

ESTUDIO SOBRE LA SUPRESIÓN CONTRALATERAL DE LAS OTOEMISIONES ACÚSTICAS TRANSITORIAS, UMBRALES AUDITIVOS Y HÁBITOS RECREATIVOS EN ADOLESCENTES

María, Hinalaf, Marta Leonor Pavlik, Ester Cristina Biassoni, Mario René Serra¹,
Carlos Augusto Curet², Mónica Abraham, Silvia Joeques, María Rosa Yacci, Andrea Righetti³

Fecha de Recepción: 13 de mayo de 2011
Fecha de Aprobación: 27 de junio de 2011

Resumen

El presente artículo se desarrolla en el marco de la línea de Conservación de la Audición implementada en el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica de Argentina, donde se estudia el aspecto auditivo y psicosocial por un período de 4 años. El objetivo del presente estudio es analizar, en adolescentes entre 14 y 15 años, la relación de la Vía Eferente Medial- mediante la prueba de la Supresión Contralateral (SC) de las Otoemisiones Acústicas Transitorias (TEOAEs)- con: a) los umbrales auditivos de la audiometría y b) la exposición a altos niveles

¹ Investigación realizada en el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) Unidad Asociada del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional Córdoba (FRC), Córdoba, Argentina. María Hinalaf: Lic. en Fonoaudiología. Becaria de CONICET. Doctorado en curso. Miembro del equipo de investigación en la línea de Conservación de la Audición del CINTRA. Marta Leonor Pavlik: Lic. en Fonoaudiología. Doctorado en curso. Directora del Departamento de Investigación, Extensión y Capacitación de la Escuela de Fonoaudiología, Facultad de Ciencias Médicas (FCM) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Coordinadora del Área de Audiología del CINTRA. Ester Cristina Biassoni: Lic. en Psicología. Especialista en Psicoacústica y Conservación de la Audición. Investigadora de CONICET. Codirectora del Proyecto en la línea de Conservación de la Audición del CINTRA. Mario René Serra: Ingeniero Electrónico, Electricista. Especialista en Acústica y Conservación de la Audición. Investigador de CONICET. Director del Proyecto en la línea de Conservación de la Audición del CINTRA. Mónica Abraham: Lic. en Psicología. Becaria Doctoral de CONICET. Doctorado en curso. Miembro del equipo de investigación en la línea de Conservación de la Audición del CINTRA.

² Centro Otorrinolaringológico de Alta Tecnología (COAT), Centro Formador de la FCM de la UNC, Argentina. Carlos Augusto Curet: Doctor en Medicina. Profesor Adjunto Dedicación Simple en Otorrinolaringología de la FCM de la UNC. Director del COAT.

³ Instituto de Estadísticas y Demografía (IED) de la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) de la UNC, Argentina. Silvia Joeques: Lic. en Estadística. Magíster en Estadística Aplicada. Doctorado en curso. Profesora Titular Dedicación Exclusiva en la FCE de la UNC. María Rosa Yacci: Contadora Pública Nacional. Maestría en curso. Jefa de Trabajos Prácticos en la FCE de la UNC. Andrea Righetti: Contadora Pública Nacional. Maestría en curso. Docente de la FCE de la UNC.

sonoros de música en actividades recreativas. Los resultados del primer año de estudio (Test) mostraron que los umbrales auditivos y los diferentes niveles de exposición a actividades musicales no influyeron sobre el efecto de la SC. En la mayoría de los adolescentes evaluados se observó una reducción de la respuesta de las TEOAEs luego de la estimulación acústica contralateral, por lo que se podría inferir que la vía eferente estaría actuando como mecanismo de protección auditiva independientemente de sus umbrales auditivos y niveles de exposición. Se continúa investigando (etapa de Retest) la vulnerabilidad auditiva de este grupo de adolescentes a la exposición crónica a altos niveles sonoros de música.

Palabras clave: Adolescentes, Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas Transitorias, Vía Eferente Medial, Audiometría, Exposición a Música.

STUDY ABOUT SUPPRESSION OF TRANSIENT EVOKED OTOACOUSTIC EMISSIONS, HEARING THRESHOLDS AND RECREATIONAL HABITS IN ADOLESCENTS

Abstract

This study is developed under the line of Hearing Conservation implemented in the Centro de Investigación y Transferencia en Acústica from Argentina, where the hearing and psychosocial aspects are studied for 4 years. The aim of this study is analyze, in adolescents between 14 and 15 years old, the relationship of Medial Efferent pathway -by Contralateral Suppression (CS) of Transient Evoked Otoacoustic Emissions (TEOAEs) - with: a) hearing thresholds of the audiometry and b) exposure to high music levels in recreational activities. The results of the first year of study (Test) showed that hearing thresholds and different levels of exposure to musical activities did not influence the effect of the CS. In the majority of adolescents tested showed a reduction in the response of TEOAEs after contralateral acoustic stimulation, as might be infer that the efferent pathway would be acting as a protective mechanism hearing regardless of their hearing thresholds and levels of exposure. This research has been developed (Retest stage) the study of hearing vulnerability of this group of adolescents to chronic exposure to high music levels.

Key words: Adolescents, Contralateral Suppression of Transient Evoked Otoacoustic Emissions, Medial Efferent Pathway, Audiometry, Music Exposure.

INTRODUCCIÓN

Debido al significativo aumento del deterioro auditivo observado en edades cada vez más tempranas, se ha intensificado la investigación al respecto en las etapas correspondientes a la adolescencia y niñez (Niskar y cols., 2001; Chung y cols., 2005). A su vez, la literatura informa que en los últimos años la exposición a altos niveles sonoros por parte de los adolescentes y los jóvenes durante sus tiempos de recreación ha au-

mentado también en forma significativa (Sadhra y cols., 2002; Plontke y cols., 2004).

Los adolescentes se exponen frecuentemente a lo que técnicamente se denomina “Ruido no Ocupacional” ó también llamado por otros investigadores “Ruido Social”, ambos términos se refieren a todas las fuentes sonoras producto de alguna actividad de ocio no relacionada al ambiente laboral (Zenker y cols., 2001; Jofre y cols., 2009). Estas fuentes sonoras provienen principalmente

de la escucha de música a altos niveles sonoros, ya sea en el hogar, fuera de él o a través del uso de reproductores personales de música (Serra y cols., 1998; Müller y cols., 2010).

