

Trauma acústico agudo en el feto

Carlos M. Boccio, María Teresa Gargantini, Sonia Victoria Carabajal
y Guillermo Sebastián Aragón

PRESENTACIÓN DEL CASO

Paciente de 14 años que consulta por control escolar de la audición. Presenta antecedentes de gesta normal hasta la 27^a semana intrauterina en la que su madre presenció el atentado a la embajada de Israel (a 200 metros de distancia) y sintió la onda expansiva en la cavidad abdominal. Parto a término normal con exámenes neonatales normales. Desarrollo normal.

Durante la niñez y hasta los 7 u 8 años mostró hipersensibilidad a los sonidos fuertes, lo cual fue minimizado en varias consultas pediátricas. Carece de antecedentes familiares de trastornos auditivos o del lenguaje.

Se solicitan los siguientes estudios: audiometría tonal, logaudiometría, impedanciometría, timpanometría, reflejo estapedial y audiometría de altas frecuencias (véase luego Fundamentos de estudios audiométricos).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran una audiometría tonal con caída en el oído izquierdo, selectiva para las frecuencias 6000 Hz y 8000 Hz. En la logaudiometría, en el oído izquierdo la discriminación progresa con mayor dificultad, dado que logra el 100% de discriminación en cuatro pasos y en 100 db presenta un leve reclutamiento (84%). La timpanometría se encuentra dentro de los límites de normalidad y los reflejos estapediales presentan ausencia de reflejos ipsilaterales del oído izquierdo para las frecuencias 2000 Hz y 4000 Hz. La audiometría de altas frecuencias muestra una disminución de la audición de grado severo en todo el espectro frecuencial.

DIAGNÓSTICO

Hipoacusia neurosensorial unilateral (oído izquierdo) selectiva para las frecuencias 6000 Hz y 8000 Hz, a causa de un trauma acústico intraútero.

DISCUSIÓN

La audición es uno de los sistemas más complejos y sensibles del organismo humano. Existen ruidos, como las explosiones, que producen el llamado "Trauma Acústico Agudo" (TA), el cual corresponde a una lesión causada por un ruido único de alta intensidad. El TA ocurre como resultado de la exposición a ruidos de tipo impulsivo (R. I.), puede ser unilateral o bilateral y afectar la porción

sensorineural o conductiva del oído. Se pueden presentar alteraciones en el oído medio e interno y la membrana timpánica puede ser perforada, especialmente en los individuos que presenten otopatías, zonas biméricas, etc. Es pasible de recuperación.

En cuanto a los huesecillos, debido al gran movimiento, pueden producirse rotaciones y posiciones extremas determinando ruptura de los ligamentos, fracturas e imposibilidad de retornar a la posición normal.

Desde hace mucho tiempo la ciencia realiza estudios del sistema auditivo, de manera que posibilite el diagnóstico precoz de muchas alteraciones auditivas, permitiendo intervenciones terapéuticas cada vez más eficaces.

La función auditiva comienza aproximadamente en el quinto mes de gestación, pero el feto parece no estar preparado para los estímulos sonoros externos al cuerpo de la madre. Estudios recientes de Niemtsov (1993) revelan que ruidos de 60 dB a 80 dB producen estrés y los ruidos por encima de 80 dB son nocivos para la salud fetal.

Conscientes de esta situación, estudiosos del área comenzaron el análisis de los efectos de la exposición del feto a ruido intenso, principalmente en el tercer trimestre de gestación y en el recién nacido. Estos estudios pudieron determinar el nivel de exposición al ruido que altera el desarrollo de la audición y el lenguaje como situaciones en las que el daño puede ser importante y de este modo procurar la prevención y la orientación a las gestantes.

En el mundo actual, no solo la gestante se halla expuesta en el ambiente laboral, a ruidos intensos, sino también en el medio ambiente, en el cual a medida que la población y el desarrollo tecnológico aumentan, crecen los niveles de intensidad sonora.

Existen, además, ruidos para los cuales el oído humano y, en especial, el oído en desarrollo, no se halla preparado como son las explosiones, las que ocasionan pérdidas auditivas importantes.

