaje y el habla en pacientes adultos y pediátricos con deficiencias auditivas e IC, sin embargo, la evidencia actual sugiere la existencia de un beneficio en el uso de musicoterapia en este campo y dará paso a la búsqueda de nuevas estrategias para su aplicación.

### Presbiacusia y entrenamiento musical

La presbiacusia es una condición frecuente en personas mayores, relacionada con procesos neurodegenerativos a nivel de las células ciliadas cocleares, nervio auditivo y neuronas de la vía auditiva central<sup>39</sup>, que consiste en hipoacusia neurosensorial bilateral de tonos agudos y dificultades en la comprensión del habla, mayores en presencia de ruido de fondo o reverberación<sup>40</sup>.

Más allá de la presbiacusia, se ha demostrado que personas de edad avanzada sin

pérdida auditiva presentan alteraciones de la percepción musical tónica, rítmica y métrica<sup>41,42</sup>. Las personas mayores con presbiacusia tienen alteraciones similares que pueden, por ende, atribuirse al envejecimiento normal y a los cambios neuro-otológicos producidos por la presbiacusia en sí misma. Un estudio nacional publicado por Moreno-Gómez y cols. en 2017<sup>43</sup>, demostró que la presbiacusia es una condición que agrava significativamente las alteraciones de la percepción musical asociadas al envejecimiento. Notablemente, este mismo estudio evidenció que el antecedente de haber recibido entrenamiento musical durante la vida es un factor protector que atenúa las alteraciones melódicas y rítmicas de la discriminación musical observadas en personas mayores con o sin presbiacusia ( $p = 0,0039$ ), los beneficios se obtuvieron desde un año de entrenamiento musical en adelante y persistieron durante la vida.

Otro estudio realizado en personas mayores de 65 años demostró que los individuos que habían recibido entre 4 y 14 años de entrenamiento musical antes de los 25 años exhibieron una mayor velocidad en las respuestas auditivas evocadas de tronco encefálico, con latencias menores ante estímulos auditivos complejos, presuntamente por cambios neuroplásticos inducidos por el entrenamiento musical que son capaces de perdurar por más de 40 años de suspendido el entrenamiento<sup>44</sup>. La neuroplasticidad del sistema auditivo que acompaña a las mejoras de la percepción acústica y musical anteriormente descritas daría cuenta, en parte, del aumento en la reserva cognitiva encontrado en adultos mayores con antecedentes de entrenamiento musical durante la vida<sup>45</sup>.

Los cambios neuroplásticos asociados al entrenamiento musical podrían explicar por qué hay individuos capaces de percibir y evocar sensaciones musicales en ausencia de estímulos auditivos externos. Un estudio nacional realizado por Goycoolea y cols.<sup>46</sup> evaluó a un grupo de 100 músicos y 150 otorrinolaringólogos (132 no-músicos), buscando localizar el sustrato neurobiológico de las sensaciones musicales espontáneas utilizando *single photon emission computed tomography* (SPECT). Los resultados mostraron que el 97% de los músicos tuvo sensaciones musicales espontáneas y el 100% pudo evocarlas y modificarlas voluntariamente.

te. Entre los 132 no-músicos, un 43,9% no tuvo sensaciones musicales espontáneas y no pudo evocarlas. La evaluación con Neuro-SPECT durante la evocación voluntaria de sensaciones musicales mostró un incremento significativo ( $> 2$  DE) en la activación de la corteza frontal ejecutiva, corteza visual secundaria y corteza paracingulada. Esta evidencia sugiere que el entrenamiento musical otorga un grado de imaginación mental que podría influir en la función auditiva.

El entrenamiento musical no ha demostrado proteger contra el deterioro de los umbrales auditivos asociado al envejecimiento, el patrón audiométrico es comparable entre personas mayores músicas y no-músicas. No obstante, los individuos musicalmente entrenados muestran un mejor rendimiento en comparación con sus coetáneos no-músicos en tareas auditivas como la detección de voz en ruido e identificación de tonos armónicos desafinados<sup>47</sup>.

Si bien el entrenamiento musical no equivale a musicoterapia, los hallazgos sugieren que esta modalidad terapéutica podría tener beneficios comparables en la prevención y tratamiento de alteraciones de la percepción musical asociadas al envejecimiento. En 2021, Grenier et al.<sup>17</sup> realizaron una revisión de la literatura con el objetivo de evaluar el impacto de la musicoterapia en rehabilitación audiológica de personas mayores. Los hallazgos del estudio incluyeron mejoras globales en la comunicación, habilidades cognitivas, participación social, postura y balance, sin embargo, diferencias en los tipos de musicoterapia aplicada y los *outcomes* medidos fueron limitantes que dificultaron la comparación entre estudios.

