

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA



## **TESIS PROFESIONAL**

**Para optar al título profesional de Tecnólogo Médico con mención en  
Otorrinolaringología**

*“Sistema eferente auditivo y percepción auditiva en sujetos con entrenamiento  
musical”*

**Alumnos:** Elian Valdebenito Santibáñez y Wen Zhang Wen

**Tutor:** Cristián Aedo Sánchez

**Co-tutor:** Enzo Aguilar Vidal

Laboratorio de Audiología y Percepción Auditiva del Departamento de Tecnología Médica de  
la Facultad de Medicina Campus Norte de la Universidad de Chile

Firma

24/07/2023

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA**



**TESIS PROFESIONAL**

**Para optar al título profesional de Tecnólogo Médico con mención en  
Otorrinolaringología**

*“Sistema eferente auditivo y percepción auditiva en sujetos con entrenamiento  
musical”*

**Alumnos:** Elian Valdebenito Santibáñez y Wen Zhang Wen

**Tutor:** Cristián Aedo Sánchez

**Co-tutor:** Enzo Aguilar Vidal

Laboratorio de Audiología y Percepción Auditiva del Departamento de Tecnología Médica de  
la Facultad de Medicina Campus Norte de la Universidad de Chile

Firma

24/07/2023

## ABREVIATURAS

CAP	Potencial de acción compuesto
EM	Entrenamiento musical
EOA	Emisión otoacústica
EOAT	Emisión otoacústica evocada transiente
MC	Microfónica coclear
MOC	Complejo olivococlear medial
MOCR	Reflejo olivococlear medial
OE	Oído externo
OM	Oído medio
PTC	Curvas de sintonización psicofísicas
TDT	Tone decay test
TMC	Curvas de enmascaramiento temporal
UMD	Umbral de máxima discriminación

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>2. ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
3.1. Sistema eferente auditivo y reflejo olivococlear .....	8
3.2. Sistema auditivo y entrenamiento musical .....	10
3.3. Medición del reflejo olivococlear en sujetos con y sin entrenamiento musical .....	11
<b>4. HIPÓTESIS</b> .....	<b>14</b>
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
5.1. Objetivo general .....	14
5.2. Objetivos específicos .....	14
<b>6. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
6.1. Diseño metodológico.....	15
6.2. Variables.....	15
6.2.1. Variables dependientes.....	15
6.2.2. Variable independiente .....	15
6.3. Muestra y tamaño muestral.....	15
6.4. Criterios de inclusión y exclusión .....	16
6.5. Mediciones y adquisición de datos .....	17

6.5.1. Cuestionario de exposición a entrenamiento musical .....	17
6.5.2. Audiometría convencional.....	17
6.5.3. Emisiones otoacústicas.....	18
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
7.1. Umbrales auditivos.....	21
7.2. Emisiones otoacústicas.....	23
7.2.1. EOA en ausencia de ruido contralateral en sujetos con y sin EM .....	24
7.2.2. EOA en presencia de ruido contralateral en sujetos con y sin EM .....	27
7.2.3. Correlación entre la magnitud de la supresión contralateral y entrenamiento musical.....	28
<b>8. DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
8.1. Umbrales auditivos.....	31
8.2. Emisiones otoacústicas.....	32
8.2.1. Amplitudes de EOAT sin ruido contralateral.....	32
8.2.2. Amplitud de la supresión de EOAT en presencia de ruido contralateral .....	32
8.2.3. Correlación años de EM con supresión de amplitud de la EOAT .....	34
<b>9. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>38</b>

## 1. RESUMEN

El sistema eferente auditivo es una vía auditiva córtico-eferente modula la función de los centros auditivos corticales y de la cóclea. Ha sido estudiado a lo largo de los años y se le han atribuido funciones como el ajuste del rango dinámico de la cóclea y control de su sensibilidad, además de la prevención de daño ante sonidos fuertes, pero todavía no están claras todas sus funciones debido a que existen varios estudios contradictorios. En esta investigación nos propusimos evaluar si el sistema eferente auditivo tiene un rol en la mejor percepción auditiva de sujetos normoyentes con entrenamiento musical y si esto se puede atribuir a un reflejo olivococlear más robusto. Se evaluó a un grupo de 28 personas normoyentes, 15 contaban con entrenamiento musical y 13 no. Se obtuvo la magnitud de la supresión de la emisión otoacústica evocada transiente en presencia de ruido contralateral de cada sujeto y se compararon los datos obtenidos de ambos grupos, obteniendo resultados que sugieren que no existe una relación entre el entrenamiento musical y la presencia de un reflejo olivococlear medial más robusto.

**Palabras clave:** Emisiones otoacústicas, reflejo olivococlear, entrenamiento musical, supresión contralateral.

## 2. ABSTRACT

The auditory efferent system is a cortico-efferent auditory pathway that modulates the function of the cortical auditory centers and the cochlea. It has been studied over the years and has been attributed functions such as adjusting the dynamic range of the cochlea and controlling its sensitivity, as well as preventing damage to loud sounds, but its functions are still unclear due to several contradictory studies. In this research we set out to assess whether the auditory efferent system plays a role in the enhanced auditory perception of normal-hearing subjects with musical training and whether this can be attributed to a more robust olivocochlear reflex. A group of 28 normal-hearing subjects was tested, 15 had musical training and 13 did not. The magnitude of the suppression of the transient evoked otoacoustic emission in the presence of contralateral noise was obtained for each subject and the data obtained from both groups were compared, with results suggesting that there is no relationship between musical training and the presence of a more robust medial olivocochlear reflex.

**Key words:** Otoacoustic emission, olivocochlear reflex, musical training, contralateral suppression.

### **3. INTRODUCCIÓN**

El sistema auditivo nos permite detectar estímulos acústicos de nuestro entorno y comunicar mensajes complejos a individuos por medio de vocalizaciones u otros sonidos. Anatómica y funcionalmente, podemos dividir el sistema auditivo periférico en tres partes: oído externo (OE), medio (OM) e interno, donde cada estructura cumple funciones distintas en el procesamiento de una señal acústica.

En general, los sistemas sensoriales y en particular el sistema auditivo, tiene principalmente dos vías para el procesamiento de una señal sonora que viene desde el entorno: una vía aferente, donde la información del sonido es captada por el OE, para luego ser transducida en la cóclea y viajar por toda la vía auditiva hasta llegar hacia la corteza auditiva, lugar donde se realiza la percepción consciente de los sonidos. Por otra parte, tenemos una vía auditiva cortico-eferente que modula la función tanto de centros auditivos subcorticales como de la misma cóclea. Esta vía cortico-coclear se origina en las capas V y VI de la corteza auditiva y proyecta principalmente al tálamo auditivo, colículo inferior, complejo olivar medial, lateral, núcleos cocleares y la cóclea (1).

#### **3.1. Sistema eferente auditivo y reflejo olivococlear**

El sistema eferente ha sido estudiado durante varios años y se le ha atribuido distintos roles en el sistema auditivo, tales como el ajuste del rango dinámico de la cóclea y control de su sensibilidad, además de la prevención de daño ante sonidos intensos. Además, se le atribuye la reducción del efecto de enmascaramiento, modulación de aferencias auditivas durante el ciclo de sueño-vigilia, tinnitus, protección en el envejecimiento auditivo y a mejorar la detección de señales en presencia de ruido (2). Estos efectos en la actividad coclear se explicarían por la inervación del sistema eferente auditivo sobre las células ciliadas de la cóclea; donde un tipo de inervación



está dado por el complejo olivococlear medial (MOC) y actúa sobre las células ciliadas externas, teniendo una actividad inhibitoria producida principalmente por receptores alfa-9 nicotínicos, los cuales tendrían como neurotransmisor principal la acetilcolina.

Una de las primeras investigaciones sobre el sistema eferente auditivo fue la descripción anatómica del complejo olivococlear, en un estudio realizado en gatos en 1946 por *Rasmussen* (3). Otros hitos relevantes fueron los estudios realizados en gatos por *Robert Galambos* en la década del 50, donde se utilizaron estímulos sonoros y eléctricos para estimular al sistema eferente, registrando una disminución de la actividad del nervio auditivo que estaba ligada a la presencia del complejo olivococlear (4). Posteriormente, *Fex* demostró que además de la disminución del potencial de acción compuesto (CAP) provocada por la estimulación eléctrica olivococlear, se observa un aumento de la amplitud del potencial microfónico coclear (MC) registrado desde la ventana redonda (5). Durante las siguientes décadas, el estudio del sistema eferente continuó utilizando estímulos eléctricos en el piso del cuarto ventrículo y estimulación acústica contralateral, pero exclusivamente en animales.

