

## Mayo-Junio 2017 - número 3

- Percepción del habla en la acústica del aula de niños con implantes cocleares y con audición normal, por Frank Iglehart.- Información sobre los implantes de conducción ósea, por Bridget Murray Law.

### Percepción del habla en la acústica del aula de niños con implantes cocleares y con audición normal

*Frank Iglehart*

Clarke Schools for Hearing and Speech, Northampton, MA

**Objetivo:** En este estudio se evaluó la capacidad de percepción del habla de niños con implantes cocleares y niños con audición normal cuando escuchan en situaciones con diferentes rangos de tiempos de reverberación (TR) y de relación señal-ruido.

**Método:** Los participantes escuchaban en TR del aula de 0,3, 0,6 y 0,9 segundos, combinados con un rango de 21 dB de relación señal-ruido. Los subgrupos también escuchaban en una cabina audiológica de baja reverberación. Los indicadores del desempeño utilizando la "Prueba de comprensión del habla en ruido" (Speech-in-Noise Test) de Bamford-Kowal-Bench (Etymotic Research, Inc., 2005) fueron de un 50% de reconocimiento correcto de palabras en estas condiciones acústicas, con análisis complementarios de porcentaje correcto.

**Resultados:** La reducción del TR de 0,9 a 0,6 s resultó beneficiosa para ambos grupos de niños. Una mayor reducción del TR hasta 0,3 s supuso un beneficio adicional para los niños con implantes cocleares, sin que se apreciara en los niños con audición normal ninguna ventaja ni desventaja. Las puntuaciones obtenidas en cabina fueron significativamente más elevadas en el caso de los participantes con implantes que en el aula.

**Conclusiones:** Estos resultados respaldan las normas acústicas de TR de 0,6 s para niños con audición normal y un TR de 0,3 s para niños con dificultades auditivas en espacios de aprendizaje ( $\leq 283$  m<sup>3</sup>), tal como se especifica en las normas S12.60-2010/Parte 1 de American National Standards Institute/Acoustical Society of America (2010). Además, las pruebas de percepción del habla en una cabina de baja reverberación sobrestimaron la capacidad de escucha en el aula de los niños con implantes cocleares.

Los niños dependen del acceso acústico a los mensajes de sus profesores y a los debates en el aula para lograr el éxito académico (American National Standards Institute [ANSI/Acoustical Society of America [ASA], 2002, pág. 10; Berg, 1987; Bronzaft, 1981; Bronzaft y McCarthy, 1975; Evans, Hygge y Bullinger, 1995; Evans y Maxwell, 1997; Haines, Stansfeld, Job, Berglund y Head, 2001; Lukas, 2001; Lukas, DuPree y Swing, 1981; Taub, Kanis y Kramer, 2003). Kanis y Kramer, 2003). Los factores acústicos que influyen en la percepción del habla - niveles de ruido, relación señal-ruido (SNR) y tiempos de reverberación (TR) - varían ampliamente durante la jornada escolar (Bradley, 1986; Crandell y Smaldino, 1994; Knecht, Nelson, Whitelaw y Feth, 2002; Larsen y Blair, 2008; MacKenzie y Airey, 1999; Shield y Dockrell, 2008). La SNR es

## Mayo-Junio 2017 - número 3

una medida del nivel de sonido (dB) del habla en relación con el ruido de fondo. El TR se define como el tiempo en segundos que tarda el sonido en una sala en disminuir su intensidad en 60 dB tras una finalización repentina (Beranek, 1988). Existe un exceso de ruido y reverberación en las aulas de Nueva Zelanda (Blake y Busby, 1994), Norteamérica (p. ej., Bradley, 1986; Lukas, 2001) y Europa (p. ej., Haines et al., 2001; MacKenzie y Airey, 1999; Skarlatos y Manatakis, 2003).

