

Comportamiento de las emisiones otoacústicas espontáneas en niños de 4 a 6 años otológicamente normales.

Behaviour of spontaneous otoacoustic emissions in children aged between 4 and 6 years, normal otologically

Corina Farfán R¹, Fresia Solís F², Sergio Figueroa H³, Juan Pablo Lizárraga A³.

RESUMEN

Se sabe que las Emisiones Otoacústicas Espontáneas (EOAE) tienen directa influencia sobre las Emisiones Otoacústicas Transientes Evocadas, entregan una idea del estado de maduración neurológica del sistema auditivo y frecuentemente se encuentran en niños. Debido a que el estudio clínico de EOAE se está incorporando en nuestro país, se estudió el comportamiento de las EOAE en niños de 4 a 6 años, con audición normal (umbrales aéreos de 20 dB HL o menos) y un timpanograma normal (tipo "A" con un peak entre ± 50 mm H₂O) clasificándolos según género, número, ubicación y frecuencia tonal de las EOAE. Las mediciones se realizaron en un grupo de 220 oídos pertenecientes a 110 niños de entre 4 y 6 años de edad, provenientes de colegios de educación pre-básica y básica, del Hogar de Menores de Carabineros "Villa del Menor" y de niños que consultaron el Hospital Clínico San Borja-Arriarán entre marzo y julio del año 2000. Con el fin de lograr una mayor confiabilidad, la medición se realizó dos veces con un intervalo de 1 minuto entre una y otra, determinándose que ellas son concordantes a través de la prueba de Kappa ($p < 0,05$). Se verificó una relación estadísticamente significativa entre las variables género y frecuencia en EOAE

Palabras Claves: emisiones otoacústicas espontáneas en niños

SUMMARY

It is understood that Spontaneous Otoacoustic Emissions (SOAE) have a direct influence on Transient Evoked Otoacoustic Emissions, that they provide an idea of the neurologic maturity state of the auditory system, and are frequently present in children. As the clinical study of SOAE is being put into effect in our country, the SOAE behaviour in children aged between 4 and 6 years with normal hearing (air threshold of 20 dB HL or less) and normal tympanogram (type "A" with peak between ± 50 mm H₂O) is studied, classifying it according to gender, number, location and tonal frequency of SOAE. The measurements are carried out in a group of 220 ears, on 110 children aged between 4 and 6 years, within preschools and elementary schools, the Hogar de Menores de Carabineros "Villa del menor", and children that attended the Hospital Clínico San Borja-Arriarán between March and July of 2000. In order to ensure a greater reliability, the measurement is carried out twice, with a one minute interval between each, and it is determined that they are concordant throughout the Kappa test ($p < 0.05$). A significant statistical correlation between the variables gender and frequency in SOAE is verified.

Key words: spontaneous otoacoustic emissions in children.

1. Tecnólogo Médico. Escuela de Tecnología Médica, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Servicio de Otorrinolaringología Hospital Militar de Santiago
2. Asesora Estadística Escuela de Tecnología Médica, Facultad de Medicina. Universidad de Chile
3. Alumno de Tecnología Médica Mención Otorrinolaringología

INTRODUCCIÓN

El descubrimiento de emisiones otoacústicas efectuado por Kemp revolucionó los estudios del sistema auditivo, aportando una nueva forma de evaluar el desarrollo de este sistema y el grado de audición en niños¹.

Según lo demostrado por Kemp en 1978, el oído (específicamente las células ciliadas externas) es capaz de generar en forma espontánea sonidos de frecuencia pura, los cuales son mensurables y fueron denominados "emisiones otoacústicas espontáneas" (EOAE). Posteriormente se estudiaron los sonidos que se generan mediante la estimulación acústica del oído, los que se clasificaron en Emisiones Otoacústicas evocadas transientes (EOATE), sincronizadas (EOAS) y productos de distorsión (EOAPD).