En 1992 Gerhardt y cols. utilizaron ovejas para realizar un estudio tratando de evaluar la eficacia en la transmisión de los sonidos externos al oído interno del feto. Fueron colocados electrodos, mediante intervención quirúrgica, en contacto con la ventana redonda en un feto de nueve meses de gestación y en el cual testaron las frecuencias 125 Hz a 2 kHz. A través de micrófonos insertos en la cóclea fue posible concluir que el aislamiento sonoro fue de 11.1

dB para 125 Hz; 19.8 para 250 Hz; 35.3 dB para 500 Hz; 38.2 dB para 1 kHz y 45 dB para 2 kHz. Con este estudio los autores demostraron que el sistema auditivo inmaduro es más susceptible a los daños producidos por la exposición al ruido que un órgano maduro. Sostienen, además, que las frecuencias graves son las que causan daños en las células ciliadas del oído interno.

Richards, Gerhardt y cols. (1992) en sus investigaciones trataron de determinar el nivel de presión sonora en el cual algunos ruidos y voces son atenuados o aumentados al atravesar el útero y las consecuencias para el feto. Estos autores comprobaron que las frecuencias graves (125 Hz) generadas a través de estímulos externos a la madre aumentaban en promedio 3.7 dB. La estimulación fue aumentada en forma gradual y se obtuvo la máxima atenuación de 10 dB para 4 kHz.

La atenuación sonora fue leve a través del vientre materno, tanto frontal como dorsal. El nivel sonoro intrauterino aumentó para la voz de la madre, en un promedio de 5.2 dB, en tanto que, para las voces externas masculinas y femeninas, la atenuación fue de 2.1 y 3.2 dB, respectivamente. Los autores consideran importantes estos datos estadísticos y alertan sobre los riesgos para la audición fetal de la exposición de la gestante a niveles intensos de ruido.

En 1997, la American Academy of Pediatrics, en su investigación sobre el riesgo de la exposición al ruido para el feto y el recién nacido, concluyen que la exposición excesiva al ruido durante la gestación puede causar pérdida auditiva en las frecuencias agudas, estar asociada al nacimiento prematuro y al crecimiento retardado del feto. Sostiene además que el ruido en las salas neonatales puede resultar dañino para la cóclea y que junto a otros factores ambientales puede interrumpir el normal desarrollo y crecimiento del bebé prematuro.

Algunos autores sostienen que la placenta produce una atenuación sonora desde el inicio y durante el desarrollo embrionario. En el inicio de la gestación el feto se encuentra inmerso en 30 ml de líquido amniótico, el cual aumenta progresivamente hasta alcanzar 600 a 700 ml en la etapa final, permitiendo la acomodación y el desenvolvimiento del feto. DePalma, Burris y cols. sostienen que durante la gestación el daño directo al feto por una explosión es poco común. El feto está protegido por el líquido amniótico, pero estar unido a la placenta es un riesgo, si la onda expansiva afecta la alta densidad de la pared uterina y la baja densidad placentaria, causando así desprendimiento placentario. En la década de 1960 se profundizaron las investigaciones sobre pérdida auditiva, ocasionada por un ruido único de alta intensidad y corta duración (p. ej., las explosiones). Las investigaciones se realizaron en fetos ovinos porque el sistema auditivo de estos animales es muy similar al humano. Muchos autores han estudiado a grupos de sujetos expuestos a explosiones por actos terroristas. En el año 2002, Co-

hen, Ziv y cols. evaluaron a 17 sobrevivientes de un ataque suicida, llevado a cabo por un terrorista cargado con explosivos de alto poder, en un ómnibus. El 55% de los pacientes presentó perforación timpánica, el 45% presentó acúfenos, vértigos; sin embargo, todos tenían pérdida auditiva. Estos autores llegaron a la conclusión de que la exposición a explosiones de alto poder en espacios pequeños resulta en un daño severo auditivo y vestibular.