El año 1978, *Buño* describió en gatos que la estimulación acústica de la cóclea contralateral disminuía la actividad eléctrica de las fibras nerviosas aferentes, efecto que se suprimía con la sección del haz olivococlear eferente (6). Posteriormente, *Warren y Liberman* investigaron el efecto del sonido contralateral en las respuestas del nervio auditivo con y sin sección de la vía olivococlear medial a nivel del piso del IV ventrículo. En los registros sin secciones del MOC, encontraron que la estimulación contralateral, ya sea con tonos o ruido, a niveles moderados puede suprimir las respuestas de fibras del nervio auditivo, siendo esta supresión máxima para estímulos ipsilaterales cercanos a la frecuencia característica de las fibras nerviosas estudiadas y casi nulas para estímulos diferentes a la frecuencia característica. Este efecto de

supresión desaparece tras la sección del MOC (7).

El sistema olivococlear puede ser estimulado a través de la estimulación acústica, mediante la activación del denominado reflejo olivococlear medial (MOCR). Se han descrito dos reflejos diferentes, uno ipsilateral y otro contralateral, ambos mediados por fibras del sistema MOC. La vía anatómica del reflejo ipsilateral posee un doble cruzamiento, y de esta manera afecta al oído ipsilateral: un cruce proviene de las neuronas del núcleo coclear ipsilateral al oído estimulado, que cruzan la línea media e inervan a las neuronas del MOC. El segundo cruce se produce con las fibras MOC contralaterales, que inervan a la cóclea estimulada (ipsilateral). Por otra parte, el reflejo contralateral tiene solo un cruce de línea media de fibras aferentes desde el núcleo contralateral hacia el conjunto de neuronas MOC no cruzadas que se proyectan hacia la cóclea ipsilateral (8). Este reflejo puede ser medido por pruebas como las emisiones otoacústicas (EOAs) para evaluar la magnitud del MOCR al momento de presentar un estímulo (9).

### **3.2. Sistema auditivo y entrenamiento musical**

El entrenamiento musical (EM) se define como la práctica constante de un instrumento o la escucha activa de música que desarrolla habilidades auditivas y cambios en la plasticidad cerebral (10). El EM potencia una serie de habilidades perceptuales, por lo que sujetos músicos tienen habilidades auditivas mejor desarrolladas que sujetos sin EM, tales como una mejor discriminación de sonidos en ruido, mejor memoria y atención auditiva, entre otros (11). Estos efectos perduran incluso en adultos mayores, donde se ha visto reflejado que músicos de este grupo etario tienen mejor rendimiento en tareas cognitivas y discriminación auditiva (12). La magnitud de los cambios en la plasticidad cerebral y el desarrollo de las distintas habilidades perceptuales está relacionado directamente a la cantidad de años que la persona está con EM (13). La

cantidad de años de EM a los que una persona debe estar expuesto para ser considerado músico/a varía según distintos estudios.

### **3.3. Medición del reflejo olivococlear en sujetos con y sin entrenamiento musical**

A comienzos de la década del 90 comenzaron a desarrollarse los primeros estudios del sistema eferente en humanos, evaluando su magnitud a través de la supresión de emisiones otoacústicas evocadas transientes (EOAT), utilizando un estímulo sonoro contralateral como evocador del MOCR contralateral. En este estudio se describe que la amplitud de la respuesta disminuye significativamente con el estímulo contralateral, reflejando la inhibición que producen las fibras eferentes del complejo olivococlear (14).

A los pocos años de haberse descrito esta supresión de las emisiones otoacústicas por estimulación contralateral, se comenzó a realizar comparaciones entre sujetos músicos y no músicos. Este interés radica en el razonable supuesto de que, al menos parte de las habilidades auditivas perceptuales superiores que comparativamente poseen los músicos, puedan originarse en pequeñas variaciones en las propiedades no lineales de la cóclea, moduladas por nuestro cerebro vía sistema eferente. Como se ha mencionado previamente, la mayoría de los estudios han utilizado el abordaje de comparar la magnitud del efecto supresor de las emisiones otoacústicas en grupos de músicos y no músicos.

En el año 1995, *Micheyl y colaboradores*, estudiaron la adaptación auditiva a través de pruebas de Tone Decay (TDT) y la supresión de EOAT con el fin de evaluar la modulación eferente en un grupo de sujetos músicos con 12 años de EM y no músicos. En este trabajo, se observó una supresión de las EOAT significativamente mayor en sujetos músicos respecto a los no músicos, suponiendo una mayor potencia del reflejo olivococlear (en otras palabras, una mayor robustez del sistema eferente auditivo en sujetos con EM) (15). Lo señalado anteriormente, ha marcado una tendencia en las

investigaciones posteriores, en las cuales el estudio de la supresión de EOA ha sido el más utilizado para evaluar el sistema eferente. Si bien se han utilizado otros métodos como pruebas perceptuales y electrofisiológicas, la mayoría de los estudios siguen siendo con supresión de emisiones por estimulación acústica contralateral. En 1999, *Perrot y colaboradores* registraron una mayor supresión en la amplitud de emisiones otoacústicas evocadas en sujetos músicos al utilizar un ruido contralateral, lo que se asoció a una mayor actividad del MOCR de este grupo (16).

En otro estudio del año 2016, *Stuart y Daughtrey* encontraron que la supresión contralateral de las emisiones otoacústicas transientes en sujetos músicos y no músicos no presentó diferencias significativas en el porcentaje de supresión ni en la supresión absoluta (diferencia en dB) de las emisiones otoacústicas transientes concluyendo que no existe una mejora en la actividad del MOC en la supresión eferente en sujetos músicos respecto a los no músicos (17).

En síntesis, existe importante evidencia a favor de una mayor robustez del MOCR en músicos en comparación a no músicos, al menos cuando se mide vía efecto supresor de las EOA. Sin embargo, no está debidamente esclarecido si este fenómeno (asociado a una reducción en la ganancia coclear), conduce o no a mejoras en la percepción de los músicos. Así, *Bidelman y colaboradores (2014)* observaron una mayor sintonización coclear medida mediante las curvas de sintonización psicofísicas (PTC) (18). En el año 2020, *Tarnowska y Moore* no observaron una variación diferencial en la sintonización entre músicos y no músicos cuando se activaba en MOCR mediante estimulación acústica contralateral (19).

Debido a lo poco concluyentes que han sido los estudios anteriores y a las contradicciones que existen entre los diversos experimentos sobre la función del sistema eferente auditivo es que en este trabajo se pretende determinar si

efectivamente existe una relación entre el EM y un MOCR más robusto, que pueda ser asociado a cambios en las propiedades no lineales de la respuesta coclear.

#### **4. HIPÓTESIS**

Los sujetos con entrenamiento musical tienen un reflejo olivococlear más robusto que sujetos sin entrenamiento musical. Este efecto está asociado a cambios en la respuesta coclear no lineal.

#### **5. OBJETIVOS**

##### **5.1. Objetivo general**

Comparar y establecer diferencias en el rendimiento de la actividad auditiva eferente, entre personas normoyentes con entrenamiento musical y sin entrenamiento musical, utilizando pruebas auditivas electroacústicas y perceptuales.

##### **5.2. Objetivos específicos**

- Comparar el efecto de la activación del MOCR contralateral sobre la amplificación coclear en sujetos con y sin EM, mediante pruebas perceptuales y emisiones otoacústicas.
- Comparar el efecto de la activación del MOCR contralateral sobre la compresión coclear en sujetos con y sin EM, mediante pruebas perceptuales.

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

En este estudio se evaluaron a un total de 28 personas, 15 sujetos con entrenamiento musical y 13 sin entrenamiento musical, reclutados principalmente por medios digitales del entorno universitario de la Universidad de Chile. Todas las mediciones se realizaron en una cabina sonoamortiguada en el Laboratorio de Audiología y Percepción Auditiva del Departamento de Tecnología Médica de la Facultad de Medicina, Campus Norte de la Universidad de Chile.

### **6.1. Diseño metodológico**

El diseño metodológico de este estudio es de tipo cuantitativo, de tipo transversal.

### **6.2. Variables**

#### **6.2.1. Variables dependientes**

- Umbrales audiométricos en dB SPL de frecuencias entre 125 a 8000 Hz.

#### **6.2.2. Variable independiente**

- Exposición a entrenamiento musical de los sujetos.

### **6.3. Muestra y tamaño muestral**

En el estudio se incluyó a un total de 28 sujetos voluntarios (6 mujeres y 22 hombres) con un rango etario comprendido entre los 18 y 30 años. Esta muestra se dividió en dos grupos según el criterio de exposición a EM determinado por el “Cuestionario de Exposición a Entrenamiento Musical” (Anexo 1). Los sujetos fueron seleccionados a partir de criterios de inclusión y exclusión similares a los utilizados por *Bidelman et al. (2016) (20)*.