Las emisiones otoacústicas (EOA) son utilizadas en clínica para estudios audiológicos como una herramienta útil en el diagnóstico de cualquier patología que pueda afectar la cóclea, específicamente a las células ciliadas externas (CCE). Si bien existe un número importante de estudios realizados sobre el tema, la mayoría se han desarrollado en el extranjero, por lo tanto se estimó conveniente observar el comportamiento de las EOAE en nuestra población. Además, contribuir al diagnóstico clínico mediante la descripción del comportamiento de las EOAE en niños normooyentes y usar los resultados como referencia en futuros estudios de pacientes con alguna patología.

El proceso de audición dista mucho de ser un fenómeno pasivo de recepción e interpretación del sonido como se piensa habitualmente. Numerosos estudios han demostrado que este proceso es más complejo de lo que aparenta ser. La vía auditiva se puede dividir en una vía aferente y otra eferente:

Vía auditiva aferente: se inicia en el órgano de Corti y termina en las radiaciones auditivas de la corteza en la circunvalación temporal de Heschl, áreas 41 y 42 de Brodman^{2,4}. Cada cóclea tiene representación ipsi y contralateral en cada corteza temporal.

Vía auditiva eferente: comienza en la corteza auditiva y finaliza en el órgano de Corti. Existen relevos a nivel del cuerpo geniculado interno, colículo inferior,

la oliva bulbar y el núcleo coclear, con ramificaciones a la sustancia reticular y vermis cerebeloso. Se sabe que existen dos vías eferentes: la primera, desde la corteza auditiva hasta la zona talámica y termina en el ganglio geniculado medial ipsilateral; la segunda, también comienza en la corteza auditiva, atraviesa el tálamo y el ganglio geniculado medial hasta llegar al colículo inferior⁵. La parte final de la vía corresponde al haz olivo-coclear o de Rasmussen, que consta de 600 fibras, con un componente ipsilateral y otro cruzado, siendo este último el más numeroso. Además posee varios neurotransmisores relacionados con la protección y regulación de las células ciliadas internas (CCI) y CCE, por lo que se cree ejercen un efecto modulador sobre éstas. La actividad de las fibras eferentes, sea por sonidos o por choques eléctricos, inhiben la actividad de las fibras auditivas aferentes; por lo tanto, el sistema eferente modularía la sensibilidad del órgano receptor⁴.

La evidencia de que la cóclea, además de recibir y analizar los sonidos, es capaz de producir energía acústica de una forma activa fue demostrada por Kemp (1978). Kemp comprobó la existencia de estas emisiones en humanos, tras la estimulación de la cóclea con un estímulo click, registrándolas con un micrófono implantado en el CAE, tras un periodo de latencia entre los 5-15 mseg⁶.

Múltiples trabajos de investigación han confirmado la existencia de estas EOA, atribuyéndolas a las CCE; su existencia se relaciona con una audición dentro de los límites de la normalidad. Dentro de los estudios realizados se han encontrado numerosos hallazgos que avalan la teoría de la responsabilidad en la generación de las EOA por las CCE, dentro de los cuales mencionamos que: a). se han registrado EOA procedentes de cultivos de CCE en cavidades tras estimulaciones con sonidos; b). en animales de experimentación la presencia o ausencia de EOA está en función de la existencia de las CCE; c). las cepas de ratones mutantes w/w, que sólo poseen CCI, no generan EOA; en cambio, las cepas homocigóticas "Bronx Waltzer", en las que sólo se identifican CCE, sí que se registran EOA a pesar de existir una hipoacusia de percepción con ausencia de potencial de acción y reducción del potencial microfónico coclear; y d). la administración de ototóxicos que

lesionan selectivamente las CCE provocan hipoacusia y desaparición de las EOA⁷.

El estudio de las EOAE en neonatos nos provee de información acerca del desarrollo del sistema auditivo. Si bien los hallazgos encontrados en estos estudios no son lo suficientemente claros, aún así la medición de las EOAE dilucida algunas interrogantes acerca del desarrollo de la función coclear¹.