Los efectos perjudiciales de la pérdida auditiva en la percepción del habla de los niños (p. ej., Blamey et al., 2001; Boothroyd, 1984) y la mayor sensibilidad a una acústica deficiente de los niños con audición normal en comparación con la susceptibilidad de los adultos son bien conocidos (por ejemplo, Neuman, Wroblewski, Hajicek y Rubinstein, 2010; Wroblewski, Lewis, Valente y Stelmachowicz, 2012). Finitzo-Hieber y Tillman (1978) informaron acerca de niños con audición normal cuya percepción del habla mejoraba con una reducción del TR de 1,2 a 0,4 s, sin ningún otro beneficio significativo con una reducción a 0,0 s. Algunos autores notificaron que eran más beneficiosos TR más elevados (0,68 s: Yang y Bradley, 2009), mientras que otros notificaron que lo eran los TR más bajos (p. ej., 0,3 s: Neuman et al., 2010; 0,0 s: Neuman y Hochberg, 1983; Wroblewski et al., 2012; Yacullo y Hawkins, 1987).

Los efectos de la reverberación y del ruido han sido relativamente menos comprendidos en los niños con pérdida auditiva (p. ej., Picard y Bradley, 2001) y especialmente en los niños con implantes cocleares (p. ej., Neuman, Wróblewski, Hajicek y Rubinstein, 2012), en comparación con niños con audición normal o con adultos. Finitzo-Hieber y Tillman (1978) concluyeron que los niños con pérdida auditiva que utilizaban un audífono obtenían un beneficio significativo con la reducción del TR de 1,2 a 0,4 y a 0,0 s. Neuman et al. (2012) informaron sobre niños con implantes cocleares que realizaron la "Prueba de comprensión del habla en ruido" (Speech-in-Noise Test) de Bamford-Kowal-Bench (Etymotic Research, Inc., 2005) y consiguieron un reconocimiento correcto de palabras del 50% (SNR-50), la SNR en la que una persona con audición normal percibe correctamente el 50% de las palabras. Las puntuaciones de los niños mejoraron significativamente con cada reducción del TR de 0,8 a 0,6 s y a una condición no reverberante. Estos estudios se plantean, aunque no abordan directamente, la posibilidad de que el requisito acústico de ANSI/ASA S12.60-2010/Parte 1, tabla 1 (espacios de aprendizaje básico <math>283\text{ m}^3</math>, que es, por ejemplo,  $12,0 \times 7,9 \times 3,0\text{ m}$ ) de un TR de 0,3 s para los niños con dificultades auditivas sea apropiado para los niños con implantes cocleares.

## Mayo-Junio 2017 - número 3

Tabla 1. Información básica sobre los participantes con implantes cocleares.

Participantes	Dispositivo implantado					Edad de implantación		Causa de la pérdida auditiva
	Nº	Edad (años)	Género	Oído derecho	Oído izquierdo	Procesador	Derecho	
1	5,8	F	Nucleus 24	Freedom	Freedom	1,0	3,5	Mutación Conexina 26
2	7,0	F	Freedom	No asistido	Freedom	2,9		Meningitis
3	7,0	F	Nucleus 24	Nucleus 24	Freedom	6,5	5,4	Desconocida
4	7,5	M	HiRes 90K	No asistido	Harmony	2,4		Desconocida
5	8,3	M	Nucleus 24	Freedom	Freedom	1,5	6,3	Mutación Conexina 26
6	8,7	F	—	—	Harmony	3,6	7,6	Síndrome de Pendred
7	8,8	M	Nucleus 24	Freedom	Freedom	2,3	7,8	Mutación Conexina 26
8	9,7	M	Nucleus 24	Freedom	Freedom	6,4	4,0	Desconocida
9	10,8	F	No asistido	Nucleus 24	Freedom		5,0	Genética
10	10,8	M	—	No asistido	Freedom	3,9		Desconocida
11	10,8	F	Freedom	No asistido	Freedom	8,4		Desconocida
12	11,0	M	—	—	Freedom	2,4	10,7	Citomegalovirus
13	11,5	F	No asistido	Nucleus 24	Freedom		2,5	Mutación Conexina 26
14	11,5	F	Nucleus 24	Freedom	Freedom	8,8	2,8	Desconocida
15	12,4	M	—	No asistido	ESPrít 3G	3,8		Genética sospechada
16	12,5	F	HiRes 90K	C II	Auria	10,9	7,3	Desconocida
17	12,7	F	Nucleus 24	No asistido	ESPrít 3G	3,7		Desconocida
18	12,8	M	C II	HiRes 90K	Harmony	5,5	11,5	Desconocida
19	13,0	M	Freedom	Freedom	Freedom	2,8	12,9	Desconocida
20	15,7	M	Nucleus 24	No asistido	ESPrít 3G	2,4		Malformación coclear
21	15,8	M	C I	No asistido	Platinum BTE	5,3		Meningitis
22	15,9	M	HiRes 90K	HiRes 90K	Harmony	4,4	13,9	Desconocida
23	16,0	M	No asistido	Freedom	Freedom		14,3	Desconocida