#### **6.4. Criterios de inclusión y exclusión**

- Deseo de participar en el estudio de forma voluntaria con firma del consentimiento informado (Anexo 2).
- Rango etario de 18 a 30 años.
- Otoscopia sin alteraciones, con indemnidad del conducto auditivo externo y membrana timpánica.
- Umbrales tonales audiométricos normales ( $\leq 25$  dB) en todas las frecuencias estudiadas, de 125 a 8000 Hz.
- Ser diestro.
- No reportar historia previa de enfermedad neuropsiquiátrica.
- No reportar ninguna enfermedad metabólica.
- No ser fumador.
- No estar en tratamiento con antidepresivos ni ansiolíticos.
- Los sujetos con EM serán músicos profesionales o amateurs con 8 años o más de instrucción continua formal en su instrumento musical principal y deben estar siendo activos en su práctica musical.
- Los sujetos sin EM deben tener como máximo 3 años de EM y no haber recibido instrucción musical en los últimos 5 años.



## **6.5. Mediciones y adquisición de datos**

### **6.5.1. Cuestionario de exposición a entrenamiento musical**

Se aplicó este cuestionario con el fin de definir a qué grupo pertenecía cada sujeto, evaluando si ha estado expuesto a entrenamiento musical o no (Anexo 1). Además, se incluyeron preguntas sobre el tiempo de EM formal, qué instrumento tocaba, enfermedades neuropsiquiátricas diagnosticadas, medicamentos y consumo de cigarrillos, acorde a nuestros criterios de exclusión.

### **6.5.2. Audiometría convencional**

Para la obtención de los umbrales tonales entre las frecuencias de 125 a 8000 Hz se utilizó un audiómetro Interacoustic AC40, calibrado según la normativa ANSI. Las mediciones se realizaron en una cámara sonoamortiguada y los estímulos fueron entregados por medio de transductores supraaurales TDH-39.

Antes de tomar los umbrales audiométricos, se realizó una otoscopia en ambos oídos con el fin de descartar alteraciones visibles de OE y OM, como un tapón de cerumen oclusivo, otitis externa o media y/o perforación timpánica. Posterior a la otoscopia, se le indicó a cada voluntario que por medio de los fonos iban a escuchar tonos, primero por un oído y luego por el otro. Cada vez que escucharan un estímulo debían presionar un botón que nos indicaba si escuchaba el tono entregado. En cada sujeto se realizó la toma de umbrales comenzando por el oído en el que percibieran una mejor audición y en los casos que manifestaran que escuchaban igual por ambos oídos se comenzó por el oído derecho.

En la toma de umbrales se comenzó evaluando desde la frecuencia de 1000 hasta los 8000 Hz, para posteriormente evaluar de 500 a 125 Hz. El umbral de cada

frecuencia se buscó de nivel supra a infra en ambos oídos para todos los sujetos.

Se consideró como normalidad auditiva la presencia de umbrales  $\leq$  a 25 dB en todas las frecuencias.

Luego de obtener todos los umbrales audiométricos se procedió a evaluar el umbral de máxima discriminación (UMD) utilizando las listas de 25 disílabos de Palacios para todos los voluntarios. Para esto la indicación a cada sujeto fue que les dictaremos unas palabras y debían repetirlas tal como las entiendan, primero comenzando por un oído y luego pasando al otro. Todos los UMD fueron evaluados a 35 dB HL, sin enmascarador contralateral. Se consideró como normalidad auditiva una discriminación del 92% o más.

### **6.5.3. Emisiones otoacústicas**

Se midió el efecto supresor de un ruido contralateral sobre la magnitud de las emisiones otoacústicas. Para esto se registraron EOAT con tono click a 65,5 dB SPL en presencia y ausencia de un ruido blanco contralateral de 60 dB SPL, intensidad suficiente para evocar el reflejo olivococlear e insuficiente para desencadenar el reflejo acústico del OM. Todas las mediciones se realizaron utilizando el equipo ILO Otodynamics 929 II.

Para la medición de las EOAs se le indicó a cada sujeto que por medio de unas sondas iban a escuchar sonidos durante aproximadamente dos minutos, que no era necesario que respondieran y debían mantenerse tranquilos, sin hablar y tragando lo menos posible. Las sondas utilizadas para evaluar a todos los sujetos fueron de tipo UGD con oliva tipo R. En el oído derecho se emitía el tono click y se realizó el registro de la EOAT, mientras que en el oído izquierdo se emitía el ruido blanco contralateral.

El registro comenzaba manualmente cuando se lograba estabilizar el estímulo click a 65,5 dB.

En caso de registrar intensidades de ruido de fondo muy elevadas o de presentar EOATs con amplitudes negativas, la prueba se repetía posterior a verificar el sello del CAE, cambiando el tamaño de la oliva utilizada si fuera necesario.

## 7. RESULTADOS

Debido a problemas logísticos, no contamos con el tiempo planeado originalmente para realizar todas las mediciones que esperábamos lograr durante la recolección de datos. Además, la dificultad que presentó el encontrar sujetos con entrenamiento musical formal igual o superior a 8 años de un rango etario entre 18 a 30 años nos llevó a reconsiderar nuestro criterio de inclusión al estudio y finalmente se optó por considerar como persona música a aquellos con 6 años de entrenamiento o más, con la excepción de un único voluntario que contaba con 3 años de EM formal y 9 años de estudios y prácticas autodirigidas (músico N°5). Por lo señalado anteriormente, se decidió no realizar las TMC propuestas en la metodología inicial. En su lugar, se realizó la toma de umbrales audiométricos y emisiones otoacústicas clínicas para medir el efecto supresor que tenía un ruido contralateral sobre la amplitud de la respuesta de estas mismas. Además, se realizaron otros análisis, como comparar la amplitud de la emisión otoacústica en sujetos con y sin entrenamiento musical y ver si existió una correlación entre la magnitud de la supresión contralateral vs los años de entrenamiento musical.

Considerando todo lo mencionado anteriormente, finalizado el período de recolección de datos se evaluó a un total de 15 sujetos músicos y 13 no músicos, de los cuales 2 músicos (participante N° 17 y 24) y 4 no músicos (participante N° 3, 21, 25 y 28) fueron excluidos del análisis de datos debido a nuestros criterios de inclusión, ya que consumían antidepresivos, tenían antecedentes de tabaquismo, diagnóstico de enfermedades neuropsiquiátricas o sus umbrales auditivos en el rango frecuencial de 125 a 8000 Hz superaban los 25 dB HL, resultando en una muestra final de 13 músicos y 9 no músicos. El rango etario de los voluntarios músicos se distribuyó entre los 18 a 27 años, promediando  $23,23 \pm 2,65$  años, mientras que los no músicos se encontraban en un rango de 19 a 30 años, promediando  $23 \pm 3,08$  años.

## 7.1. Umbrales auditivos

En ambos grupos de estudio se consideraron sólo a los participantes con umbrales auditivos dentro de rangos normales ( $\leq 25$  dB HL) en ambos oídos. En los sujetos músicos, los promedios tonales puros (PTP) para las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz fue de  $4,7 \pm 2,89$  dB HL para el oído derecho (OD) y de  $4,2 \pm 2,68$  dB HL para el oído izquierdo (OI). Por otra parte, en los sujetos no músicos el PTP para las mismas frecuencias fue de  $4,72 \pm 3,89$  dB HL para el OD y de  $4,72 \pm 2,92$  dB HL para el OI.

En las figuras 1 y 2 se graficaron los promedios de umbrales tonales obtenidos por cada frecuencia evaluada de 125 a 8000 Hz en sujetos músicos y no músicos. Ambos grupos obtuvieron resultados similares y no se encontraron diferencias significativas entre ellos.

Promedio de umbrales auditivos del oído derecho en sujetos con y sin EM

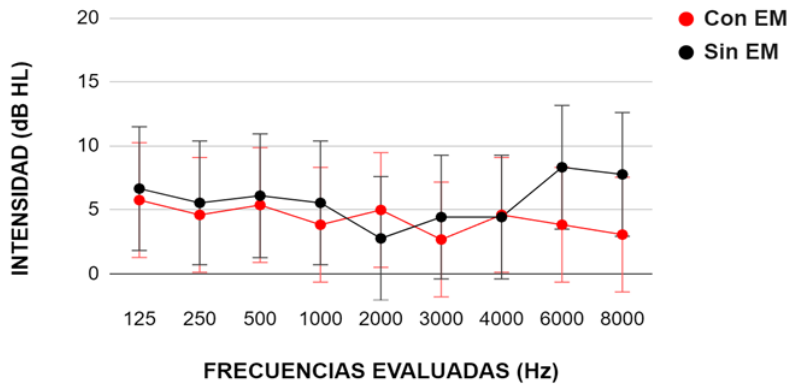


Figura 1: Promedio de umbrales auditivos obtenidos por frecuencia en el oído derecho en sujetos con y sin EM. El color rojo representa a los sujetos con EM y el negro a los sujetos sin EM.