Hoy en día las EOA se definen como la liberación de audiofrecuencias mensurables, tanto cualitativa como cuantitativamente, en el CAE y son el resultado de la capacidad que tienen las CCE para moverse en ambas direcciones de su eje longitudinal. Este fenómeno se conoce como electromotilidad. Permite a las CCE tener una mayor capacidad auditiva mejorando la discriminación de frecuencias y un gran rango dinámico en la percepción de la sonoridad⁶.

La importancia del estudio de las EOA radica en que disponemos de un método de evaluación objetivo de la retroalimentación de la mecánica coclear, por el cual las CCE y las fibras del sistema eferente son responsables de las curvas de sintonía y de discriminación frecuencial asociadas a la audición normal⁶.

Hoy en día hay evidencia de que la generación de EOAE depende de una función coclear normal. El mecanismo exacto de la generación de las EOAE es hasta ahora desconocido; es probable se origine de la actividad de las CCE no lineal en la cóclea⁶.

No se han registrado EOAE en oídos humanos con pérdidas auditivas mayores de 30 dB. Se ha observado que la prevalencia de las EOAE en personas con audición normal es del 72%⁶.

No es raro encontrar múltiples EOAE en el mismo oído; se pueden detectar tanto en uno como en ambos oídos del mismo sujeto⁶. Recientes datos nos muestran que en promedio se localizan cuatro EOAE por cada oído⁶. Cuando se encuentran EOAE en ambos oídos, éstas no son de la misma frecuencia. Sin embargo, el hallazgo de una EOAE en un oído aumenta la probabilidad de encontrar también en el oído opuesto⁶. Además se ha observado, sin tener clara explicación, que se dan dos veces más en mujeres que en hombres. En mujeres se presentan más bilateralmente que en hombres y tienen más

probabilidad de mostrar múltiples EOAE. También se registran EOAE más a menudo en oídos derechos que en oídos izquierdos. Todo esto se ha visto tanto en adultos como en niños. Bilger, Matthies, Hammel y Demorest, citado por Robinette⁶, argumentaron un componente genético (posiblemente ligado al cromosoma X) para explicar las diferencias encontradas en predominio entre géneros. Si hubiera una tendencia genética es probable que se notarían diferencias en el predominio de EOAE entre los grupos raciales. Whitehead, Kamal, Lonsbury-Martin y Martin (1993), citado por Robinette⁶, reportaron diferencias significativas entre tres grupos raciales, constituidos cada uno de ellos por 20 sujetos. Aunque no informaron de un claro predominio de EOAE entre los grupos étnicos, la mayoría de los individuos de raza negra presentaron EOAE, los de raza blanca presentaron en menor cuantía y los asiáticos presentaron un número intermedio³.

El objetivo de este trabajo es describir el comportamiento de las Emisiones Otoacústicas espontáneas en un grupo de niños otológicamente normales de 4 a 6 años.

MATERIAL Y PACIENTES

La muestra total fue de 220 oídos, pertenecientes a 110 niños, entre 4 y 6 años de edad, otológicamente normales (de acuerdo a norma ISO 8253-1:1989), que asistieron a colegios de educación pre-básica y básica, al Hogar de Menores de Carabineros "Villa del Menor" o que consultaron el Hospital Clínico San Borja-Arriarán entre marzo y julio del año 2000. Los requisitos de inclusión fueron:

1. Umbrales auditivos aéreos de 20 dB HL (ANSI 69) o menos, para la cual se les realizó una audiometría de barrido en 20 dB HL con audiómetro Madsen, modelo Midimate 622, en cámara silente Sibelmed, modelo S-40.

2. Tener indemnidad del oído medio, para lo cual se registró un timpanograma el que debió tener una curva tipo "A" según Jerger, comprendido entre ± 50 mm de agua, evaluado con impedanciómetro Interacoustic modelo 426.

En cámara silente Sibelmed S-40, se midieron las EOAE con equipo Madsen, modelo Celesta. Se comenzó alternadamente entre oído derecho e izquierdo, entre un paciente y otro; además se midió dos veces una separada de la otra por 1 minuto. Se determinó como EOAE aquellas que fueron de intensidad igual o superior a 4 dB sobre el nivel de ruido de fondo, registrados automáticamente por el equipo.