Mrena, Pääkkönen y cols. realizaron una evaluación otológica en 29 pacientes que habían estado expuestos a una explosión, también por un ataque terrorista. De los 29 evaluados, el 66% presentó acúfenos, el 55% pérdida auditiva, el 41% dolor de oídos y el 28% distorsión sonora; acúfenos y pérdida auditiva fueron registrados en 12 pacientes (41%); ocho pacientes, quienes estuvieron a menos de 10 metros del centro de la explosión, presentaron ruptura de la membrana timpánica. En conclusión, algunos síntomas como acúfenos y pérdida auditiva pueden indicar daños permanentes como consecuencia de la exposición a explosiones, cuyos efectos sobre la calidad de vida pueden ser graves.

Miller, McGahey y cols. estudiaron a 138 pacientes, quienes estuvieron expuestos a la explosión de un coche bomba en el centro de Omagh, Irlanda del Norte, en 1998. Los resultados obtenidos fueron: de un total de 124 pacientes, 40 presentaron afectación del oído derecho; 46 afectación de oído izquierdo y sólo 19 pacientes fueron afectados bilateralmente.

CONCLUSIÓN

La exposición a altas intensidades de ruido es potencialmente perjudicial tanto para el sistema auditivo de adultos como en un órgano en desarrollo. Se ha demostrado ampliamente que el ruido penetra el útero materno y que, a mayor intensidad, la atenuación ejercida por el líquido amniótico no es suficiente para proteger el sistema auditivo del feto, especialmente frente a frecuencias altas. Desafortunadamente algunos de estos daños son detectados recién cuando el paciente concurre al especialista por un control de rutina. Es por eso que la conciencia del daño producido y la consulta temprana ayudan a prevenir las consecuencias del deterioro de la audición.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIOS AUDIOMÉTRICOS

Audiometría tonal

Permite determinar la sensibilidad auditiva. Indica el sonido más bajo que un individuo puede escuchar (umbral auditivo), por lo menos el 50% del tiempo, así como también el lugar en el que se asienta la lesión y otras características de la audición.

Esta técnica, involucra tanto al sistema periférico como al central (Fig. 1).

Logaudiometría

El uso del estímulo del habla evalúa de manera directa la sensibilidad, la discriminación del habla y, lo más importante, la comprensión auditiva de esta. Se ha demostrado que existe una relación muy fuerte entre ciertos tonos puros y la intensidad necesaria para comprender el habla. Con esta prueba podemos evaluar diferentes grados de integración y en ella intervienen diversos factores como la agilidad mental, el conocimiento de la lengua, la lectura labial, etcétera (Fig. 2).

Impedanciometría

Es una prueba que nos permite medir la función del mecanismo auditivo periférico.

El sistema tímpano-oscicular constituye un sistema acústico de alta complejidad, cuya impedancia representa la reacción propia en estrecha relación con el estímulo que lo afecta.

La impedancia es un fenómeno de todo sistema vibrante, es resistencia a la vibración u oscilación cuyos factores varían con la rapidez del movimiento, es decir, con su frecuencia.

Timpanometría

Es la medición de la facilidad que presenta el sonido para

atravesar la membrana timpánica cuando se varía la presión de aire en el conducto auditivo externo. La medición se efectúa en términos de complacencia del sistema y se expresa en cm^3 de volumen equivalente (Fig. 3).

Reflejo estapedial

Es la contracción refleja del músculo estapedial, luego de la estimulación acústica elevada, la cual causa en la base del estribo oscilación externa y hacia atrás desde la ventana oval. Esta acción limita los movimientos de la cadena oscicular y atenúa la vibración del estribo; por ello, se reduce el movimiento de los líquidos en el oído interno. Históricamente esto fue considerado como un mecanismo que ayuda a proteger el oído interno del daño que producen los sonidos intensos, especialmente en las bajas frecuencias (Tabla 1).

Audiometría de altas frecuencias

Consiste en la observación de la sensibilidad auditiva en las altas frecuencias. Se relaciona con la sensibilidad de la región de frecuencias agudas de la cóclea frente a agentes nocivos. El daño de esta porción puede determinarse con mucha mayor anticipación que la que puede demostrarse en otras porciones cuya sensibilidad frecuencial cae dentro del rango audiométrico normal. Esta prueba se efectúa a

Figura 1. Audiometría.