*Nota.* No asistido = sin implante ni audífono; — = información no disponible. Un pequeño número de alumnos había necesitado una reimplantación; las edades facilitadas corresponden a la primera implantación, si bien el modelo del dispositivo de implante corresponde al utilizado en el momento de la prueba. Todos los usuarios bilaterales habían recibido una implantación secuencial y utilizaban el mismo modelo de procesador en ambos oídos.

Numerosos estudios de investigación sobre reverberación y percepción del habla han abordado otras áreas: adultos (por ej., Harris y Reitz, 1985; Harris y Swenson, 1990; Helfer, 1994; Helfer y Huntley, 1991; Helfer y Wilber, 1990; Irwin y McAuley, 1987), adultos con audición normal escuchando como con implantación coclear simulada (p. ej., Poissant, Whitmal y Freyman, 2006; Tillery, Brown y Bacon, 2012) y la escucha de adultos con implantes cocleares en reverberación simulada (p. ej., Gifford et al., 2013; Mason y Kokkinakis, 2014; Spitzer, Sandridge, Newman, Sydlowski y Ghent, 2015). En otros estudios se han evaluado los efectos de la reverberación en la percepción del habla con respecto a los beneficios de los dispositivos de FM e infrarrojos en el caso de niños con pérdida auditiva (p. ej., Anderson y Goldstein, 2004) y audición normal (Ross y Giolas, 1971).

En estudios comparativos de escucha en entornos no reverberantes y reverberantes en el caso de niños con pérdida auditiva se han notificado diferencias significativas en las puntuaciones entre estas condiciones (Finitzo-Hieber y Tillman, 1978; Neuman et al., 2012). Finitzo-Hieber y Tillman (1978) también notificaron que no existía ninguna diferencia significativa en las puntuaciones de los niños con audición normal entre las condiciones de escucha anecoica y reverberante, mientras que otros autores notificaron resultados mixtos (Wróblewski et al., 2012).

La escasez de datos sobre la percepción del habla en niños con implantes cocleares cuando escuchan en

## Mayo-Junio 2017 - número 3

un entorno con reverberación y con ruido, y la amplia gama de TR previamente notificados como mejores en el caso de los niños con audición normal, plantean las siguientes preguntas que se abordan en este estudio.

1. ¿Son significativas las diferencias en la capacidad de percepción del habla entre los niños con implantes cocleares y los niños con audición normal cuando escuchan con los mismos TR en el aula y en la cabina audiológica?
2. ¿Son los requisitos de TR en las normas acústicas en el aula ANSI/ASA (2010) adecuados tanto para niños con implantes cocleares como para niños con audición normal?
3. ¿Existe alguna diferencia significativa entre las puntuaciones de percepción del habla obtenidas en una cabina no reverberante y las puntuaciones obtenidas en un aula con un TR relativamente bajo?

### Método

#### *Participantes*

Fueron 10 niñas y 13 niños (M edad = 11,1 años, intervalo de edad de 5,8-16,0 años) que presentaban una pérdida auditiva bilateral severa-profunda y utilizaban implantes cocleares (primer implante: M edad = 4,1 años, intervalo de edad de 1,0-14,3 años). En la Tabla 1 se facilitan la edad, el tipo de implante, el procesador y otra información demográfica. La identificación de la pérdida auditiva se realizó en el momento del nacimiento (9 niños), a los 1,5 años (8 niños) y a los 3,3 años (6 niños). Todos los niños percibían correctamente palabras en oraciones  $\geq 80\%$  en la prueba BKB-SIN (versión 1.03; Etymotic Research, Inc., 2005) en condiciones de escucha con un TR de 0,3 s y una SNR  $\leq +30$  dB. En la Tabla 2 se indican la media de edad en las pruebas y el tiempo de uso del implante en el caso de 12 niños con implantes bilaterales y 11 niños con implantes unilaterales sin amplificación en el oído contralateral. Otro grupo de 11 niñas y 12 niños (M edad = 11,1 años, intervalo de edad de 5,2-16,6 años) presentaba una audición normal (umbrales de tonos puros de  $\leq 15$  dB HL en octavas de 500-4000 Hz). El estudio incluía también pruebas en una cabina durante el estudio. Los participantes de los dos grupos evaluados tanto en el aula como en la cabina fueron 14 niños con implantes cocleares (M edad = 10,5 años, intervalo de edad de 5,7-15,9 años) y 10 niños con audición normal (M edad = 9,0 años, intervalo de edad de 5,9-15,9 años).