Cabe destacar que la creciente popularidad de los dispositivos portátiles de música en los jóvenes contribuye aún más a la mayor exposición a altos niveles sonoros de esta franja etárea (Kasper, 2006). Además, la moderna tecnología ha permitido perfeccionar los soportes de audio y de equipos (incluidos los reproductores personales de música), a lo que se agrega las mayores facilidades para adquirirlos incluso por los sectores sociales más desfavorecidos, esto explica en gran parte la amplia difusión y el significativo incremento del consumo de tales productos (Serra y cols., 2007; Serra y cols., 2009).

El deterioro auditivo producido por la exposición a ruido no sólo depende de factores propios del estímulo sonoro como su intensidad, duración, frecuencia, entre otros, sino también de la sensibilidad individual de padecer una hipoacusia inducida por ruido.

Cuando los sonidos son intensos el oído desencadena reflejos de protección, el más conocido es el “reflejo acústico estapedial”, propio del oído medio; pero también existe otro “mecanismo coclear de protección” que actúa a través del efecto producido por la vía eferente medial.

En el año 1946, Rasmussen describió la anatomía de la vía eferente medial, constituida por un haz olivococlear que se origina en la zona medial del complejo olivar superior y cruza a nivel del piso del IV ventrículo, para dirigirse principalmente a la cóclea contralateral hasta inervar directamente a las células ciliadas externas (CCE). Una de las funciones que se le atribuye a este sistema es precisamente la protección de las células sensoriales del órgano de Corti frente a los estímulos sonoros de intensidad elevada (Rajan, 1990).

Varias investigaciones apoyan la hipótesis que la vía olivococlear medial actúa como mecanismo protector para reducir el daño del receptor durante la exposición a ruido intenso (Rajan, 2000; 2001; Valeiras y cols., 2005). Ello ha permitido considerar a este mecanismo como un “reflejo intrínseco coclear” que actúa como protector del oído ante el ruido (Werner, 2001).

La evaluación de la vía eferente medial se efectúa mediante métodos electrofisiológicos, de allí que se incorpora dentro de las Otoemisiones Acústicas (OAEs) el estudio de la Supresión Contralateral (SC) para conocer su funcionamiento y evaluar a su vez el estado coclear. La SC es un estudio que se aplica en los distintos tipos de OAEs, ya sean Espontáneas o Provocadas. A su vez, las OAEs Provocadas, según el tipo de señal acústica de excitación, se dividen en Transitorias (TEOAEs) y Productos de Distorsión (DPOAEs). En la presente investigación, específicamente se estudia sobre la SC en las TEOAEs.

El estudio de la SC se considera una técnica objetiva, sencilla e incruenta para el estudio de la vía eferente medial (Werner, 2001; Valeiras y cols., 2005; Muñiz y cols., 2006).

En relación a la pérdida auditiva inducida por ruido debe destacarse que algunas personas presentan una vulnerabilidad especial frente a la exposición excesiva de ruido, debido a que poseen “oídos sensibles o lábiles”; mientras que otros se caracterizan por tener lo que se denomina “oídos duros”, es decir, que toleran más el impacto acústico excesivo sin daño auditivo evidente. El mecanismo subyacente de este fenómeno no se conoce en su totalidad, es por ello la importancia de indagar sobre la vía eferente medial y su función protectora contra la exposición excesiva a ruido (Maison y Liberman, 2000).

Conocer si el estudio de la vía eferente medial puede predecir la susceptibilidad individual

podría contribuir a la preservación de la función auditiva. Es por ello, el interés en el presente trabajo, de analizar en adolescentes, los resultados obtenidos de la SC para relacionarlos con los umbrales auditivos correspondientes al rango convencional y extendido de alta frecuencia.

Estudios recientes muestran que la exposición continuada tanto a ruido ocupacional como a ruido recreativo ocasionaría desplazamientos permanentes del umbral auditivo (daño auditivo irreversible) a lo largo del tiempo debido a la acumulación gradual de daño que se va produciendo en las células externas del oído interno. Precisamente, Müller y cols. (2010) consideran esperable que las exposiciones regulares a altos niveles sonoros de música por parte de los jóvenes causen daño irreversible en la audición a lo largo de los años.

El presente trabajo se desarrolla en el marco de un Programa de Conservación y Promoción de la Audición en Adolescentes implementado en el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) de la ciudad de Córdoba, Argentina, donde se aborda multidisciplinariamente la problemática en estudio. En el caso particular de esta presentación se destaca la consideración de dos aspectos: el psicosocial y el auditivo. En el aspecto psicosocial interesa conocer los niveles de participación en actividades recreativas con música a altos niveles sonoros. En el aspecto auditivo interesa estudiar el funcionamiento de la vía eferente medial a través de la SC de las TEOAEs y conocer los umbrales auditivos a través de la Audiometría en el Rango Convencional y Extendido de Alta Frecuencia.

El objetivo del estudio es analizar, en esta primera etapa, la posible relación del estudio de la Vía Eferente Medial con: los umbrales auditivos y los hábitos recreativos que implican exposición a altos niveles sonoros de música en los adolescentes. En etapas posteriores se intentará deter-

minar si a través de la SC puede conocerse la sensibilidad auditiva individual, especialmente en aquellas personas que están expuestas a niveles sonoros altos durante tiempos prolongados y de esta forma contribuir a la identificación temprana de las personas más susceptibles a la acción del ruido no ocupacional. La interrelación de las variables consideradas, podría constituir un aporte importante no sólo para contribuir al diagnóstico sino también para la prevención y la salud auditiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Estudio

La investigación que se lleva a cabo es de tipo longitudinal y en la actualidad se halla en desarrollo. Se trabaja con adolescentes pertenecientes a Escuelas Técnicas (IPEMs) de la Ciudad de Córdoba, Argentina, que participan en el Programa implementado en el CINTRA.