Promedio de umbrales auditivos del oído izquierdo en sujetos con y sin EM

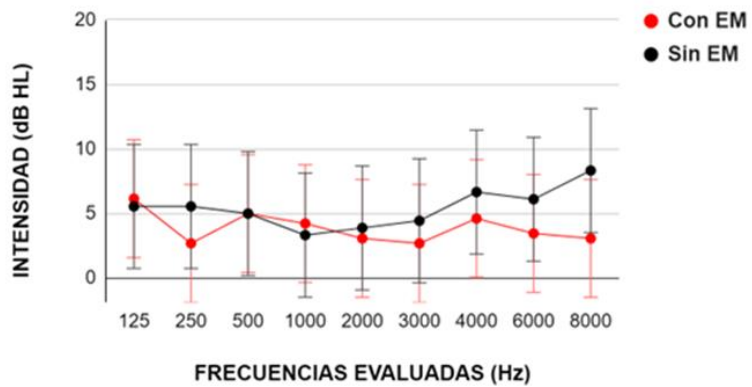


Figura 2: Promedio de umbrales auditivos obtenidos por frecuencia en el oído izquierdo en sujetos con y sin EM. El color rojo representa a los sujetos con EM y el negro a los sujetos sin EM.

## 7.2. Emisiones otoacústicas

Se evaluaron principalmente las amplitudes de respuesta en dB de las EOAs transientes en ausencia y presencia de ruido blanco contralateral. El estímulo utilizado para evocar la EOA se entregó a  $64,71 \pm 1,36$  dB peSPL y el enmascarador contralateral a  $59,57 \pm 0,88$  dB. En la tabla 1 vemos el resumen de los resultados obtenidos a partir de cada uno de los voluntarios con y sin entrenamiento musical, además de la cantidad de años de entrenamiento musical al que estuvieron expuestos.

**Tabla 1:** Registros obtenidos en voluntarios sin entrenamiento musical en presencia y ausencia de ruido

Participante	Años de EM	Respuesta sin ruido (dB)	Ruido de fondo (dB)	Respuesta con ruido (dB)	Ruido de fondo (dB)
No músico 1	0	3.8	2.7	3.1	2
No músico 2	0	7.6	-2.7	7.4	-1.6
No músico 3	0	7.4	0.4	7.4	1.4
No músico 4	0	8.7	-1.7	8.4	-0.8
No músico 5	0	9.1	3.3	8.6	2
No músico 6	2	9.6	-0.1	8.3	0.6
No músico 7	0	12.6	-2	12.2	-1.3
No músico 8	2	12.3	3.7	10.8	3.5
No músico 9	0	13.7	2.2	12.8	2.7

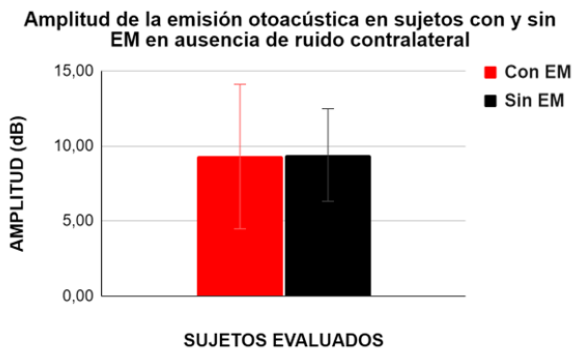
contralateral

Participante	Años de EM	Respuesta sin ruido (dB)	Ruido de fondo (dB)	Respuesta con ruido (dB)	Ruido de fondo (dB)
Músico 1	7	17.1	-3.3	15.9	-4
Músico 2	11	10	-3	9.4	-2.8
Músico 3	8	11.5	-2.7	10.8	-1.3
Músico 4	11	13.5	1.9	13.1	2.9
Músico 5	3	2.6	-3.3	1.9	-2.9
Músico 6	9	9.4	-1.2	9.1	-2.8
Músico 7	11	0.5	-1.2	0.1	-0.8
Músico 8	9	10.8	-4.7	9.8	-3.6
Músico 9	14	13.8	-1.9	12.6	-2.3
Músico 10	6	11.5	-1.8	10.7	-1.2
Músico 11	7	8.9	0.2	7.9	1.3
Músico 12	13	8.9	-0.3	8.2	-0.2
Músico 13	15	2.6	-3.7	0.5	-1.5

**Tabla 2:** Registros obtenidos en voluntarios con entrenamiento musical en presencia y ausencia de ruido contralateral.

### 7.2.1. EOA en ausencia de ruido contralateral en sujetos con y sin EM

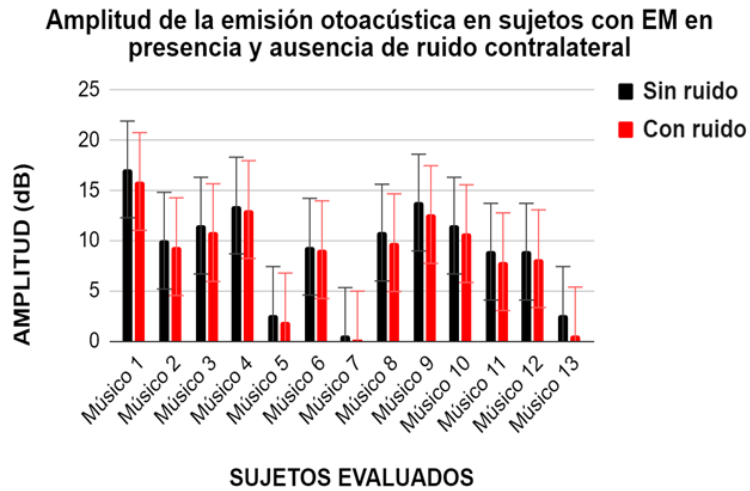
En base a los registros mostrados previamente en las tablas 1 y 2, se calculó la amplitud promedio de la EOA de todos los sujetos con y sin EM en ausencia del ruido contralateral (Figura 3). El primer grupo tuvo una amplitud de  $9,32 \pm 4,82$  dB y en el segundo fue de  $9,42 \pm 3,09$  dB. No se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la amplitud de la EOA entre ambos grupos (*T-test*, Two-tailed; *P-value* = 0,954).



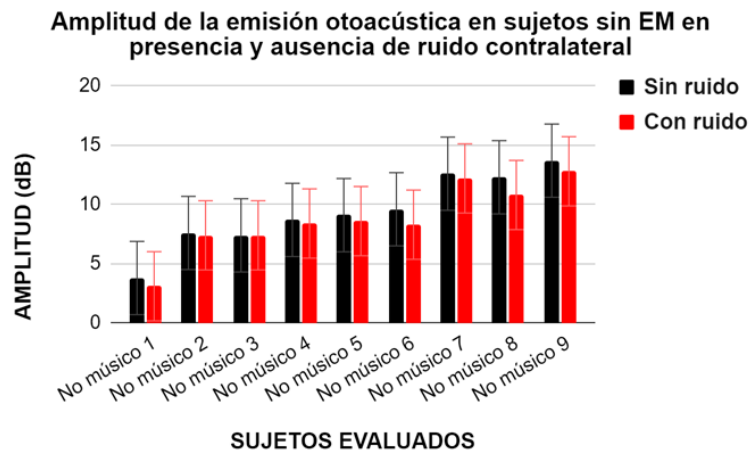
**Figura 3: Promedio de la amplitud de la EOA en sujetos con y sin EM en ausencia de ruido contralateral.** El color rojo representa a los sujetos con EM y el negro a los sujetos sin EM.

Posteriormente se compararon las amplitudes de la EOA con y sin ruido contralateral de cada sujeto para obtener los valores de supresión de EOA mediante la resta de las amplitudes obtenidas en ambos casos (Figuras 4 y 5).