La inscripción de participantes se realizó a través de presentaciones sobre implantes cocleares a grupos de padres organizados por centros médicos, presentaciones a padres/madres de alumnos que estudian en los centros educativos de la región, incluida la Clarke School, y mediante el "boca a boca". El inglés americano era la lengua materna de todos los participantes. No existía ninguna sospecha ni diagnóstico en los participantes de trastorno por déficit de atención o de dificultades de aprendizaje. La aprobación de este estudio con respecto a la protección de sujetos se obtuvo del comité de revisión institucional del Smith College.



## Mayo-Junio 2017 - número 3

**Tabla 2.** Media de edad y tiempos de uso del implante en niños con dispositivos de implante unilateral frente a bilateral.

	Años	Rango
Dispositivos unilaterales ( <i>N</i> = 11)		
Edad en la prueba	11,9 (10,7)	7,0-16,0 (7,0-15,7)
Edad de implantación	4,9 (4,0)	2,4-14,3 (2,5-8,4)
Tiempo de uso	6,1 (6,8)	1,7-13,3 (2,4-13,3)
Dispositivos bilaterales ( <i>N</i> = 12)		
Edad en la prueba	10,4 (10,9)	5,8-15,9 (7,0-15,9)
Edad de activación del primer implante	3,6 (3,8)	1,0-7,3 (1,5-5,5)
Tiempo de uso del primer implante	6,8 (7,1)	1,6-11,5 (1,6-11,5)
Edad de activación del segundo implante	8,9 (9,3)	3,5-13,9 (6,3-13,9)
Tiempo de uso del segundo implante	1,5 (1,6)	0,1-3,3 (0,1-3,3)

*Nota.* Los datos de los subgrupos de 5 niños con implante unilateral y 8 niños con implante bilateral evaluados tanto en la cabina como en el aula figuran entre paréntesis.

### **Materiales de prueba**

La prueba BKB-SIN se compone de 36 listas en 18 pares, con 8 o 10 oraciones por lista, y cada oración se compone de 3-4 palabras objetivo. El disco compacto BKB-SIN presenta el habla en un canal y el ruido de fondo ("murmullo" de cuatro hablantes) en un segundo canal. La SNR de la primera oración es de +21 dB, con reducciones de 3 dB con cada oración subsiguiente de la lista. El número de palabras de una lista percibida correctamente facilita, a través de una fórmula, la puntuación SNR-50 del participante en la lista; una puntuación válida es el promedio de puntuaciones SNR-50 de ambas listas en un par.

Los análisis adicionales de las puntuaciones de cada combinación de TR Y SNR, denominadas en este estudio puntuaciones TR-SNR, requerían listas de una longitud idéntica para que las condiciones de la prueba fueran coherentes para el propio participante y entre participantes. Por lo tanto, fue necesario eliminar las oraciones 9 y 10 en los pares de listas 1-8, lo que probablemente no tuvo ningún efecto