Curiosamente, la musicoterapia en músicos es un campo que aún no se ha explorado profundamente en la literatura, solo existe un estudio de caso publicado en 1987<sup>48</sup> que describe el uso de una terapia multimodal con psicoterapia musical, *biofeedback*, desensibilización sistemática y terapia de reestructuración cognitiva en una cellista profesional con síntomas de ansiedad por el rendimiento, siendo exitosa en mejorar la calidad del desempeño en el escenario. A pesar de la escasez de evidencia, no se descarta que los musicoterapeutas, desde su propio entrenamiento especializado, podrían disponer del entendimiento necesario para

desarrollar una forma única de tratamiento para artistas con problemas en el desempeño musical.

## Conclusión

Para esta revisión se ha intentado recolectar y discutir parte de la evidencia más relevante disponible en torno al uso de musicoterapia en otorrinolaringología al año 2022. Los resultados de los distintos estudios han mostrado beneficios significativos en múltiples áreas atingentes a la especialidad, tales como: intensidad del tinnitus, estrés emocional, alteraciones del sueño y grado de discapacidad asociada al síntoma; dolor, ansiedad y alteraciones de los signos vitales asociadas a procedimientos ORL; percepción auditiva musical y del habla en rehabilitación de pacientes con hipoacusia y usuarios de implantes cocleares; rehabilitación audiológica y prevención de disfunciones auditivas en personas mayores con o sin presbiacusia; a la par de diversos cambios electroencefalográficos en regiones cerebrales del procesamiento auditivo.

Las experiencias futuras de musicoterapia en ORL deberían incluir ensayos clínicos aleatorizados con criterios de inclusión y exclusión estrictos, así como metodologías y técnicas de análisis estadístico de calidad. Todo esto permitirá el surgimiento a futuro de una aplicación validada internacionalmente de esta modalidad terapéutica en la práctica otorrinolaringológica.

## Bibliografía

1. Díaz JL. Música, lenguaje y emoción: una aproximación cerebral. *Salud Mental*. 2010;33(6):543-551.
2. Thaut MH. *Music as Therapy in Early History*. Vol 217. 1st ed. Elsevier B.V.; 2015. doi: 10.1016/bs.pbr.2014.11.025
3. World Federation of Music Therapy. What is music therapy? Published 2011. Accessed April 29, 2022. <https://wfmt.info/wfmt-new-home/about-wfmt/>
4. Kuo CL. Neuroplastic Effect of Constraint-Induced Music Therapy on Hearing Recovery in Patients with Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Neurology and Neuroscience Research*. 2019;2(1):1-9. doi: 10.24983/scitemed.nnr.2019.00110