El estudio abarca un período de 4 años en cada Escuela. En el año 2006 se inició con la Primera Escuela (Escuela N° 1), incorporándose anualmente un nuevo establecimiento educativo. Se presentan aquí los resultados obtenidos de 69 adolescentes en el primer año de trabajo en la Escuela N° 1.

Para el estudio del nivel de significación del efecto supresor (diferencia de la amplitud general sin y con EAC) en relación a ambos oídos se aplicó el test T Student.

Se utilizó un Modelo Lineal General para mediciones repetidas cuando se analizaron: la amplitud de las frecuencias comparándolas entre sí; las diferencias de la amplitud sin y con EAC de todas las frecuencias; el efecto supresor con los tres niveles de Exposición General a Música; el efecto supresor con los umbrales auditivos correspondientes a las frecuencias evaluadas en la audiometría.

Para la comparación de las diferencias de amplitud sin y con EAC se aplicó un test T apareado. En todos los casos se consideró un nivel de significación del 5% ($p < 0,05$).

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para analizar la posible relación entre el efecto supresor y los umbrales auditivos correspondientes a las frecuencias evaluadas en la audiometría.

Para el análisis estadístico se utilizaron los software SPSS Versión 17 e InfoStat Versión 10 (Di Rienzo y cols., 2010).

Participantes

Los adolescentes de esta Escuela, en su mayoría varones, cursaban Tercer Año del Ciclo Básico Unificado cuando participaron en el estudio (Test), con edades que oscilaban entre 14 y 15 años. Se trabajó con los adolescentes que aceptaron la participación voluntaria y contaban con el consentimiento informado firmado por sus padres o tutores. A través del consentimiento se los interiorizó sobre las características del estudio, su finalidad y procedimiento.

Se incluyeron en la investigación aquellos adolescentes que tuvieron en ambos oídos las TEOAEs presentes, es decir, dentro de los parámetros considerados normales y el oído medio en buenas condiciones. Fueron excluidos aquellos adolescentes que no cumplieron con estos criterios.

Los criterios establecidos para determinar las TEOAEs presentes fueron: Reproducibilidad $\geq 70\%$ y una Relación Señal Ruido (SNR) ≥ 6 dB SPL en al menos 3 frecuencias estudiadas (1000, 1500, 2000, 3000, 4000) Hz.

El criterio para descartar cualquier problema conductivo, fue presentar la Timpanometría con Timpanograma tipo A, de acuerdo a la clasificación de Jerger (Sonellas Soler, 2003).

Los estudios audiológicos fueron llevados a cabo en una cabina audiométrica móvil (CAM), acústicamente acondicionada, que cumplimenta con el ambiente exigido por la Normativa vigente — IRAM 4028-1 (1977) e ISO 8253-1 (1989) — en relación a su aislamiento sonoro del ruido exterior y a la absorción sonora interior. El diseño, construcción y optimización de la CAM, como un desarrollo tecnológico, fue llevado a cabo en el CINTRA.

Procedimiento

a) Aspecto Auditivo

Los adolescentes evaluados tenían un Reposo Auditivo aproximado de doce horas previo a la realización de los estudios audiológicos. Dichos estudios eran llevados a cabo durante la mañana considerando que los adolescentes habían tenido un descanso auditivo nocturno.

Para estudiar el aspecto Auditivo se aplicaron las siguientes pruebas:

- Cuestionario de Estado Auditivo para conocer antecedentes que pueden afectar la función auditiva. Fue construido ad hoc siguiendo los lineamientos aportados por la Norma ISO TC 43: CD 389-5.
- Otoscopía, para conocer el estado del canal auditivo.
- Timpanometría, para determinar el estado del oído medio y su relación con los posibles problemas conductivos.
- Audiometría, en los rangos convencional y extendido de alta frecuencia.
- SC de las TEOAEs.

A continuación se detalla el procedimiento seguido para la toma de las dos últimas pruebas mencionadas:

Audiometría

Se realizó audiometría en los rangos convencional (250–8000) Hz y extendido de alta frecuencia (8000–16000) Hz, como método subjetivo, cumplimentando con las Normas IRAM 4028-1, ISO 8253-1 e ISO 8253-5, a fin de determinar el umbral auditivo en toda la gama audible del individuo. Para llevar a cabo el estudio se consideró el siguiente protocolo:

El ajuste de los auriculares para lograr la colocación óptima en el sujeto, se aplicó en un oído, una señal de 8000 Hz. con un nivel sonoro entre los 20/30 dB HL. La colocación óptima del auricular se obtuvo cuando el sujeto posicionó el auricular una vez lograda la percepción del tono al máximo nivel sonoro. Luego se realizó el mismo ajuste para el otro oído.

Para determinar los umbrales auditivos, el procedimiento comenzó en el rango convencional con la frecuencia 1000 Hz y se continuó hasta 8000 Hz. Luego se repitió 1000 Hz. y se descendió hasta los 250 Hz. Luego, para el rango extendido, se repitió la frecuencia 8000 Hz. y se continuó hasta los 16000 Hz. Las frecuencias 1000 y 8000 Hz. fueron medidas dos veces por oído.

Los saltos del estímulo auditivo de la audiometría fue fijado en 3 dB HL para una mayor discriminación.

De acuerdo a los resultados de la audiometría se dividió a los oídos estudiados en dos grupos: “Normal” con umbrales auditivos dentro de los parámetros normales ≤ 18 dB HL en cada una de las frecuencias analizadas en ambos rangos de frecuencias; “Con Descenso” con umbrales auditivos > 18 dB HL en una ó más frecuencias evaluadas.

Supresión Contralateral (SC) de las Otoemisiones Acústicas Transitorias (TEOAEs)

Para la realización del estudio de la SC se aplicó el siguiente procedimiento:

- a) TEOAEs en cada oído por separado, en forma ipsi u homolateral. Se utilizó estímulo “click”, modo “no lineal”, con una intensidad de aproximadamente 80 dB SPL. Las frecuencias estudiadas fueron 1000, 1500, 2000, 3000 y 4000 Hz.
- b) TEOAEs en el oído homolateral y al mismo tiempo estimulación del oído contralateral con masking (Banda Ancha), provisto por el audiómetro, a una intensidad de 50 dB HL. En la supresión de las OAEs la señal contralateral, puede ser ruido de banda ancha, ruido de banda estrecha o tono puro, siendo el más efectivo el ruido de banda ancha debido a que produce mayores efectos supresores en comparación con los otros estímulos acústicos (Collet y cols., 1994).