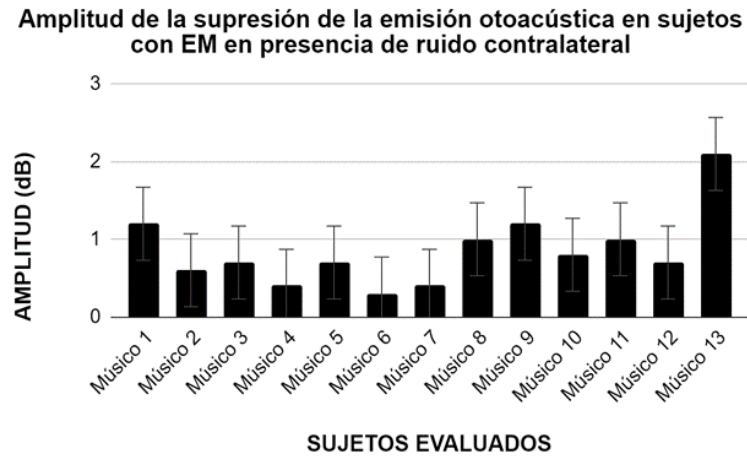


**Figura 4: Amplitud de la EOA en sujetos con EM en presencia y ausencia de ruido contralateral.** El color rojo representa la amplitud de la EOA en presencia de ruido y el negro en ausencia de ruido.

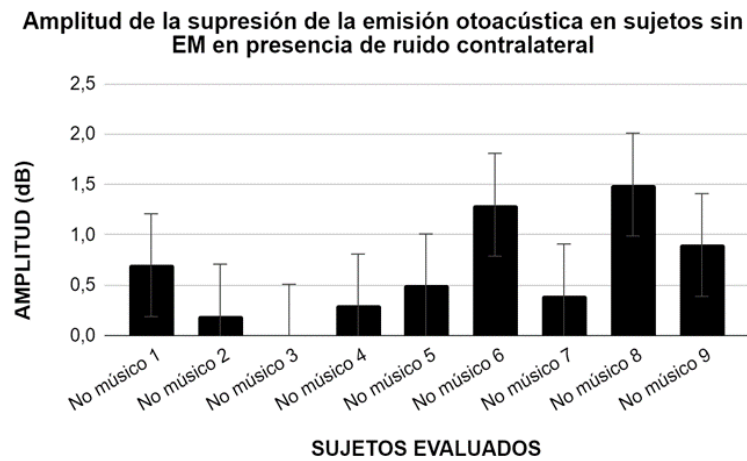


**Figura 5: Amplitud de la EOA en sujetos con EM en presencia y ausencia de ruido contralateral.** El color rojo representa la amplitud de la EOA en presencia de ruido y el negro en ausencia de ruido.

En el grupo de sujetos con EM, la mayor supresión de la EOA registrada fue de 2,1 dB y la menor fue de 0,3 dB (Figura 6), mientras que en los sujetos sin EM la mayor supresión fue de 1,5 dB y la menor fue de 0 dB (Figura 7).



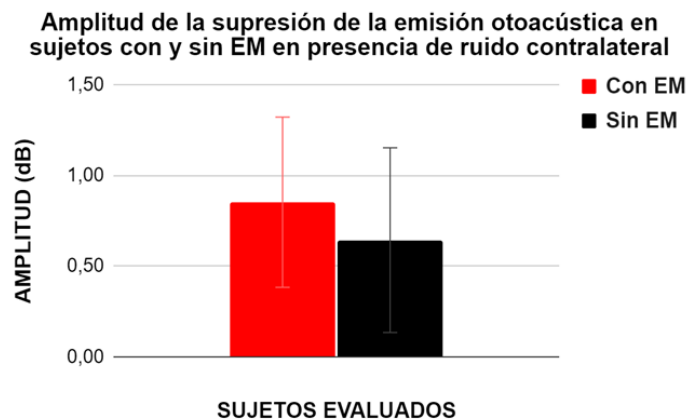
**Figura 6:** Amplitud de la supresión de la EOA en cada uno de los evaluados con EM en presencia de ruido contralateral.



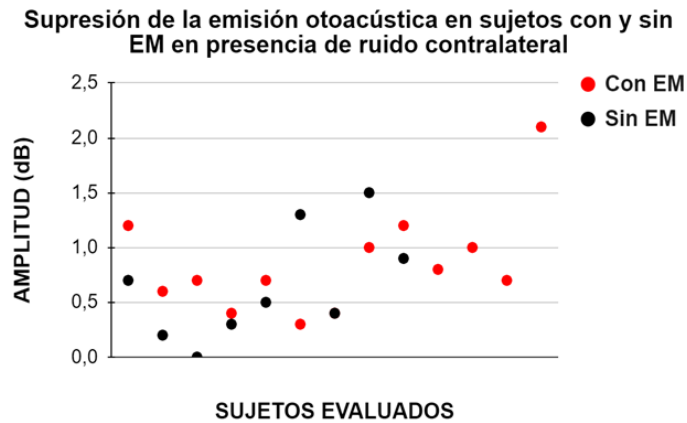
**Figura 7:** Amplitud de la supresión de la EOA en cada uno de los sujetos evaluados sin EM, en presencia de ruido contralateral.

### 7.2.2. EOA en presencia de ruido contralateral en sujetos con y sin EM

Posteriormente, se analizaron los resultados de las EOA en presencia de ruido contralateral, obteniéndose la supresión de la respuesta en sujetos con y sin entrenamiento musical (amplitud EOA sin ruido - amplitud EOA con ruido). En promedio, la amplitud de la supresión de EOA en presencia de ruido contralateral para el grupo de sujetos con EM fue de  $0,85 \pm 0,47$  dB y en sujetos sin EM fue de  $0,64 \pm 0,51$  dB. Al realizar el análisis estadístico en base a la distribución *T-Student* no se obtiene una diferencia significativa entre ambos grupos (T-test; *Two-tailed*; P-value = 0,333).



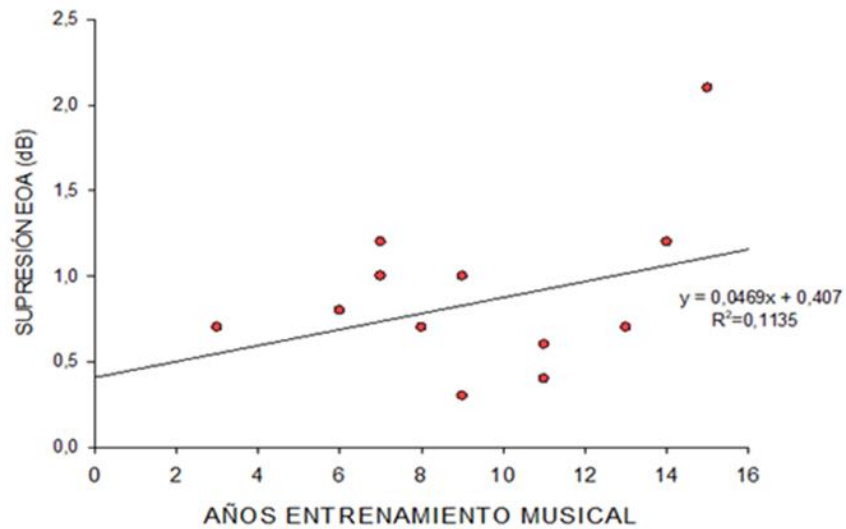
**Figura 8: Amplitud de la supresión de la EOA en sujetos con y sin EM en presencia de ruido contralateral.** El color rojo representa a los sujetos con EM y el negro a los sujetos sin EM.



**Figura 9:** Gráfico de dispersión de los valores de supresión de EOA con y sin entrenamiento musical en presencia de ruido contralateral.

### 7.2.3. Correlación entre la magnitud de la supresión contralateral y entrenamiento musical

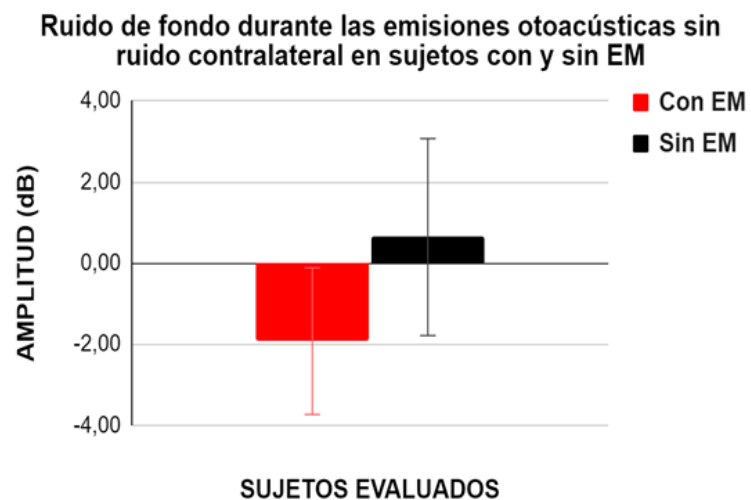
Una vez realizada la comparación tanto de la amplitud de las EOA como la magnitud de la supresión contralateral en sujetos con y sin EM, se realizó una correlación entre los años de EM y la magnitud de la supresión de EOA en presencia de ruido contralateral. Este análisis mostró que no existe correlación entre los años de EM y la potencia del reflejo olivococlear (correlación de *Pearson*;  $p\ value > 0,050$ ). (Figura 10).