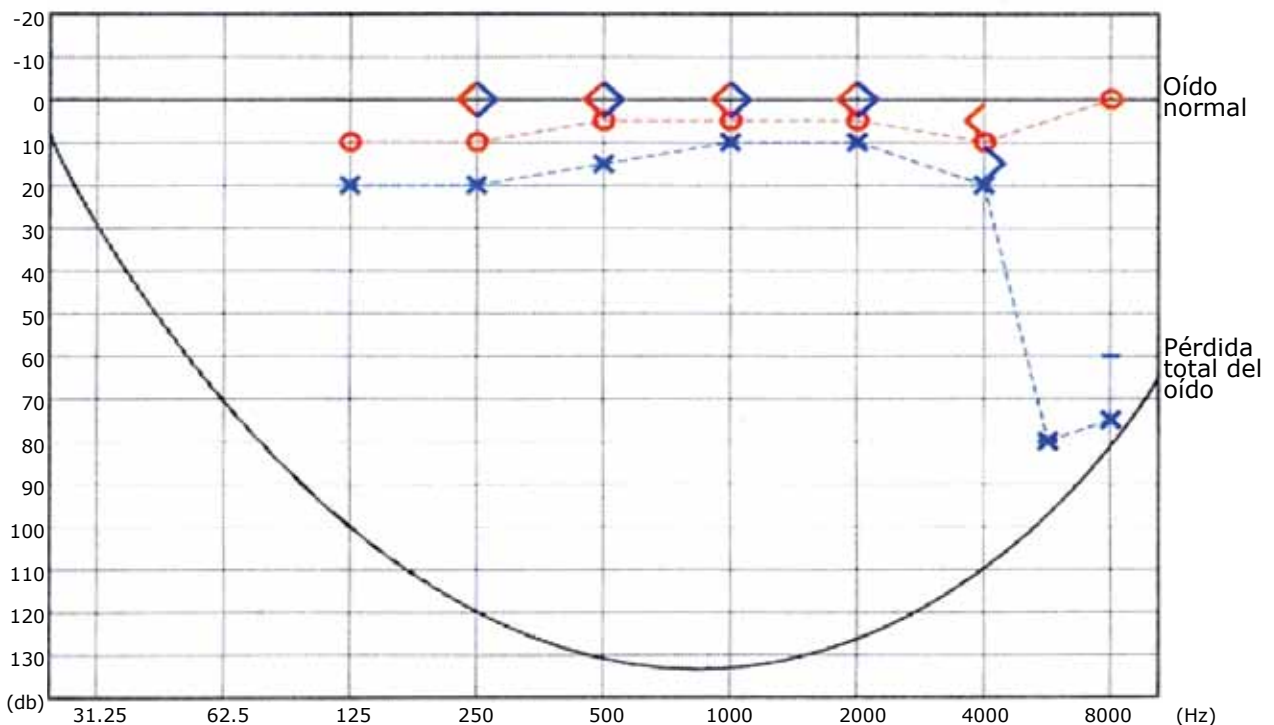
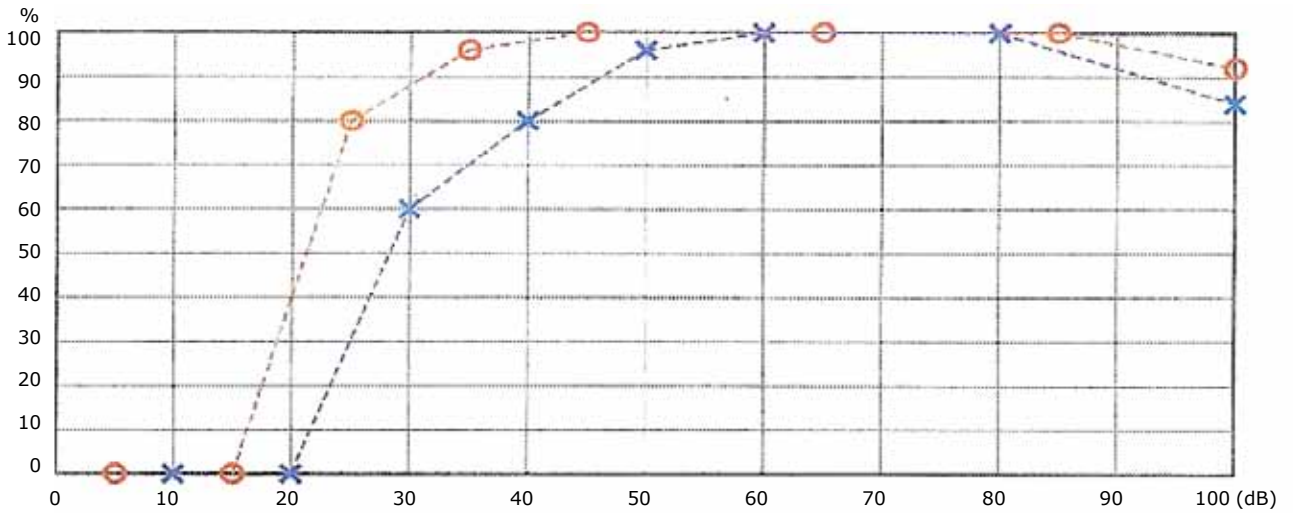