Para estudiar la vía eferente medial se realizó la verificación del efecto supresor observando la variación de la amplitud general de las TEOAEs sin y con estimulación acústica Contralateral (EAC). Para la presente investigación se consideró presencia de efecto supresor si la diferencia de los valores obtenidos en la amplitud general sin EAC y con EAC era positiva, en caso de ser negativa se consideró ausencia del efecto supresor.

Equipamiento para el estudio auditivo

Los instrumentos utilizados fueron:

- Otoscopio clínico.
- Impedanciómetro automático “Minitymp” Kamplex MT10 Interacoustics.
- Equipo de OAEs Otodynamics DP ECHO-PORT ILO 292 USB II. Sonda UGD TE+DPOAE Probe, que provee el mismo equipamiento
- Laptop con Sistema Operativo Windows XP. Un software de análisis clínico y gestión de datos llamado ILOV6, para el registro y realización de los estudios de las OAEs.

- Audiómetro Madsen Orbiter 922. Sonda EAR TONE A3 para la aplicación del masking en el oído Contralateral para evaluar la SC y auriculares normalizados Senheiser HDA 200 para la realización de la audiometría.
- Cabina Acústica, con niveles de ruido interno dentro de los parámetros exigidos.

b) Aspecto Psicosocial

Para el estudio del aspecto Psicosocial se administró un Cuestionario de Actividades Extraescolares (CAE), construido por el equipo de investigación del CINTRA, para conocer el comportamiento de los adolescentes con respecto a sus hábitos recreativos.

El Cuestionario aplicado permite conocer en detalle la frecuencia con que participan en dichas actividades, desde cuándo lo hacen, los tiempos dedicados a cada una de ellas y los niveles sonoros a que se exponen. A partir de las respuestas de los adolescentes se establecieron los niveles de participación en cada una de las actividades mencionadas clasificándolos de acuerdo a una escala nominal en: No Participa, Nivel Bajo, Nivel Medio y Nivel Alto. Se ponderó la participación en 3 actividades por resultar las más peligrosas para la función auditiva, éstas son: Participación en Bandas de música y/o Tocar un Instrumento Musical, Asistencia a Discotecas y Uso de Reproductores Personales de Música. A partir de la combinación de los niveles de participación en las actividades recreativas se estableció la “Exposición General a Música”, con las siguientes categorías: “Exposición Baja”, “Exposición Media”, “Exposición Alta”.

Las pruebas fueron aplicadas en forma colectiva en aulas del establecimiento educativo. Se conformaron grupos de 10 a 15 adolescentes para un mejor manejo del grupo.

RESULTADOS

Aspecto Auditivo

a) Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas: Para el análisis de los resultados obtenidos de las TEOAEs en las instancias sin y con EAC se trabajó con los siguientes datos:

- Amplitud general (dB SPL).
- Amplitud (dB SPL) en las frecuencias 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 Hz.
- Efecto supresor (diferencia de la amplitud general sin y con EAC).

b) Audiometría: Para el análisis de los resultados se trabajó con los umbrales auditivos correspondientes al rango convencional (250–8000) Hz y extendido de alta frecuencia (8000–16000) Hz.

Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas

La muestra, cuyos resultados se presentan aquí, estuvo conformada por 69 adolescentes.

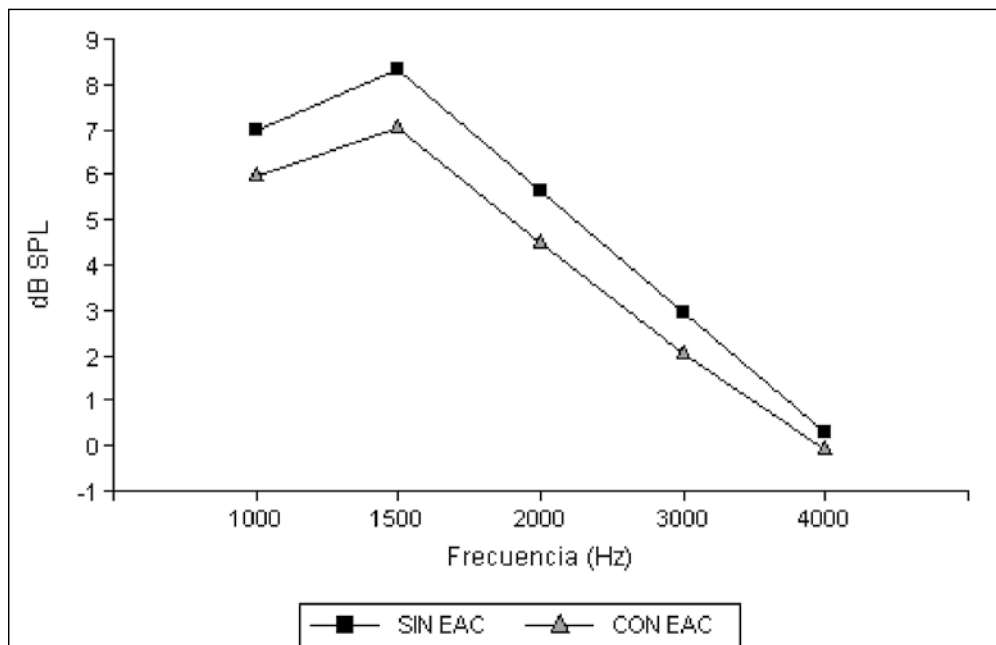
Se estudiaron las diferencias del efecto supresor entre oído izquierdo-derecho mediante el test T Student. No se encontraron diferencias significativas entre ambos oídos ($T = 0,16$), lo que permitió evaluar el efecto supresor considerando los 138 oídos para el análisis estadístico.