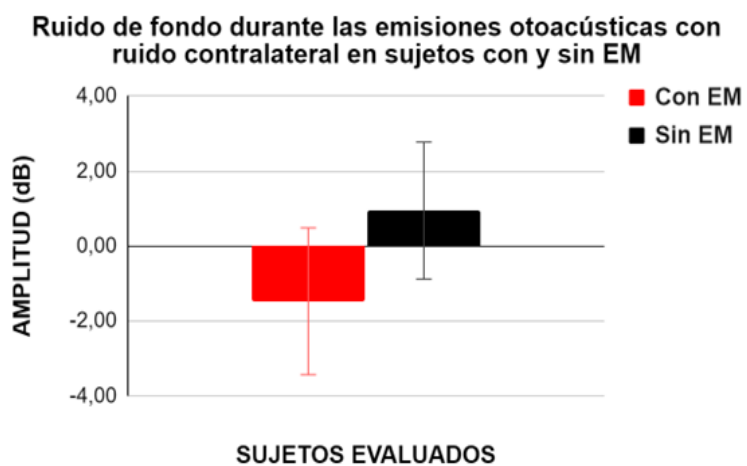
**Figura 10: Correlación entre años de entrenamiento musical y supresión contralateral.**

No se observa una correlación significativa entre el tiempo de experiencia musical y la magnitud del reflejo olivococlear medial (medido como decibeles de supresión de las EOA por ruido contralateral)

Finalmente, y como un control de calidad de nuestras mediciones, decidimos graficar la cantidad de ruido de fondo asociada a las EOA. En cada medición se registró el ruido de fondo en dB, siendo de  $-1,92 \pm 1,81$  dB para el grupo de músicos y  $0,64 \pm 2,43$  dB en el grupo de no músicos durante la medición sin ruido contralateral, mientras que durante la medición con ruido contralateral fueron de  $-1,48 \pm 1,96$  dB para los sujetos músicos y de  $0,94 \pm 1,83$  dB para los no músicos (Figura 11 y 12). Estos niveles de ruido en general fueron óptimos para medir correctamente la amplitud de la EOA, con y sin ruido contralateral.



**Figura 11:** Ruido de fondo durante las EOA sin ruido contralateral en sujetos con y sin EM. El color rojo representa a los sujetos con EM y el negro a los sujetos sin EM.



**Figura 12:** Ruido de fondo durante las EOA con ruido contralateral en sujetos con y sin EM. El color rojo representa a los sujetos con EM y el negro a los sujetos sin EM.

## **8. DISCUSIÓN**

En este estudio nos propusimos evaluar y comparar la magnitud del efecto aferente olivococlear, utilizando la técnica de emisiones otoacústicas y perceptuales. La evaluación mediante emisiones otoacústicas se pudo ejecutar conforme a lo planeado inicialmente, pero las evaluaciones perceptuales, debido a dificultades del tiempo limitado de ejecución de este trabajo, no fueron posibles. El análisis de la magnitud de supresión sobre las emisiones otoacústicas transientes arroja datos relevantes, que son discutidos a continuación:

### **8.1. Umbrales auditivos**

Diversos estudios han postulado que los músicos podrían tener umbrales auditivos aumentados al estar expuestos constantemente a altos niveles sonoros, sobre todo afectando a las frecuencias de 3000, 4000 y 6000 Hz, siendo esta última la más frecuente (21) (22). Sin embargo, en este estudio no se encontraron aumentos significativos en el grupo de músicos para estas frecuencias: de los 15 sujetos evaluados, sólo uno fue excluido del estudio por presentar una caída en sus umbrales auditivos. Esto podría estar relacionado al rango etario de los participantes, ya que no han estado expuestos por un período de tiempo suficiente para generar una pérdida auditiva. También se debe considerar que en esta investigación no fue nuestro enfoque el centrarnos en la alteración que puede generar la exposición continua y constante a altas intensidades de música.

Los umbrales auditivos y PTPs en rangos normales nos permiten asegurar que los resultados obtenidos en las EOA no estén afectados por el nivel de audición de los sujetos estudiados.

## **8.2. Emisiones otoacústicas**

### **8.2.1. Amplitudes de EOAT sin ruido contralateral**

Las amplitudes de las EOA registradas en ausencia de ruido fueron muy variables en ambos grupos de estudio, concordando con la literatura existente sobre estudios de EOAT en personas normoyentes (23). Al comparar las amplitudes entre ambos grupos por medio del análisis por la prueba de *t-Student*, se determinó que no existen diferencias significativas entre ellos, lo que se ha evidenciado en otros estudios como *Brashears et al. (2003) (24)*.

### **8.2.2. Amplitud de la supresión de EOAT en presencia de ruido contralateral**

Los resultados obtenidos para la magnitud de la supresión de EOA en presencia de ruido contralateral fueron levemente mayores en sujetos con EM en comparación a los sujetos sin EM. Sin embargo, el análisis estadístico (*t-Student*) determinó que esta diferencia no es significativa, por lo que nuestra hipótesis de que los sujetos con EM presentan una mayor robustez del sistema eferente auditivo en comparación a sujetos sin EM no se cumple.

Como se ha mencionado anteriormente, existe evidencia de que el EM no tendría relación con un aumento en la robustez del sistema eferente auditivo en estudios como *Tarnowska y Moore (2020) (19)* y *Stuart y Daughtrey (2016) (17)*, por lo que los resultados obtenidos eran una posibilidad desde el inicio de la investigación. Es posible que no se haya encontrado una diferencia significativa en la magnitud de la supresión de EOAs debido a la cantidad acotada de sujetos evaluados que calificaban dentro de nuestros criterios de inclusión. Con un mayor número de sujetos podría encontrarse una mayor diferencia como en *Brashears (2003) (24)*, pero también existe



evidencia de diferencias significativas en estudios con un número de participantes similar a nuestro estudio como *Bidelman et al. (2017) (25)*.

Otro factor que pudo haber influido en los resultados obtenidos fue que por el tiempo acotado disponible para realizar esta investigación no se pudieron aplicar los criterios de inclusión y exclusión iniciales, por lo que varios de los sujetos músicos evaluados tenían entre 6 a 8 años de EM en lugar de 8 años o más, lo que hubiera permitido tener una diferencia más notoria entre las características de ambos grupos. También pudo influir en los resultados que no todos los sujetos músicos eran músicos profesionales, si bien cumplían con haber recibido instrucción formal en música, muchos de ellos aún eran estudiantes o no trabajaban sólo de la música, lo que podría afectar su nivel de supresión que pudo ser mayor a lo esperado.

Tampoco se consideró la exposición a ruido de los voluntarios, pues a pesar de que no existían alteraciones en los umbrales auditivos, no se preguntó sobre su exposición a ruido habitual, lo cual puede generar disminuciones en la amplitud de la emisión otoacústica evocada (26) incluso si los umbrales auditivos están en rangos normales (27).

Cabe mencionar que en un inicio se planeaba realizar pruebas de percepción auditiva como las curvas de enmascaramiento temporal (TMC) y el umbral de tono sonda, que podrían haber evidenciado un aumento de la sintonización coclear en sujetos con EM, evidenciando así un sistema eferente más robusto (18) o bien que no exista relación entre el EM y esta sintonización como el estudio de *Tarnowska y Moore en 2020 (19)*. Lamentablemente por temas logísticos no tuvimos tiempo suficiente para llevarlas a cabo dentro de esta investigación.

### 8.2.3. Correlación años de EM con supresión de amplitud de la EOAT

Finalmente, quisimos determinar si existía alguna relación entre la magnitud de la supresión otoacústica y el tiempo de entrenamiento musical. Como se observa en la Figura 10, no se obtuvo una correlación entre la cantidad de años de EM y la supresión de la amplitud de la EOAT en presencia de ruido contralateral. Una correlación similar se ha evidenciado en estudios como *Tarnowska y Moore (2020)* (19) en donde no se encontró relación entre los años de EM y la agudeza de las TMC, sin embargo, otros estudios sí han encontrado una correlación entre ambos factores como el estudio de *Bidelman en 2017* (25). En el caso del estudio realizado por *Bidelman et. al (2017)*, ellos compararon las amplitudes de emisiones otoacústicas por producto de distorsión, mientras que nuestro trabajo analizó las emisiones otoacústicas de tipo transiente. Una de las ventajas de utilizar esta técnica es que se pueden medir las amplitudes con y sin ruido por frecuencia. Sin embargo, por las características técnicas del equipo utilizado, no nos fue posible realizar emisiones por producto de distorsión con ruido contralateral. Otro punto para destacar es que el estudio de *Bidelman et. al (2017)*, utilizó a sujetos con más de 9 años de entrenamiento musical formal (con instrumentos de madera, metales, voz, cuerda y piano/percusión). En nuestro caso, no todos los participantes del estudio cumplieron este criterio.