5. Koelsch S. A neuroscientific perspective on music therapy. *Ann N Y Acad Sci.* 2009;1169:374-384. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04592.x
6. Cohen D, Maxwell E. Music therapy for depression. *Am Fam Physician.* 2020;101(5):273-274. doi: 10.1002/14651858.cd004517
7. Mattei T, Rodriguez A. Music therapy as an adjuvant therapeutic tool in medical practice: an evidence-based summary. *OA Evidence-Based Medicine.* 2013;1(1):1-8. doi: 10.13172/2053-2636-1-1-405
8. Lee JH. The effects of music on pain: A meta-analysis. *J Music Ther.* 2016;53(4):430-477. doi: 10.1093/jmt/thw012
9. van der Steen JT, Smaling HJA, van der Wouden JC, Bruinsma MS, Scholten RJPM, Vink AC. Music-based therapeutic interventions for people with dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2018;2018(7). doi: 10.1002/14651858.CD003477.pub4
10. Ashoori A, Eagleman DM, Jankovic J. Effects of auditory rhythm and music on gait disturbances in Parkinson's disease. *Front Neurol.* 2015;6(NOV). doi: 10.3389/fneur.2015.00234
11. Benoit CE, Dalla Bella S, Farrugia N, Obrig H, Mainka S, Kotz SA. Musically cued gait-training improves both perceptual and motor timing in Parkinson's disease. *Front Hum Neurosci.* 2014;8(JULY):1-11. doi: 10.3389/fnhum.2014.00494
12. Dalla Bella S, Farrugia N, Benoit CE, et al. BAASTA: Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor and Timing Abilities. *Behav Res Methods.* 2017;49(3):1128-1145. doi: 10.3758/s13428-016-0773-6
13. Grapp M, Hutter E, Argstatter H, Plinkert PK, Bolay HV. Neuro-music therapy for recent-onset Tinnitus: A Pilot study. *Sage Open.* 2013;3(2):1-9. doi: 10.1177/2158244013489692
14. Argstatter H, Grapp M, Hutter E, Plinkert PK, Bolay HV. The effectiveness of neuro-music therapy according to the Heidelberg model compared to a single session of educational counseling as treatment for tinnitus: A controlled trial. *J Psychosom Res.* 2015;78(3):285-292. doi: 10.1016/j.jpsychores.2014.08.012
15. Atipas S, Therdphaothai J, Suvansit K, Prakairungthong S, Thongyai K, Limviriyakul S. A randomized, controlled trial of notched music therapy for tinnitus patients. *Journal of International Advanced Otolaryngology.* 2021;17(3):221-227. doi: 10.5152/jiao.2021.9385
16. Feng T, Wang M, Xiong H, Zheng Y, Yang H. Efficacy of an Integrative Treatment for Tinnitus Combining Music and Cognitive-Behavioral Therapy—Assessed With Behavioral and EEG Data. *Front Integr Neurosci.* 2020;14(April):1-10. doi: 10.3389/fnint.2020.00012
17. Grenier AS, Lafontaine L, Sharp A. Use of Music Therapy as an Audiological Rehabilitation Tool in the Elderly Population: A Mini-Review. *Front Neurosci.* 2021;15(September):1-10. doi: 10.3389/fnins.2021.662087
18. Ortega A, Gauna F, Munoz D, Oberreuter G, Breinbauer HA, Carrasco L. Music Therapy for Pain and Anxiety Management in Nasal Bone Fracture Reduction: Randomized Controlled Clinical Trial. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States).* 2019;161(4):613-619. doi: 10.1177/0194599819856604
19. Gogoularadja A, Bakshi SS. A Randomized Study on the Efficacy of Music Therapy on Pain and Anxiety in Nasal Septal Surgery. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2020;24(2):E232-E236. doi: 10.1055/S-0039-3402438
20. Tse MMY, Chan MF, Benzie IFF. The effect of music therapy on postoperative pain, heart rate, systolic blood pressure and analgesic use following nasal surgery. *J Pain Palliat Care Pharmacother.* 2005;19(3):21-29. doi: 10.1300/J354v19n03\_05
21. McCormack A, Edmondson-Jones M, Somerset S, Hall D. A systematic review of the reporting of tinnitus prevalence and severity. *Hear Res.* 2016;337:70-79. doi: 10.1016/j.heares.2016.05.009
22. Zenner HP, Delb W, Kröner-Herwig B, et al. A multidisciplinary systematic review of the treatment for chronic idiopathic tinnitus. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology.* 2017;274(5):2079-2091. doi: 10.1007/s00405-016-4401-y
23. Argstatter H. Heidelberg Musiktherapiemanual: chronisch-tonaler Tinnitus. *Uni-Ed.* Published online 2009.
24. Mühlau M, Rauschecker JP, Oestreicher E, et al. Structural brain changes in tinnitus. *Cerebral Cortex.* 2006;16(9):1283-1288. doi: 10.1093/cercor/bhj070
25. Leaver AM, Renier L, Chevillet MA, Morgan S, Kim HJ, Rauschecker JP. Dysregulation of Limbic and Auditory Networks in Tinnitus. *Neuron.* 2011;69(1):33-43. doi: 10.1016/j.neuron.2010.12.002
26. Seydell-Greenwald A, Leaver AM, Turesky TK, Morgan S, Kim HJ, Rauschecker JP. Functional MRI evidence for a role of ventral prefrontal cortex in tinnitus. *Brain Res.* 2012;1485:22-39. doi: 10.1016/j.brainres.2012.08.052
27. Vanneste S, Plazier M, der Loo E van, de Heyning P van, Congedo M, de Ridder D. The neural correlates of tinnitus-related distress. *Neuroimage.* 2010;52(2):470-480. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.04.029
28. Tass PA, Silchenko AN, Popelka GR. Acoustic coordinated reset therapy for tinnitus with perceptually relevant frequency spacing and levels. *Sci Rep.* 2019;9(1):1-16. doi: 10.1038/s41598-019-49945-w
29. Wegger M, Ovesen T, Larsen DG. Acoustic coordinated reset neuromodulation: A systematic review of a novel therapy for tinnitus. *Front Neurol.* 2017;8(FEB). doi: 10.3389/fneur.2017.00036