## Mayo-Junio 2017 - número 3

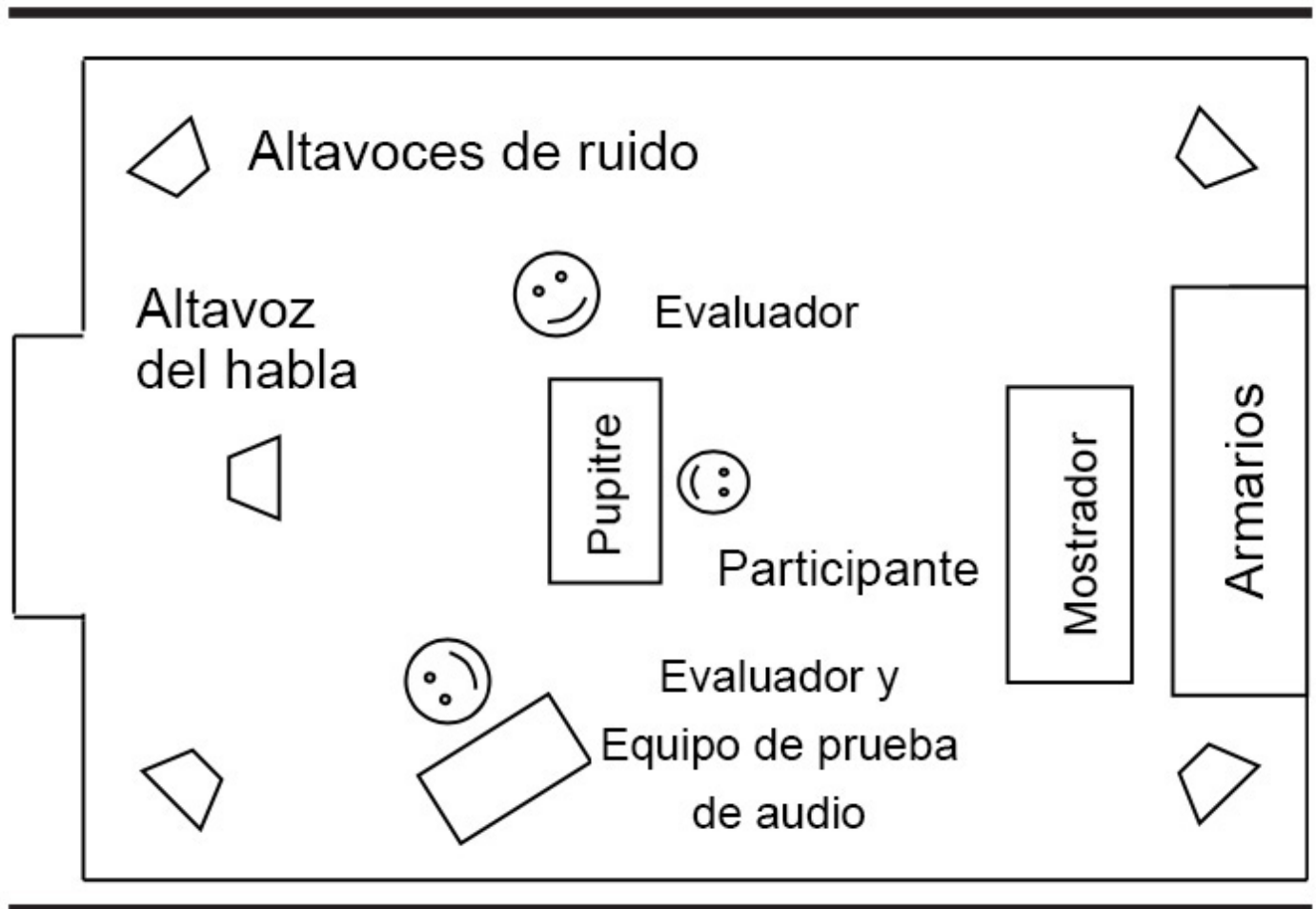
significativo en las puntuaciones (M. Skinner, personal communication, 10 de diciembre de 2006). En las evaluaciones previas a las pruebas se utilizaron los pares de listas 1-3. En las pruebas, el orden de presentación de los pares de listas 4-18 fue aleatorio en las condiciones de TR y en los participantes, tanto individual como colectivamente.

### ***Salas de pruebas***

El aula de pruebas -10,0 (L) x 6,7 (Anch.) x 3,4 (Alt.) m- tenía un volumen total de 223,4 m<sup>3</sup> (véase la Figura 1). Las paredes eran de yeso con pizarras y ventanas cerradas, el techo de yeso y el suelo de madera encerada con una pequeña alfombra sin acolchonar. Cada participante se sentaba en un pequeño pupitre cerca del centro de la segunda fila de un aula y frente al altavoz. Este altavoz estaba situado a 1,5 m del suelo, aproximándose a la posición de la cabeza de un profesor que estuviese de pie a 0,7 m de la parte frontal central de la sala y a 3,0 m de distancia del participante. Los cuatro altavoces de ruido estaban ubicados frente a las cuatro esquinas de la sala, a 0,9 m de cada esquina y a 1,5 m del suelo. Dos evaluadores de respuestas se sentaban a la derecha y a la izquierda del participante. La cabina de prueba audiológica (International Acoustic Chamber, Inc.) - 1,9 (L) x 1,8 (Anch.) x 2,0 (Alt.) m- tenía un volumen total de 6,8 m<sup>3</sup>. Cada participante se sentaba en la cabina frente a los altavoces de habla y ruido, situados a 0,9 m, inmediatamente a la derecha y a la izquierda con un acimut de 0° y a 1,0 m del suelo.