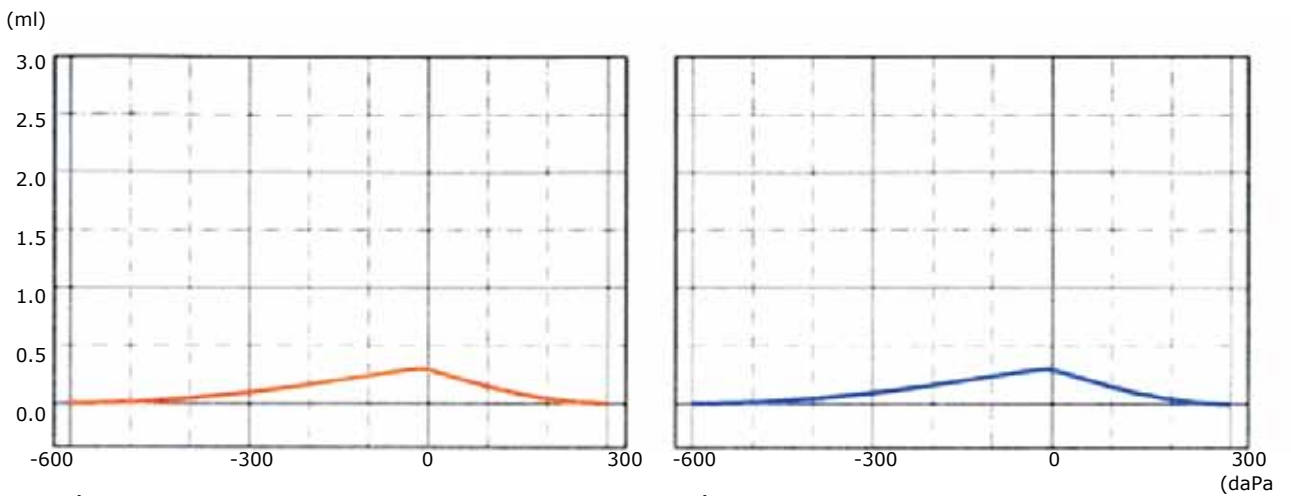