## ARTÍCULO DE REVISIÓN

30. Shim HJ, Kwak MY, An YH, Kim DH, Kim YJ, Kim HJ. Feasibility and safety of transcutaneous vagus nerve stimulation paired with notched music therapy for the treatment of chronic tinnitus. *Korean J Audiol*. 2015;19(3):159-167. doi: 10.7874/jao.2015.19.3.159
31. Sommer M, Geurts JWJM, Stessel B, et al. Prevalence and predictors of postoperative pain after ear, nose, and throat surgery. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2009;135(2):124-130. doi: 10.1001/archoto.2009.3
32. Gökçek E, Kaydu A. The effects of music therapy in patients undergoing septorhinoplasty surgery under general anesthesia. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2020;86(4):419-426. doi: 10.1016/j.bjorl.2019.01.008
33. Haile LM, Kamenov K, Briant PS, et al. Hearing loss prevalence and years lived with disability, 1990-2019: Findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*. 2021;397(10278):996-1009. doi: 10.1016/S0140-6736(21)00516-X
34. Brodie A, Smith B, Ray J. The impact of rehabilitation on quality of life after hearing loss: a systematic review. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2018;275(10):2435-2440. doi: 10.1007/s00405-018-5100-7
35. Hutter E, Argstatter H, Grapp M, Plinkert PK. Music therapy as specific and complementary training for adults after cochlear implantation: A pilot study. *Cochlear Implants Int*. 2015;16(S3):S13-S21. doi: 10.1179/1467010015Z.000000000261
36. de Lima JP, Iervolino SMS, Schochat E. Musical and temporal auditory skills in cochlear implant users after music therapy. *Codas*. 2018;30(6):6-11. doi: 10.1590/2317-1782/20182018006
37. Dubinsky E, Wood EA, Nespoli G, Russo FA. Short-Term Choir Singing Supports Speech-in-Noise Perception and Neural Pitch Strength in Older Adults With Age-Related Hearing Loss. *Front Neurosci*. 2019;13. doi: 10.3389/fnins.2019.01153
38. Anderson S, Kraus N. Objective Neural Indices of Speech-in-Noise Perception. *Trends Amplif*. 2010;14(2):73-83. doi: 10.1177/1084713810380227
39. Ouda L, Profant O, Syka J. Age-related changes in the central auditory system. *Cell Tissue Res*. 2015;361(1):337-358. doi: 10.1007/s00441-014-2107-2
40. Gates GA, Mills JH. Presbycusis. *The lancet*. 2005;366(9491):1111-1120.
41. Clinard CG, Tremblay KL, Krishnan AR. Aging alters the perception and physiological representation of frequency: Evidence from human frequency-following response recordings. *Hear Res*. 2010;264(1-2):48-55. doi: 10.1016/j.heares.2009.11.010
42. Gordon-Salant S, Yeni-Komshian GH, Fitzgibbons PJ, Cohen JI. Effects of age and hearing loss on recognition of unaccented and accented multisyllabic words. *J Acoust Soc Am*. 2015;137(2):884-897. doi: 10.1121/1.4906270
43. Moreno-Gómez FN, Véliz G, Rojas M, et al. Music training and education slow the deterioration of music perception produced by presbycusis in the elderly. *Front Aging Neurosci*. 2017;9. doi: 10.3389/fnagi.2017.00149
44. White-Schwoch T, Carr KW, Anderson S, Strait DL, Kraus N. Older adults benefit from music training early in life: Biological evidence for long-term training-driven plasticity. *Journal of Neuroscience*. 2013;33(45):17667-17674. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2560-13.2013
45. Herholz SC, Zatorre RJ. Musical Training as a Framework for Brain Plasticity: Behavior, Function, and Structure. *Neuron*. 2012;76(3):486-502. doi: 10.1016/j.neuron.2012.10.011
46. Goycoolea M v., Mena I, Neubauer SG, Levy RG, Grez MF, Berger CG. Musical brains: A study of spontaneous and evoked musical sensations without external auditory stimuli. *Acta Otolaryngol*. 2007;127(7):711-721. doi: 10.1080/00016480601053057
47. Zendel BR, Alain C. Musicians experience less age-related decline in central auditory processing. *Psychol Aging*. 2012;27(2):410-417. doi: 10.1037/a0024816
48. Rider MS. Music Therapy: Therapy for Debilitated Musicians. *Music Ther Perspect*. 1987;4(1):40-43. doi: 10.1093/mtp/4.1.40