## Mayo-Junio 2017 - número 3

**Figura 1.** Disposición del aula con el alumno situado cerca del centro de la sala, sentado en un pupitre; dos evaluadores adultos se sentaban a la derecha y a la izquierda. El altavoz del habla se encontraba con un acimut de  $0^\circ$  con respecto al alumno, con cuatro altavoces de ruido, cada uno frente a una esquina. La sala incluía también una hornacina y varios armarios de suelo y pared.



### **Tiempos de reverberación**

El número y la ubicación de los paneles acústicos (All Noise Control, 2007; modelo ANC-600) determinaba el TR del aula. El TR era de 0,9 s sin paneles; de 0,6 s con 12 paneles colgados de las paredes justo por debajo del techo; y de 0,3 s con un total de 50 paneles (34 colgados de las paredes justo debajo del techo, 8 cerca del nivel del suelo y 8 paneles en el suelo). Cada panel medía 0,6 x 1,8 m, con unos coeficientes de reducción de ruido de fábrica de 1,15 a 1,25. El TR medido en la cabina audiológica era de 0,059 s.

La condición de TR de 0,9 s se aproximaba al intervalo medio más largo de TR de aula notificado (Bradley,

## Mayo-Junio 2017 - número 3

1986; Crandell y Smaldino, 1994; Knecht et al., 2002; MacKenzie y Airey, 1999). Las condiciones de TR de 0,6 y 0,3 s abordaban los requisitos ANSI/ASA (2010) para niños con y sin dificultades auditivas. El orden de presentación de los tres TR se compensaba en el grupo con implantes cocleares y en el grupo con audición normal. Los participantes escuchaban en el aula más lejos de las distancias críticas medidas y calculadas en cada TR.

### ***Niveles de habla y ruido***

Un potenciómetro en un audiómetro (inicialmente un GSI 10 y, posteriormente en las pruebas del aula, un GSI 16; Grason-Stadler Inc., Eden Prairie, MN) controlaba el nivel de habla objetivo del disco de pruebas BKB-SIN. Un sistema en campo libre (Phonic Ear 210; Phonic Ear A/S, Smorum, Dinamarca) amplificaba la señal a través de un altavoz (Phonic Ear 578-S). El ruido de calibración del disco de BKB-SIN medido en la posición media de la cabeza del participante sentado, a 1,0 m del suelo, fue la base de las mediciones de los niveles de habla y de ruido. El nivel de habla en el caso de 16 participantes con implantes cocleares fue de 59,5 dBA<sub>Leq</sub> con un TR de 0,6 s. Todos puntuaron >80% en SNR elevadas. Otros 7 participantes se quejaron de que las oraciones a 59,5 dBA no se entendían (en silencio), lo que se corroboró con puntuaciones bajas inicialmente. Cinco de estos niños (nº 6, 9, 11, 18 y 23; véase la Tabla 1) notificaron que un aumento de 3 dB hasta 62,5 dBA en el nivel de habla era satisfactorio, y dos (nº 10 y 22; véase la Tabla 1) se sintieron satisfechos con un aumento de 6 dB, hasta 65,5 dBA. Los siete participantes consiguieron posteriormente una puntuación >80% con SNR elevadas. Las SNR objetivo requerían aumentos correspondientes de los niveles de ruido.

El segundo canal del audiómetro controlaba los niveles de ruido a través de un segundo sistema de sonido (Phonic Ear 210) y los cuatro altavoces de ruido (Phonic Ear 578-S) descritos anteriormente. Los movimientos de cabeza en la posición de los participantes no dieron lugar a variaciones apreciables en el nivel de ruido y, por lo tanto, sugieren que no se produjo ninguna correlación acústica. Los controles de escucha en la posición de los altavoces y los participantes indicaban unos niveles de ruido semejantes desde todas las direcciones. El ruido de fondo medido antes y después de las pruebas era <35 dBA.