Las EOAE se clasificaron según intensidad en:

- Leves: de 4 a 5,9 dB SPL
- Moderadas: de 6 a 10,9 dB SPL
- Intensas: de 11 a 15,9 dB SPL
- Muy intensas: sobre 16 dB SPL

Según frecuencia, se clasificaron, desde 500Hz hasta 8000Hz en octavas perfectas, considerando el último intervalo el de 8001 Hz y más.

Para determinar concordancia entre las dos mediciones de las EOAE, se aplicó prueba de Kappa con p igual o mayor 0,05. Para verificar asociación entre EOAE y las variables estudiadas, se usó dócima basada en distribución χ^2 con $p \geq 0,05$.

RESULTADOS

1. Descripción del grupo estudiado: Se realizó una primera evaluación a un total de 146 niños, de los cuales se descartaron 36 por no cumplir con los requisitos de inclusión al aplicárseles esta primera evaluación; entre las causas de rechazo se encontraron: curvas timpanométricas incompatibles con el estudio; presencia de tapones de cerumen en el conducto auditivo externo que no pudieron ser removidos a la fecha de término y por último, dos casos de hipoacusia sensorioneural que fueron derivadas al especialista correspondiente.

2. Confiabilidad de la medición de EOAE. Conforme a lo planteado en el método, se verificó la confiabilidad del procedimiento de la obtención de las EOAE realizando dos mediciones separadas por un intervalo de tiempo de 1 minuto entre ellas. Una vez obtenidos todos los resultados se les aplicó la prueba de concordancia de Kappa ($k= 0,8173$), a la frecuencia y a la intensidad, lo que corresponde a un valor estadísticamente significativo. En consecuencia, para análisis posteriores de relación entre variables se consideró sólo la primera medición.

3. Asociación entre ubicación de EOAE por oído y género. De los 110 niños estudiados, 60 (54,5%) no tuvieron EOAE en ningún oído; de los 50 restantes, 35 presentaron al menos una EOAE en sólo un oído y, 15 exhibieron al menos una EOAE en ambos oídos. En ambos géneros se observó un predominio de EOAE en el oído derecho (Tabla 2). Se comprobó que no existe una relación significativa entre la intensidad (dB SPL) de las EOAE y el género ($p >0,05$).

4. Asociación entre frecuencia de EOAE y género. En las mujeres se observó un predominio de EOAE en los intervalos de 2001 a 8000 Hz, con una importancia relativa del 72,8%; en los hombres, en tanto, este predominio se encontró en el intervalo de 2001 a 4000 Hz (46,8%). Además se registró una mayor variabilidad en hombres que en mujeres (Tabla 3).

Mediante dócima basada en distribución χ^2 , se determinó que existe significación estadística entre la frecuencia (Hz) de las EOAE y el género. Mediante dócima basada en distribución t de Student, se determinó que los promedios de las

Tabla 2. Ubicación de EOAE por oído según género

Ubicación de EOAE	Género				Total	
	Mujeres		Hombres		n	%
	n	%	n	%		
Solamente en OD	13	54,2	15	57,7	28	56,0
Solamente en OI	3	12,5	4	15,4	7	14,0
Ambos Oídos	8	33,3	7	26,9	15	30,0
Total	24	100,0	26	100,0	50	100,0

frecuencias (Hz) de las EOAE entre géneros son iguales ($p > 0,05$).