Del total de la muestra (138 oídos) se observaron 33 oídos (24%) con ausencia del efecto supresor y 105 oídos (76%) con presencia del efecto supresor.

A continuación, en la Figura 1, se muestra el promedio de la amplitud obtenida en las TEOAEs sin EAC y con EAC para cada frecuencia evaluada correspondiente a los oídos con presencia del efecto supresor.

Se analizó, en los 105 oídos, el nivel de significación de la amplitud de las frecuencias comparán-

Figura 1. Promedios de la amplitud en cada frecuencia sin EAC y con EAC



dolas entre sí y las diferencias de la amplitud sin y con EAC de todas las frecuencias, para ello se utilizó un Modelo Lineal General para mediciones repetidas. De acuerdo a este análisis, se observó un nivel de significación alto ($F = 69,235$; $p < 0,0001$) en la amplitud de las frecuencias comparadas entre sí. Además los resultados mostraron diferencias altamente significativas en amplitud sin y con EAC ($F = 134,117$; $p < 0,0001$).

Posteriormente se aplicó el Test T apareado para determinar la significación de las diferencias entre las amplitudes sin y con EAC para cada frecuencia (Tabla 1). En todos los casos esta diferencia fue significativa indicando una disminución en la amplitud luego de aplicar la EAC.

Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas y Audiometría

De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de la audiometría el 76% (105 oídos) corresponden al Grupo Normal, mientras que el 24% (33 oídos) pertenecen al Grupo Con Descenso.

Del total de los oídos que presentaron efecto supresor el 75% (79 oídos) pertenecen al Grupo Normal y el 25% (26 oídos) pertenecen al Grupo Con Descenso. Del total de los oídos con ausencia del efecto supresor el 79% (26 oídos) pertenecen al Grupo Normal, mientras que el 21% (7 oídos) pertenecen al Grupo Con Descenso.

Para analizar la posible relación entre las diferencias de la amplitud general sin y con estimulación acústica (efecto supresor) y los umbrales auditivos de las frecuencias evaluadas se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. Los resultados mostraron ausencia de correlación entre efecto supresor y los umbrales auditivos. No obstante, se decidió estudiar los umbrales auditivos de los oídos que tuvieron presencia y ausencia de efecto supresor empleando el Modelo Lineal General.

En la Figura 2 se muestra los umbrales promedios de audición para las frecuencias evaluadas correspondientes a los oídos con presencia y ausencia de efecto supresor.

Tabla 1. Significación de las diferencias entre las amplitudes sin EAC y con EAC de cada Frecuencia

Frecuencia (Hz)	n	Promedio sin EAC	Promedio con EAC	Diferencia	T(*)	Significación p-valor
1000	105	7,00	5,97	1,04	6,40	0,0001
1500	105	8,32	7,05	1,27	12,18	0,0001
2000	105	5,63	4,47	1,16	7,99	0,0001
3000	105	2,95	2,04	0,91	6,81	0,0001
4000	105	0,30	-0,11	0,42	2,30	0,0117

(*) Valor observado de T

En el análisis con el Modelo Lineal General para mediciones repetidas, se consideró al efecto supresor como factor de agrupamiento y a los umbrales auditivos, como mediciones repetidas sobre el mismo individuo. Los resultados no mostraron influencia del efecto supresor sobre los umbrales auditivos ($F = 0,513$). Con respecto a los umbrales auditivos de las frecuencias evaluadas, el análisis muestra diferencias altamente significativas entre ellas ($F = 15,748$; $p < 0,0001$). No se observó interacción significativa entre ellas ($F = 0,326$).

Posteriormente se analizaron los umbrales auditivos de todos los oídos evaluados según presen-

cia o ausencia de efecto supresor. Para ello se aplicó un Test T a efectos de determinar la significación de las diferencias entre los umbrales auditivos de oídos con presencia y ausencia del efecto supresor para cada frecuencia (Tabla 2). En todos los casos esta diferencia no fue significativa (con excepción de la frecuencia 2000 Hz).

Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas y Aspecto Psicosocial

De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio psicosocial en 69 adolescentes, se observó que: 29 adolescentes (42%) presentaron una “Exposición Baja”; 25 adolescentes (36%) una

Figura 2. Promedios de los umbrales auditivos en cada frecuencia según la presencia y ausencia de efecto supresor

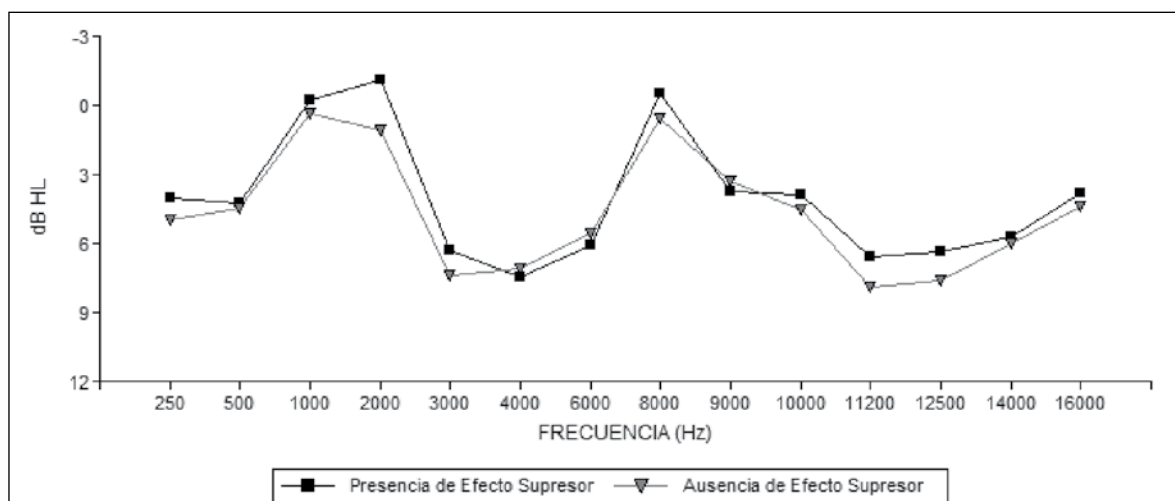


Tabla 2. Significación de las diferencias entre los umbrales auditivos de cada Frecuencia con presencia y ausencia del efecto supresor