## 9. CONCLUSIÓN

Los principales resultados y conclusiones obtenidas fueron:

- Los umbrales auditivos entre sujetos con y sin EM no presentan diferencias significativas entre ellos.
- No se encontraron diferencias significativas de la amplitud de las EOAT registradas en ausencia de ruido contralateral entre sujetos con y sin EM.
- La amplitud de la supresión de la EOAT registrada en presencia de ruido contralateral es mayor en sujetos con EM en relación con los sujetos sin EM. Sin embargo, estadísticamente la diferencia no es significativa.
- No se encontró una correlación entre los años de EM y la magnitud de supresión de la EOAT en presencia de ruido contralateral.

Si bien se encontró una supresión en la respuesta de los sujetos con EM, esta no fue significativa. A pesar de que esta era nuestra hipótesis inicial, se ajusta a lo observado en otros reportes como *Brashears et al. (2003)* (24). Para futuras investigaciones sobre este tema, se debería contar con un mayor número de sujetos (idealmente pareados en género y con la misma cantidad de sujetos control). Por otra parte, sería deseable realizar a futuro nuevas mediciones utilizando emisiones por producto de distorsión y que todos los sujetos reclutados con EM, con un grado de entrenamiento igual o superior a los 10 años. Esperamos también a futuro realizar mediciones de tipo perceptuales (como las curvas de enmascaramiento temporal) para ver si existe alguna diferencia entre la resolución temporal o compresión coclear entre ambos grupos.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Terreros G., et al. (2013). "Desde la corteza auditiva a la cóclea: Progresos en el sistema eferente auditivo". *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello* (Vol. 73). 174-188.
- (2) Délano P., Robles I., & Robles L. (2005). "Sistema eferente auditivo". Revisión bibliográfica. *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello* (Vol. 65). 55-62.
- (3) Rasmussen G.L. (1946). "The olivary peduncle and other fiber projections of the superior olivary complex". *J. Comp. Neurol.*, (Vol. 84). 141-219.
- (4) Galambos R. (1956). "*Suppression of auditory nerve activity by stimulation of efferent fibers to cochlea*". *Journal of Neurophysiology*. (Vol. 19). 424-437.
- (5) Fex J. (1959). "Augmentation of Cochlear Microphonic by Stimulation of Efferent Fibres to the Cochlea". *Acta Oto-Laryngologica*. (Vol 50). 540-541.
- (6) Buño, W. (1978). "Auditory nerve fiber activity influenced by contralateral ear sound stimulation". *Experimental Neurology*, (Vol. 59). 62-74.
- (7) Warren E., & Liberman M. (1989). "Effects of contralateral sound on auditory-nerve responses. I. Contributions of cochlear efferents". *Hearing Research*, (Vol 37). 89-104.
- (8) Guinan J. (2006). "Olivocochlear Efferents: Anatomy, Physiology, Function, and the Measurement of Efferent Effects in Humans". *Ear and Hearing*: (Volume 27, Issue 6). 589-607.
- (9) de Venecia R., et al. (2005). "Medial Olivocochlear Reflex Interneurons Are Located in the Posteroventral Cochlear Nucleus: A Kainic Acid Lesion Study in Guinea Pigs". NIH. In *J Comp Neurol* (Vol. 487, Issue 4). 345-360.
- (10) Kraus N., & Chandrasekaran B. (2010). "Music training for the development of auditory skills". *Nature Reviews Neuroscience*, 11(8), 599-605.
- (11) Perrot X., & Collet L. (2014). Function and plasticity of the medial olivocochlear system in musicians: A review. In *Hearing Research* (Vol. 308). 27-40.
- (12) Grassi M., et al. (2017). "Auditory and cognitive performance in elderly musicians and nonmusicians". *PLOS ONE*, 12(11).
- (13) Rodrigues A., Loureiro M., & Caramelli P. (2010). "Musical training, neuroplasticity and cognition". In *Dement Neuropsychol* (Vol. 4, Issue 4). 277-286. Academia Brasileira de Neurologia.
- (14) Collet L., et al. (1990). "Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects". In *Hearing Research*. (Vol. 43). 251-262.
- (15) Micheyl C., Carbonnel O., & Collet L. (1995). "Medial Olivocochlear System and Loudness Adaptation: Differences between Musicians and Non-musicians". *Brain and Cognition*. (Vol 29).

127–136.

(16) Perrot X., et al. (1999). “Stronger bilateral efferent influences on cochlear biomechanical activity in musicians than in non-musicians”. In *Neuroscience Letters* (Vol. 262).

(17) Stuart A., & Daughtrey E. (2016). “On the relationship between musicianship and contralateral suppression of transient-evoked otoacoustic emissions”. *Journal of the American Academy of Audiology*, Vol 27 (4), 333–344.

(18) Bidelman G., et al. (2014). “Psychophysical auditory filter estimates reveal sharper cochlear tuning in musicians.” *The Journal of the Acoustical Society of America*. (Vol. 136). 33–39.

(19) Tarnowska E., Wicher A. & Moore B. (2020). “No Influence of Musicianship on the Effect of Contralateral Stimulation on Frequency Selectivity”. *Trends in Hearing*, 24.

(20) Bidelman G., Nelms C. & Bhagat, S. (2016). “Musical experience sharpens human cochlear tuning”. *Hearing Research*, 335. 40–46.

(21) Emmerich E., Rudel L. & Richter F. (2008). “Is the audiologic status of professional musicians a reflection of the noise exposure in classical orchestral music?” *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 265(7). 753–758.

(22) Maas, C. (2019). “Prevalence of High-Frequency Notched Audiometric Configurations Among University Music Students and Faculty”. University of northern Colorado. Scholarship & Creative Works @ Digital UNC. 1-70.

(23) Robinette, M. (1992). “Clinical observations with transient evoked otoacoustic emissions with adults”. Mayo Clinic, Rochester, Minnesota. 23-35.

(24) Brashears S., et al. (2003). “Olivocochlear Efferent Suppression in Classical Musicians”. In *Journal of the American Academy of Audiology* (Vol. 14). 314-324.

(25) Bidelman G., et al. (2017). “Musicianship enhances ipsilateral and contralateral efferent gain control to the cochlea”. *Hearing Research*, 344. 275–283.

(26) Silva P., Fiorini A. & Azevedo M. (2017). “Otoacoustic emissions in young adults exposed to drums noise of a college band”. *Revista CEFAC*, 19 (5), 645–653.

(27) Pawlaczyk-Łuszczynska, M., et al. (2021). “Pure-tone hearing thresholds and otoacoustic emissions in students of music academies”. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (3), 1–27.

## 11. ANEXOS

### Anexo 1

#### Cuestionario de exposición a entrenamiento musical

##### Nombre voluntario:

Este cuestionario nos entregará información para determinar si Ud. cumple con los criterios de inclusión y exclusión para pertenecer a algún grupo de estudio de nuestro trabajo.

Las preguntas están relacionadas a su exposición a entrenamiento musical y otras variables de interés. Seleccione su opción encerrando en un círculo la opción "Sí" o "No".

1. ¿Usted ha recibido entrenamiento musical formal?

SÍ

NO

2. Si su respuesta fue sí a la pregunta (1); ¿Ha recibido entrenamiento musical formal por 8 años o más?

SÍ

NO

3. Si su respuesta fue sí a la pregunta (1); ¿Su entrenamiento musical formal comenzó a sus 12 años de edad o antes?

SÍ

NO

4. Si su respuesta fue sí a la pregunta (1); ¿Se encuentra realizando práctica musical de manera activa (en algún conjunto musical o clases prácticas)?

SÍ

NO

5. Si su respuesta fue no a la pregunta (1); ¿Ha recibido entrenamiento musical autodirigido por 3 años o menos?

SÍ

NO

6. Si su respuesta fue no a la pregunta (1); ¿Ha recibido algún tipo de instrucción musical durante los últimos 5 años?

SÍ

NO

7. ¿Usted es diestro?

SÍ

NO

8. ¿Usted tiene diagnosticada alguna enfermedad neuropsiquiátrica?

SÍ

NO

9. ¿Usted se encuentra tomando medicamentos antidepresivos o ansiolíticos?

SÍ

NO

10. ¿Usted es fumador/a?