5. Asociación entre intensidad de EOAE y género. En las mujeres se observó un predominio de EOAE en el intervalo de intensidad de 6 a 10,9 dB SPL (46,7%) y, en segundo lugar, en el de 4 a 5,9 dB SPL (26,1%), sumando entre ambos intervalos 72,8% de las EOAE obtenidas para ese género. En los hombres este predominio se encuentra en los dos primeros intervalos con un peso relativo de 80,6%. Además la variabilidad fue mayor en mujeres que en hombres. (Tabla 4)

Usando dócima de Chi cuadrado, se comprobó que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las distribuciones de la intensidad de las EOAE al comparar ambos géneros ($p > 0,05$). Por otra parte, los promedios de la intensidad (dB SPL) de las EOAE no difieren estadísticamente entre sí a un nivel de significación de 0,05 ($p < 0,05$)

6. Distribución de la cantidad de EOAE. Se observó que la mayor importancia relativa corresponde a ausencia de EOAE en ambos géneros, con un 63,6% en mujeres y 75,0% en hombres. Considerando el

Tabla 3. Frecuencia (Hz) de EOAE según género

Frecuencia de EOAE (Hz)	Género				Total	
	Mujeres		Hombres		n	%
	n	%	n	%		
500-1000	4	4,4	3	4,8	7	4,6
1001-2000	17	18,4	9	14,5	26	16,9
2001-4000	36	39,1	29	46,8	65	42,2
4001-8000	31	33,7	10	16,1	41	26,6
8001 y más	4	4,4	11	17,8	15	9,7
Total	92	100,0	62	100,0	154	100,0
Promedio	3588,9		4094,1		3793,7	
Desv. estándar	1925,9		2599,9		2229,5	
Coef. variabilidad	53,7		63,5		58,7	

Tabla 4. Intensidad (dB SPL) de EOAE según género

Intensidad de EOAE (dB SPL)	Género				Total	
	Mujeres		Hombres		n	%
	n	%	n	%		
4-5,9	24	26,1	25	40,3	49	31,8
6-10,9	43	46,7	25	40,3	68	44,2
11-15,9	8	8,7	5	8,1	13	8,4
16 y más	17	18,5	7	11,3	24	15,6
Total	92	100,0	62	100,0	154	100,0
Promedio	10,7		8,2		9,7	
Desv. estándar	7,3		4,6		6,5	
Coef. de variabilidad	68,8		55,7		67	

Nota: Coeficiente de variabilidad= (Desv. estándar/Promedio)*100

total de los pacientes, la ausencia de EOAE tiene un peso relativo de 70,5% (Tabla 5)

DISCUSIÓN

Los obtenidos en este trabajo no se desvían mucho de los mencionados por Robinette⁶. Se encontró un predominio de la presencia de EOAE en oídos derechos, a pesar que las mediciones se hicieron en forma alternada para evitar sesgos. Se detectó una mayor cantidad de EOAE en hombres, aunque no en la misma magnitud que lo señalado por el autor y, a diferencia de lo descrito por Robinette no se halló un mayor número de mujeres con EOAE en forma bilateral, encontrándose cantidad similar de hombres y mujeres que presentan EOAE. En contraste con Robinette, que describe un promedio de 4 EOAE por oído, se encontró un promedio de solamente 0,7 EOAE por oído.

Otros hallazgos interesantes de mencionar

1. Se encontraron 92 EOAE en 44 mujeres y 62 en 66 hombres, lo que indicó que, en promedio, las mujeres presentaron 2,09 EOAE y los hombres 0,93, es decir, dentro de la muestra en estudio, las mujeres mostraron en promedio, 1,16 EOAE más que los hombres;
2. La EOAE de mayor intensidad (dB SPL) que se obtuvo en el trabajo fue de 40,3 dB SPL y se registró en el oído derecho de una mujer;

3. La mayor cantidad de EOAE encontradas en un sujeto fue de 9 y se registraron en el oído derecho de una mujer, y
4. La EOAE de mayor frecuencia (Hz) detectada fue de 9918 Hz y se registró en el oído izquierdo de un hombre.

En algunos casos el niño presentó EOAE sólo en uno de los dos registros; se pudo constatar que, al observar la medición negativa, se esbozó un *peak* de EOAE menor de 4 dB SPL, en las frecuencias donde se había obtenido EOAE.

Las mediciones se hicieron con el niño en decúbito dorsal y con la camilla sin sábana de papel para evitar ruidos. Esto no es lo sugerido en la literatura; no obstante facilita la realización del examen, que el niño esté tranquilo, no se distraiga fácilmente y el cabezal del equipo pueda ser apoyado más firmemente en la camilla.