Frecuencia (Hz)	n	n	Promedio	Promedio	T(*)	Significación p-valor
	Con Efecto	Sin Efecto	Con Efecto	Sin Efecto		
	Supresor	Supresor	Supresor	Supresor		
250	105	33	4,03	5,00	-1,19	0,1172
500	105	33	4,26	4,45	-0,22	0,4120
1000	105	33	-0,23	0,36	-0,71	0,2407
2000	105	33	-1,09	1,09	-2,21	0,0144
3000	105	33	6,28	7,36	-1	0,1588
4000	105	33	7,43	7,09	0,33	0,6287
6000	105	33	6,09	5,55	0,45	0,6745
8000	105	33	-0,49	0,55	-1,05	0,1483
9000	105	33	3,71	3,27	0,36	0,639
10000	105	33	3,86	4,55	-0,48	0,3144
11200	105	33	6,57	7,91	-0,81	0,2109
12500	105	33	6,37	7,64	-0,55	0,2913
14000	105	33	5,69	6	-0,1	0,4594
16000	105	33	3,83	4,36	-0,19	0,4262

(*) Valor observado de T

“Exposición Media” y 15 adolescentes (22%) una “Exposición Alta”.

Para el estudio de los oídos que presentaron efecto supresor se distribuyeron, según la Exposición General a Música, de la siguiente manera: 43% (45 oídos) pertenecen a la categoría Exposición Baja, 36% (38 oídos) a Exposición Media y 21% (22 oídos) a Exposición Alta. Del total de los oídos que tuvieron ausencia del efecto supresor, 39% (13 oídos) pertenecen a la categoría Exposición Baja, el 36% (12 oídos) a Exposición Media y 25% (8 oídos) a Exposición Alta.

En la Figura 3 se muestran los promedios de amplitud general de los oídos sin EAC y con EAC según la Exposición General a Música correspondientes a los oídos con presencia del efecto supresor.

En la Tabla 3 se muestra un alto nivel de significación entre las diferencias de la amplitud

general, sin EAC y con EAC en cada Grupo de Exposición General a Música en aquellos oídos con presencia del efecto supresor.

En el análisis con el Modelo Lineal General para mediciones repetidas, se consideró la Exposición General a Música como factor de agrupamiento y las amplitudes de las frecuencias como mediciones repetidas sobre el mismo oído. Los resultados de todos los oídos evaluados mostraron, que el nivel de exposición a actividades musicales no influyó sobre la amplitud en las frecuencias estudiadas sin encontrar diferencias significativas entre los grupos de Exposición ($F = 0,023$). En cambio las diferencias fueron altamente significativas en la amplitud en cada uno de los grupos de Exposición (Exposición Baja, $F = 41,73$; $p < 0,0001$; Exposición Media, $F = 35,40$; $p < 0,0001$; Exposición Alta, $F = 19,71$; $p < 0,0001$). Con respecto a la amplitud de las frecuencias, el análisis muestra diferencias alta-

Figura 3. Promedios de amplitud general según Exposición General a Música

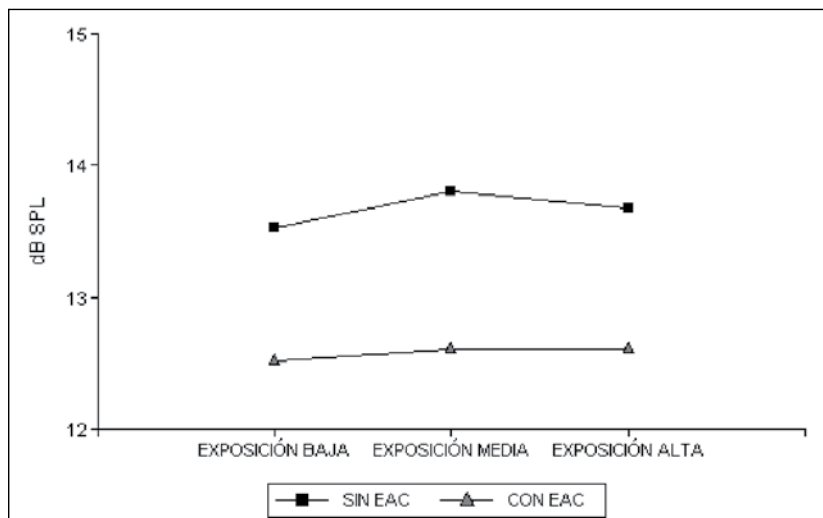


Tabla 3. Significación de las diferencias entre las amplitudes generales sin EAC y con EAC en relación a la Exposición General a Música

Exposición General a Música	n	Promedio sin EAC	Promedio con EAC	Diferencia	T(*)	Significación p-valor
Exposición Baja	45	13,52	12,52	1,00	10,27	<0,0001
Exposición Media	38	13,80	12,61	1,19	11,50	<0,0001
Exposición Alta	22	13,68	12,61	1,07	7,12	<0,0001

(*) Valor observado de T

mente significativas entre ellas ($F = 60,785$; $p < 0,0001$). No se observó interacción significativa entre la amplitud de las frecuencias y los grupos de Exposición ($F = 0,789$). Se encontró diferencia altamente significativa para la amplitud en función a las condiciones sin y con EAC ($F = 35,079$; $p < 0,0001$) pero no hay interacción entre esta variable y los grupos de Exposición ($F = 0,008$). Respecto a la interacción entre la amplitud de las frecuencias en la instancia sin y con EAC, presenta una leve significatividad motivada por el hecho que para la frecuencia 4000 Hz los valores de amplitud se igualan ($F = 3,445$; $p < 0,016$).

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Existen investigaciones que han estudiado la vía eferente medial mediante el estudio de la SC, en relación a variables como edad, sexo, oído derecho e izquierdo, zumbidos, alteraciones del procesamiento auditivo central, neuropatía auditiva, etc. (Fávero Lopes y cols., 2006; Sanches y Carvalho, 2006). Pero aún es necesario profundizar sobre los posibles alcances clínicos de este estudio.