Figura 2. Logoaudiometría.



Umbral	Oído derecho			Oído izquierdo		
	Vía aérea	Vía ósea	Campo libre	Vía aérea	Vía ósea	Campo libre
Voz	5	-	-	10	-	-
Palabra	15	-	-	20	-	-
Captación	25	-	-	30	-	-
Máxima discriminación	45	-	-	60	-	-

Figura 3. Tímpanometría



Oído derecho
 Presión: -12 daPa
 Complacencia: 0.3 ml

Oído izquierdo
 Presión: -8 daPa
 Complacencia: 0.3 ml

Pedanciómetro: IMPE AZ26

personas de 5 a 60 años conforme a la normatización realizada en nuestra Institución.

La audiometría de altas frecuencias evalúa desde la frecuencia 8000 Hz a 20 000 Hz. Esta contribuye a un mejor diagnóstico audiológico, en presbiacusias, ototoxicidad,

vulnerabilidad del sujeto a la exposición de ruidos fuertes e hipoacusias hereditarias. Permite la detección temprana de alteraciones en el oído interno, aun cuando la audiometría convencional sea normal.

Tabla 1. Reflejos estapediales

Contralaterales								
Oído derecho				Oído izquierdo				
+/-	dB	Inv.	OnOff	Frecuencia	+/-	dB	Inv	OnOff
+	100			500 Hz	+	110		
+	110			1000 Hz	+	120		
+	110			2000 Hz	+	120		
-				4000 Hz	+	120		

Ipsilaterales								
Oído derecho				Oído izquierdo				
+/-	dB	Inv.	OnOff	Frecuencia	+/-	dB	Inv	OnOff
+	95			500 Hz	+	100		
+	95			1000 Hz	+	100		
+	110			2000 Hz	-			
+	100			4000 Hz	-			

BIBLIOGRAFIA

- Cohen JT, Ziv G, Bloom J, et al. Blast injury of the ear in a confined space BIBLIOGRAFIA
- Cohen JT, Ziv G, Bloom J, et al. Blast injury of the ear in a confined space explosion: auditory and vestibular evaluation. *Isr Med Assoc J.* 2002;4(7):559-62.
- DePalma RG, Burris DG, Champion HR, et al. Blast injuries. *N Engl J Med.* 2005;352(13):1335-42.
- Gerhardt KJ, Abrams RM. Fetal exposures to sound and vibroacoustic stimulation. *J Perinatol.* 2000;20(8 Pt 2):S21-30.
- Gerhardt KJ, Otto R, Abrams RM, et al. Cochlear microphonics recorded from fetal and newborn sheep. *Am J Otolaryngol.* 1992;13(4):226-33.
- Guidelines for sound field audiometry in clinical applications: draft 9 [Internet], June 2007 [Citado 31/03/09]. Disponible en: <http://www.thebsa.org.uk/docs/soundfielddraftprotocol9june2007.doc>.
- Harris JD. Editorial. Definition of audiology. *J Am Audiol Soc.* 1977;3(3):121-5.
- Klap P, Fiaux JM, Leca F, et al. [High frequency audiometry]. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac.* 1989;106(1):13-9.
- Miller IS, McGahey D, Law K. The otologic consequences of the Omagh bomb disaster. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2002;126(2):127-8.
- Mrena R, Pääkkönen R, Bäck L, et al. Otologic consequences of blast exposure: a Finnish case study of a shopping mall bomb explosion. *Acta Otolaryngol.* 2004;124(8):946-52.
- National Health and Nutrition Examination Survey III. NHANES III Audiometry and tympanometry for health technicians' manual [Internet]. Rockville, MD: Westat; 1991. [Citado: 31/03/09]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes3/cdrom/nchs/manuals/audio.pdf>.
- Niemtow RC. Loud noise and pregnancy. *Mil Med.* 1993;158(1):10-2.
- Noise: a hazard for the fetus and newborn. American Academy of Pediatrics. Committee on Environmental Health. *Pediatrics.* 1997;100(4):724-7.
- Osterhammel D. High frequency audiometry. Clinical aspects. *Scand Audiol.* 1980;9(4):249-56.
- Pascal J. [The definition of acoustic impedance and its application to the human hearing organ]. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord).* 1999;120(5):301-3.
- Richards DS, Frentzen B, Gerhardt KJ, et al. Sound levels in the human uterus. *Obstet Gynecol.* 1992;80(2):186-90.
- Smoski WJ. Speech audiometry [Internet]. 2005 Feb 3, updated 2008 Nov 14. [Citado: 31/03/09]. Disponible en: <http://emedicine.medscape.com/article/835840-overview>.
- Suárez H, Velluti R. La cóclea. Fisiología y patología. Montevideo: Trilce, 2001. p. 223, 225, 237, 240.