De acuerdo a la experiencia acumulada se desea hacer resaltar aquellos aspectos metodológicos en la medición de las emisiones otoacústicas que son relevantes para obtener resultados confiables y repetibles. Para ello es importante considerar:

1. Las fuentes generadoras de ruidos externos tales como el ruido ambiente, corrientes de agua, movimiento del paciente, sonidos generados por el equipo y el examinador, pueden alterar la medición y generar "falsas" EOA. Por lo tanto, se sugiere tratar de reducirlos al máximo.

Tabla 5. Distribución de la cantidad de EOAE según género y oído

Cantidad de EOAE	Género												Total	
	Mujeres						Hombres							
	OD		OI		Total		OD		OI		Total		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
0	24	54,6	32	72,7	56	63,6	44	66,7	55	83,4	99	75	155	70,5
1	8	18,1	4	9,1	12	13,6	13	19,7	6	9,1	19	14,4	31	14,1
2	5	11,4	3	6,8	8	9,1	5	7,6	2	3,0	7	5,3	15	6,8
3	1	2,3	1	2,3	2	2,3	1	1,5	1	1,5	2	1,5	4	1,8
4 o +	6	13,6	4	9,1	10	11,4	3	4,5	2	3,0	5	3,8	15	6,8
Total	44	100,0	44	100,0	88	100,0	66	100,0	66	100,0	132	100,0	220	100,0

2. La observación del registro completo al momento de realizar el examen, ya que éste puede estar realizándose en forma errónea.
3. Tener especialmente cuidado con el sello, pues de este depende en gran medida el éxito de la medición.
4. Tener cuidado en los casos en que la tasa de rechazo sea cero, debido a que en gran cantidad de ocasiones éste es un indicio de que el equipo no está realizando el registro en forma adecuada.

CONCLUSIONES

En niños:

1. Existe un predominio del oído derecho en ambos géneros, respecto a la ubicación de las EOAE,
2. Las mujeres presentan mayor cantidad de emisiones que los hombres,
3. En promedio la intensidad de las EOAE fue significativamente mayor en las mujeres; sin embargo, la relación entre género e intensidad no fue significativo,
4. En promedio, la frecuencia de las EOAE fue estadísticamente igual para ambos géneros; sin embargo, se determinó relación significativa entre frecuencia y género,
5. De los 110 niños estudiados, 50 niños (45.5%) presentaron EOAE

BIBLIOGRAFÍA

1. BERLIN C. 1998 Otoacoustics Emissions for the Study of Auditory Function in Infants and Children en Sininger I.& Abdala C. En: Otoacoustics Emissions Basics Science and Clinical Application. San Diego. London. *Singular Publishing Group, Inc.* 105-6
2. NOBACK ET AL. Sistema Auditivo y Vestibular. En: Noback et al. *El Sistema Nervioso*. 4ta Edición, México DF, Editorial Interamericana McGraw-Hill. 1995.
3. Morales C. Anatomía y Fisiología Coclear. En: Morales C. *Otoneurología Clínica*. Santiago, Chile, Editorial Universitaria. 1992.
4. CORVERA J ET AL. 1990 Cóclea y Vías Cocleares. En: Corvera J, *Neurootología Clínica*. 2da Edición, México DF, Editorial Salvat.
5. RIED E, RIED E Y AVILÉS M. Emisiones Otoacústicas en Disfunciones Auditivas Retrococleares. *Acta Otorrinolaringol. Cir. Cabeza y Cuello*. 1996. 24,1: 29-40
6. ROBINETTE M.S, GLATKE TJ. Spontaneous Otoacoustic Emissions Allen F. Ryan. En: *Otoacoustic Emissions: Clinical Applications*. New York: Thieme 1997. 46-59
7. MORANT A, ORTS M, MARCO J. 1999 Aplicaciones Clínicas de las Otoemisiones Acústicas. *Congreso Extraordinario del 50° Aniversario de la Soc. Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial*. Madrid.