En la presente investigación interesa identificar si el estudio de la vía eferente medial permite conocer la sensibilidad individual ante la exposición a altos niveles sonoros en la etapa adolescente.

Se conoce que las CCE son extremadamente vulnerables al sobrestímulo de sonidos y son las primeras que se afectarán entre las células del oído interno (Hamernick y cols., 1989). Los conocimientos actuales sobre la vía eferente medial, indican que a través de la sinapsis que establece con las CCE, controla y modula los fenómenos contráctiles originados en estas células.

Existen varias hipótesis sobre las funciones de la vía eferente medial en el mecanismo auditivo. Muchos investigadores, (Rajan, 1990; 2000; 2001; Werner, 2001; Valeiras y cols., 2005) atribuyen que esta vía actúa como mecanismo protector y reflejo ante la exposición a ruido intenso.

Si bien se conoce que la Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas es una prueba útil para el estudio de la vía eferente medial, es además relativamente nueva, encontrándose aún en proceso de investigación. Es de importancia profundizar sobre la metodología del estudio para establecer parámetros confiables, ampliar el conocimiento en relación a la exposición a altos niveles sonoros y los posibles alcances clínicos en este tema.

Lo expuesto en el presente trabajo está referido a los primeros resultados de una investigación en desarrollo. Los resultados sobre el efecto supresor mostraron que estuvo presente en el 76% de los oídos, es decir que, en estos oídos se observó una diferencia significativa de la amplitud general sin EAC y con EAC. Además, se observó una reducción en la amplitud en todas las frecuencias evaluadas luego de la aplicación de la EAC manifestando una diferencia estadísticamente significativa. De acuerdo a los resultados mencionados se podría inferir que en los oídos con presencia de efecto supresor se produjo una mayor actividad en la regulación sobre las CCE luego de la aplicación de la EAC, por lo tanto, esto podría estar indicando que en estos oídos el

mecanismo reflejo tendría una acción protectora ante la exposición a ruido.

De acuerdo al estudio de la audiometría los resultados que destacan mayor atención fueron que el 24% (33 oídos) ya presentaba desplazamiento/s de los umbrales auditivos en una ó más frecuencias evaluadas y que en aquellos oídos con ausencia de efecto supresor el 21% (7 oídos) se encontraban en el Grupo con Descenso.

Sin embargo, respecto al efecto supresor y a la audiometría, los resultados de todos los oídos evaluados no muestran relación entre ambas variables. No obstante, se observaron que los umbrales promedios de los oídos con ausencia de efecto supresor se encontraban, en la mayoría de las frecuencias evaluadas, levemente descendidos en comparación a los umbrales auditivos de aquellos oídos con presencia de efecto supresor. Si bien, en este primer año de estudio, esta diferencia no fue estadísticamente significativa, a excepción de la frecuencia 2000 Hz, es de interés conocer si en el Retest (cuarto año de estudio) los umbrales promedios de los oídos con ausencia de efecto supresor acentúan su desplazamiento en comparación a los oídos con presencia de efecto supresor.

Respecto a los resultados referidos a la Exposición General a Música, el 56% de los adolescentes entre 14 y 15 años presentaron un nivel de Exposición Media y Alta. Estos resultados estarían indicando que, desde temprana edad, los adolescentes comienzan a participar en actividades recreativas que suponen una alta exposición a niveles sonoros elevados de música. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas del efecto supresor entre los grupos conformados por el nivel de Exposición General a Música. Estos resultados indican que no se observó influencia de los grupos de exposición sobre el efecto supresor de las TEOAes;

es decir, que se podría inferir que la vía eferente medial estaría actuando como mecanismo de protección, en la mayoría de los adolescentes evaluados independientemente de la participación según los Niveles de Exposición General a Música. Cabe recordar que, en esta etapa del estudio, la edad de los adolescentes oscilaba entre los 14 y 15 años, período en que recién comenzaban a intensificar la escucha de música a altos niveles sonoros.

La repetición del estudio a los mismos adolescentes en el Retest, de acuerdo a lo planificado en el proyecto de investigación, es lo que permitirá conocer con precisión el comportamiento del mecanismo protector de la vía a través del tiempo en relación a los umbrales auditivos y a los niveles de exposición a música de los adolescentes durante ese período.

Con respecto a los oídos que no tuvieron efecto supresor, el 61% pertenecían al Grupo de Exposición Media y Alta. A su vez, el 21% de los oídos que tuvieron ausencia de efecto supresor presentaban descenso auditivo. En relación a estos resultados, este grupo podría considerarse de riesgo auditivo, debido a que aparentemente la vía eferente medial no estaría protegiendo adecuadamente a las CCE en situaciones de exposición a sonidos intensos. A causa de ello surge la hipótesis de que estos oídos podrían ser caracterizados al presente como “oídos sensibles” a la sobrestimulación acústica y a futuro podrían llegar a manifestar un deterioro auditivo temprano. En otras palabras, de confirmarse esta hipótesis, la ausencia de la SC podría contribuir en la identificación temprana de la sensibilidad auditiva de los adolescentes expuestos a dosis elevadas de ruido no ocupacional. Por tanto, es de importancia la continuidad del estudio a fin de conocer a largo plazo qué sucede con este grupo de adolescentes en relación a los umbrales auditivos y comportamiento de riesgo auditivo conjunta-

mente con la función de la vía eferente medial como mecanismo protector.

En conclusión, en esta etapa de investigación se observó una reducción de la respuesta de las TEOAEs luego de la estimulación acústica contralateral, por lo que se podría inferir que la vía estaría actuando como mecanismo de protección en la mayoría de los adolescentes evaluados independientemente de los umbrales auditivos y la participación según los Niveles de Exposición General a Música. El objetivo de la investigación que aquí se describe es continuar con el estudio del efecto supresor en los mismos adolescentes durante los tres años siguientes, a fin de profundizar sobre la especificidad de la prueba y poder relacionarlo con los cambios que se van produciendo en los umbrales auditivos y en los hábitos recreativos de los adolescentes a través del tiempo. A su vez, el estudio de la SC es relativamente nuevo por lo que se hace necesario impulsar trabajos en relación a la temática planteada, para permitir determinar si este estudio podría predecir la sensibilidad individual a exposición a ruido para contribuir a la prevención y a la salud auditiva.