### ***Mediciones de SNR, TR y espectro***

Los niveles de TR, habla y ruido se midieron con un sonómetro Larson Davis System 824 (Tipo 1; Larson Davis, Depew, NY). Cada cálculo de TR se compuso de un promedio de mediciones de un tercio de octava a 500, 1000 y 2000 Hz (ANSI, 2002; véanse los materiales complementarios online, Tabla complementaria S1), utilizando ruido en forma de habla (Etymotic Research, Inc., 2005) para excitar la sala acústicamente. En las mediciones de TR se siguieron los procedimientos recomendados en ASTM C423-02a1, apéndice X2 (American Society for Testing & Materials Standards, 2003), exceptuando que las mediciones se realizaron únicamente en la posición de la cabeza del participante y que el nivel de 160 Hz se sustituyó por el de 125 Hz. El golpeteo de dos placas en la cabina de sonido creaba el espectro de ruido y el deterioro suficientes para confirmar el TR de la cabina.

El nivel de habla y ruido se estableció basándose en un LeqA de 20 s, el nivel de presión acústica en dB cuando se pondera A durante 20 s. Estas mediciones se realizaron también hasta 0,1 dB al principio del estudio y se confirmaron periódicamente durante el mismo. A continuación, cada SNR se redondeó al decibelio más próximo. En las mediciones con un medidor calibrado de tipo 2 en la posición media de la



## Mayo-Junio 2017 - número 3

cabeza de un participante en la prueba se verificaban los niveles de habla y ruido antes y después de cada sesión. Tan solo en una sesión difirieron los niveles anteriores y posteriores en más de 1,0 dB; los resultados se descartaron.

El espectro del ruido variaba a partir del habla en el aula y, por separado, en la cabina de sonido en 0,0 dB (dentro de  $\pm 0,7$  dB en cada octava de 250-4000 Hz). Los espectros del habla y, por separado, del ruido variaban entre el aula y la cabina de sonido en 0,0 dB (dentro de  $\pm 2,0$  dB en cada octava). Por lo tanto, todos los resultados espectrales del habla y el ruido eran esencialmente idénticos.

### **Efectos del TR en la SNR**

Un cambio en los paneles acústicos influía más en los niveles de ruido que el habla (véase la Tabla 3), probablemente debido a la ubicación relativamente próxima de algunos paneles acústicos a los altavoces de ruido y, por lo tanto, podría confundir los efectos del TR con la SNR en las puntuaciones de los participantes. Mediante ajustes relacionados con los niveles de ruido se mantenían las SNR a través de los cambios en el TR. Por ejemplo, modificando el TR de 0,3 a 0,9 s se incrementaron los niveles del habla en 2,6 dB y del ruido en 5,7 dB, para obtener un cambio neto en la SNR de -3,1 dB (véase la Tabla 3). Mediante una reducción posterior de 3 dB en el nivel del ruido se mantuvo la SNR original.

**Tabla 3.** Cambios en los niveles de habla y ruido resultantes de los cambios del tiempo de reverberación.

TR	Habla	Ruido	Cambio del TR	Habla	Ruido	SNR <sup>a</sup>
0.9	60.8	61.3	cambio a 0.6	-1.3	-1.7	+0.4
0.6	59.5	59.6	cambio a 0.3	-1.3	-4.0	+2.7
0.3	58.2	55.6	cambio a 0.9	+2.6	+5.7	-3.1

*Nota.* TR = tiempo de reverberación (s); SNR = relación señal-ruido (dBA).

<sup>a</sup>Estos cambios netos en la SNR con cada cambio del TR se eliminaron mediante ajustes en los niveles de ruido, manteniendo por lo tanto las SNR constantes a través de los cambios en el TR.

## Mayo-Junio 2017 - número 3

### **Procedimiento**

Cada participante con una edad  $\geq 8$  años escuchaba tres pares de listas de la prueba BKB-SIN en cada TR. Una puntuación SNR-50 se componía de un promedio de tres pares de listas y cada puntuación TR-SNR se componía de un promedio de seis oraciones de prueba. Cada participante con una edad  $< 8$  años escuchaba únicamente dos pares de listas por cada TR para limitar el tiempo de la prueba a menos de 8 minutos con el fin de prevenir el cansancio o que decayera la atención (Hnath-Chisolm, Laipply y Boothroyd, 1998). En el cambio de paneles de una condición de TR a la siguiente se tardaban 12-15 min, lo que permitía que el participante se tomara un descanso.