SÍ

NO

11. Si su respuesta fue sí a la pregunta (10), por favor indique cuántos cigarros al día fuma aproximadamente

-----

## Anexo 2

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### **“Sistema eferente auditivo y percepción auditiva en sujetos con entrenamiento musical”**

Patrocinante: Departamento de Tecnología Médica, Universidad de Chile

#### **Nombre del Investigador principal:**

Cristián Aedo Sánchez

R.U.T. 15.766.587-6

#### **Coinvestigador:**

Enzo Aguilar Vidal

R.U.T.: 13.569.148-8

Institución: Universidad de Chile

Teléfonos: 993019264

#### **Investigadores:**

*Elian Valdebenito Santibáñez*

Rut: 20.466.464-1

Teléfono: +56956197846

*Wen Zhang Wen*

Rut: 20.677.515-7

Teléfono: +56942150788

**Invitación a participar:** Le estamos invitando a participar en el proyecto de investigación “Sistema eferente auditivo y percepción auditiva en sujetos con entrenamiento musical”.

Esta investigación tiene por objetivos establecer diferencias en el funcionamiento del sistema auditivo entre sujetos expuestos a entrenamiento musical y sujetos sin entrenamiento musical a través de unas pruebas auditivas perceptuales y otra denominada emisiones otoacústicas. El estudio incluirá a un número total de 30 participantes de la región Metropolitana, quienes deberán acudir a la comuna de Independencia para la evaluación.

**Objetivos:** El objetivo de este proyecto es determinar las diferencias en la respuesta del sistema eferente auditivo comparando sujetos con entrenamiento musical previo vs los que

23|MAY|2023





no han tenido un entrenamiento musical, mediante pruebas auditivas

**Procedimientos:** Si usted acepta participar en esta investigación será sometido a una sesión en la cual se realizarán una batería de pruebas: un cuestionario sobre exposición a entrenamiento musical, una impedanciometría (un examen donde se coloca una sonda en el oído y que evalúa el estado del oído medio), una audiometría tonal (un examen para ver cuanto escucha una persona), emisiones otoacústicas (un test que permite evaluar la funcionalidad del oído interno) y una prueba de percepción auditiva. Todas las pruebas serán realizadas en el Laboratorio de Audiología y Percepción Auditiva del Departamento de Tecnología Médica de la Facultad de Medicina Campus Norte de la Universidad de Chile, ubicada en Av. Independencia 1027, Independencia, Santiago

La realización de estas pruebas no excederá el periodo de una hora.

### **Riesgos y costos**

Los procedimientos anteriormente mencionados no representan ningún riesgo para su salud y no representan ningún costo para usted., así como también no recibirá ninguna compensación económica por su participación en el estudio.

### **Beneficios**

*Al participar del presente estudio, estará contribuyendo al progreso del conocimiento y a dar un mejor tratamiento a futuros pacientes. Se hará la entrega de una copia de las evaluaciones realizadas, así como también se orientará sobre el proceder según el sistema de salud al que pertenezca.*

### **Confidencialidad**

*Todos los resultados obtenidos serán utilizados en el proyecto de tesis para optar al título profesional de Tecnólogo Médico con mención en Otorrinolaringología. Toda la información derivada de su participación en este estudio será conservada en forma de estricta confidencialidad e incluidos en una base de datos que estará sometida a la ley N° 19.628. Cualquier publicación o comunicación científica de los resultados será completamente anónima.*

### **Voluntariedad:**

*Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria y podrá retirarse de este estudio en cualquier momento, comunicándolo al investigador y sin perjuicio sobre su persona. De igual manera el investigador podrá determinar su retiro del estudio si consideran que esa decisión va en su beneficio.*

### **Derechos del participante:**

Usted recibirá una copia íntegra y escrita de este documento firmado, además recibirá todos sus resultados asociados esta investigación. Si usted requiere cualquier otra información sobre su participación en este estudio o bien conocer los resultados puede comunicarse con:

Investigador: Nombres y teléfonos.

23|MAY|2023



Autoridad de la Institución: Nombre y teléfono.

En caso de duda sobre sus derechos debe comunicarse con el Presidente(a) del "Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos", Dra. Lucia Cifuentes., Teléfono: 2 - 978 95 36, Email: ceish.med@uchile.cl, cuya oficina se encuentra ubicada a un costado de la Biblioteca Central de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile en Av. Independencia 1027, Comuna de Independencia.

**Conclusión:**

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento y de haber podido aclarar todas mis dudas, otorgo mi consentimiento para participar en el proyecto "*Sistema eferente auditivo y percepción auditiva en sujetos con entrenamiento musical*"

**Nombre del participante**

Fecha:

Rut:

Firma:

**Nombre del director de institución o delegado Art. 11 Ley 20120**

Fecha:

Rut:

Firma:

**Nombre del investigador**

Fecha:

Rut:

Firma:

**Nombre del tesista**

Fecha:

RUT:

Firma:

23|MAY|2023



Santiago, 23 de octubre de 2023

## ACTA CURSO TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

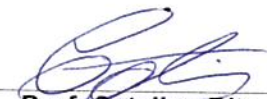
El **Sr. Elian Valdebenito Santibáñez**, estudiante de Tecnología Médica con Mención en Otorrinolaringología, cumpliendo con los requisitos establecidos en el plan de estudio, realizó durante el noveno semestre de la carrera, la Tesis Profesional titulada: **“Sistema eferente auditivo y percepción auditiva en sujetos con entrenamiento musical”**, dirigida por el **Prof. Cristián Aedo Sánchez** y el **Prof. Enzo Aguilar Vidal**, ambos académicos del Laboratorio de Audiología y Percepción Auditiva del Departamento de Tecnología Médica, Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

La Escuela de Tecnología Médica designó para su corrección una Comisión integrada por: **Prof. Gonzalo Cuellar**, académico del Departamento de Tecnología Médica Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. y la **TM. Francisca Acuña**, Tecnólogo Médico UAPORINO- La Florida.

La calificación obtenida se detalla a continuación:

<b>Corrector 1 Prof. Gonzalo Cuellar</b>	6.92	25%
<b>Corrector 2 TM. Francisca Acuña</b>	6.89	25%
<b>Tutor(es) Guía:</b>		
<b>Evaluación intermedia</b>	6.60	25%
<b>Nota final tutor</b>	6.50	25%
<b>Nota final tesis profesional</b>	<b>6.73</b>	

En consecuencia el estudiante **Elian Valdebenito Santibáñez** aprueba satisfactoriamente la asignatura.



**Prof. Catalina Rita .**  
Coordinador(a) curso  
Trabajo de Investigación



HERNAN RODRIGO  
TORRES RIVERA  
15.932.579-2  
07/11/2023 - 16:07  
ESTE DOCUMENTO CONTIENE FIRMA ELECTRÓNICA AVANZADA  
<https://ceropapel.uchile.cl/validacion/verificador>  
CV: 654a8b0eea0aedf96dbbfc3f

**Prof. Hernán Torres.**  
PEC curso  
Trabajo de Investigación

Santiago, 23 de octubre de 2023

## ACTA CURSO TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La **Srta. Ya Wen Zhang Wen**, estudiante de Tecnología Médica con Mención en Otorrinolaringología, cumpliendo con los requisitos establecidos en el plan de estudio, realizó durante el noveno semestre de la carrera, la Tesis Profesional titulada: **“Sistema eferente auditivo y percepción auditiva en sujetos con entrenamiento musical”**, dirigida por el **Prof. Cristián Aedo Sánchez** y el **Prof. Enzo Aguilar Vidal**, ambos académicos del Laboratorio de Audiología y Percepción Auditiva del Departamento de Tecnología Médica, Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

La Escuela de Tecnología Médica designó para su corrección una Comisión integrada por: **Prof. Gonzalo Cuellar**, académico del Departamento de Tecnología Médica Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. y la **TM. Francisca Acuña**, Tecnólogo Médico UAPORINO- La Florida.

La calificación obtenida se detalla a continuación:

<b>Corrector 1 Prof. Gonzalo Cuellar</b>	6.92	25%
<b>Corrector 2 TM. Francisca Acuña</b>	6.89	25%
<b>Tutor(es) Guía:</b>		
<b>Evaluación intermedia</b>	6.60	25%
<b>Nota final tutor</b>	6.50	25%
<b>Nota final tesis profesional</b>	<b>6.73</b>	

En consecuencia la estudiante **Ya Wen Zhang Wen** aprueba satisfactoriamente la asignatura.



**Prof. Catalina Rita .**  
Coordinador(a) curso  
Trabajo de Investigación



HERNAN RODRIGO  
TORRES RIVERA  
15.932.579-2  
07/11/2023 - 16:03

**UNIVERSIDAD  
DE CHILE**

ESTE DOCUMENTO CONTIENE FIRMA ELECTRÓNICA AVANZADA  
<https://ceropapel.uchile.cl/validacion/verificador>  
CV: 654a8a01ea0aedf96dbbfc19

**Prof. Hernán Torres.**  
PEC curso  
Trabajo de Investigación