AGRADECIMIENTOS

En Homenaje al Prof. Dr. José Moreno Barral, por el importante apoyo brindado.

REFERENCIAS

- Chung, J. H., Des Roches, C. M., Meunier, J. & Eavey, R. D. (2005). Evaluation of Noise-Induced Hearing Loss in Young People Using a Web-Based Survey Technique. *Pediatrics*, 115 (4), 861-867.
- Collet, L., Veuillet, E., Moulin, A., Morlet, T., Giraud, A. L., Micheyl, C. & Chéry-Croze, S. (1994). Contralateral auditory stimulation and otoacoustic emissions: a review of basic data in humans. *Br J Audio.*, 28, 213-8.

- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Fávero Lopes, M., Sanchez Ganz, T., Bento Ferreira, R. & Nascimento Ferreira, A. (2006). Contralateral suppression of otoacoustic emission in patients with tinnitus. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.*, 72 (2), 223-226.
- Hamernick R. P., Patterson J., Turrentine G. A. & Ahroon W. A. (1989). The quantitative relation between sensory cell loss and hearing thresholds. *Hear. Res.*, 38, 199-212.
- Jofre, P. D., De la Paz, F. P., Platzer, L. M., Anabalón, J. L., Grasset, E. E. & Barnafi, R. N. (2009). Evaluación de la exposición a ruido social en jóvenes chilenos. *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello*, 69 (1), 23-28.
- Kasper, C. A. (2006). *The Simple Guide to Optimum Hearing Health for the MP3 Generation*. New York, NY: Craig A. Kasper.
- Maison, S. F. & Liberman, M. C. (2000). "Predicting vulnerability to acoustic injury with a noninvasive assay of olivocochlear reflex strength," *J. Neurosci.*, 20, 4701-4707.
- Muñiz, J. F., Ventura Morant, A., Algarra, M. J. (2006). Estudio de la correlación existente entre el efecto supresor contralateral y la Fatiga auditiva mediante Otoemisiones Acústicas Transitorias. *Acta Otorrinolaringol Esp.*, 57, 199-203.
- Müller, J., Dietrich, S. & Janssen, T. (2010). Impact of three hours of discotheque music on pure-tone thresholds and distortion product otoacoustic emissions. *J. Acoust. Soc. Am.*, 128, (4), 1853-1869.
- Niskar, A. S., Kieszak, S. M., Holmes, A. E; Esteban, E; Rubin, C. & Brody, D. J. (2001). Estimated prevalence of noise-induced hearing threshold shifts among children 6 to 19 years of age: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994, United States. *Pediatrics*, 108, 40-43.
- Pontke, S. & Zenner Tübingen, H. P. (2004). *Environmental and Occupational Health Disorders: Current aspects of hearing loss from occupational and leisure noise (233-325)* Germany: Schultz-Coulon H. J., editors. Videel OHG.
- Rajan, R. (1990). Electrical stimulation of the inferior colliculus at low rates protects the cochlea from auditory desensitization. *Brain Res.*, 506, 192-204.
- Rajan, R. (2000). Centrifugal pathways protect hearing sensitivity at the cochlea in noisy environments that exacerbate the damage induced by loud sound. *J. Neurosci.*, 20, 6684-6693.
- Rajan, R. (2001). Cochlear outer hair cell efferents and complex-sound-induced hearing loss: protective and opposing effects. *J. Neurophysiol.*, 86, 3073-3076.
- Rasmussen, G. L. (1946). The olivary peduncle and other fiber projections of the superior olivary complex. *J Comp Neurol.*, 84, 141-220.
- Sadhra, S., Jackson, C. A., Ryder, T. & Brown, M. J. (2002). Noise exposure and hearing loss among student employees working in university entertainment venues. *Annual Occupational Hygiene*, 46, 455-463.
- Sanches S. G. G., Carvallo R. M. (2006). Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in Children with Auditory Processing Disorder. *Audiol Neurotol*; 11,366-372.
- Serra, M. R., Biassoni, E. C., Carignani, J. A., Minoldo, G., Franco, G., Serra, S., Pollet,

- A., Joekes, S. & Blanch, N. (1998). Propuesta metodológica para el estudio de los efectos auditivos de la música a altos niveles sonoros en adolescentes. *Fonoaudiológica*, 44 (3), 52-60.
- Serra, M., Biassoni, E., Hinalaf, M., Pavlik, M., Pérez, J., Curet, C., Minoldo, G., Abraham, S., Moreno, J., Reynoso, R., Barteik, M., Joekes, S. y Yacci, M. (2007). Program for the conservation and promotion of hearing among adolescents. *American Journal of Audiology*, 16: 158-164.
- Serra, M.; Biassoni, C.; Pavlik, M.; Perez Villalobo, J.; Hinalaf, M.; Abraham, M.; Gauchat, S.; Curet, C.; Joekes, S.; Yacci, M. y Riguetti, A. (2009). Audición en los adolescentes: un programa multidisciplinario para su conservación y promoción. En prensa.
- Solanellas Soler J. (2003). *Timpanometría. Impedancia auditiva: El impedanciómetro*. En: AEPap ed. Curso de actualización Pediatría 2003. Madrid: Exlibris Ediciones.
- Valeiras, M., Dios, C., Porto, I. & Labella, T. (2005). Estudio del sistema olivococlear medial mediante la supresión contralateral de las otoemisiones acústicas. *ORL-DIPS*, 32 (3), 122-129.
- Werner, A. F. (2001). Los mecanismos protectores de la cóclea ante el ruido. *Rev. Fonoaudiológica*, 47 (3), 42-49.
- Zenker, F., Altahona, M. P. & Barajas, J. J. (2001). La exposición a ruido por actividades de ocio en adolescentes. *Revista de logopedia, foniatría y audiología*, 21, 173-180.