En el estudio se adaptaba la SNR inicial (primera oración en una lista) a cada participante. Si las puntuaciones disminuían cinco puntos porcentuales o más después de la tercera o cuarta oración en una lista, la SNR inicial era lo suficientemente elevada como para captar el desempeño óptimo del participante y lo suficientemente baja como para producir un rango completo de puntuaciones a través de la disminución de 21 dB en las SNR. El uso de SNR iniciales, distintas de +21 dB, requería la realización de ajustes en los cálculos de SNR-50 facilitados en el manual de BKB-SIN. El manual (Etymotic Research, Inc., 2005, pág. 23) indica que “el punto de partida (21 dB) más la mitad del tamaño del paso (1,5), más la palabra extra en la primera oración... es igual a 23,5. SNR-50 es 23,5 menos el número total de palabras repetidas correctamente”. En este estudio, cuando la SNR inicial era, por ejemplo, 3 dB superior a la SNR de +21 dB, la SNR-50 se calculaba como equivalente a 23,5 más 3 y menos el número de palabras percibidas correctamente. Si la SNR inicial era 3 dB inferior a la SNR de +21 dB, SNR-50 equivalía a 23,5 menos 3 y menos el número de palabras correctas.

En el aula, la variabilidad interevaluador entre los dos evaluadores cuando escuchaban a niños con implantes cocleares fue del 96,4% y, con niños con audición normal, del 98,5%. Siempre que los evaluadores diferían en las palabras correctas de una oración, la puntuación de la oración fue la menor de las dos. El autor fue siempre uno de los evaluadores y el segundo evaluador pertenecía a un grupo de cuatro personas, que estaban familiarizadas con el habla de los niños. Los evaluadores valoraban una articulación incorrecta como correcta siempre que la hubieran observado en conversaciones anteriores y se pudiera considerar como una respuesta correcta. En la cabina de sonido, únicamente el evaluador que se encontraba en su interior podía oír con claridad las respuestas de los participantes por encima del ruido de fondo de la prueba. Por lo tanto, en las pruebas de la cabina de sonido solo intervenía un evaluador. Es probable que esta circunstancia tuviera un efecto insignificante en la fiabilidad interevaluador, teniendo en cuenta la elevada fiabilidad interevaluador observada en el aula. El evaluador de la cabina puntuaba siempre al mismo niño en el aula.

## **Resultados**

### **Comparaciones de puntuaciones SNR-50**

En el primer análisis de los resultados únicamente del aula se utilizó un diseño de mediciones repetidas 3 x 1 con tres niveles de TR como el primer factor y un nivel de puntuación SNR-50 como el segundo, con las puntuaciones SNR-50 como la variable dependiente. En los análisis de resultados de cabina de sonido y

## Mayo-Junio 2017 - número 3

aula se utilizó un diseño de mediciones repetidas 4 x 1 con cuatro niveles de TR y un nivel de SNR-50. El principal efecto del TR sobre la percepción del habla entre el grupo con implantes cocleares y el grupo con audición normal fue significativo (análisis de varianza de medidas repetidas) en los tres TR del aula,  $F(1, 44) = 285,37$ ,  $p < 0,001$ , y entre subgrupos en los TR del aula y la cabina de sonido,  $F(1, 21) = 95,27$ ,  $p < 0,001$ . Las puntuaciones SNR-50 de los niños con implantes cocleares fueron significativamente superiores (se requirieron SNR sustancialmente más elevadas para conseguir el mismo desempeño) en un análisis post hoc, (diferencia de menor significación de Fisher), siendo en todos los casos  $p < 0,001$ , en comparación con los niños con audición normal (véase la Figura 2): 12,2 dB en TR de 0,3 s, 13,2 dB en 0,6 s, 14,6 dB en 0,9 s, y 7,9 dB en la cabina de sonido. La media, la desviación típica y el número de la muestra (N) de las puntuaciones SNR-50 por TR de cada grupo se facilitan en los materiales complementarios online, Tabla complementaria S2.

### ***Puntuaciones SNR-50 de participantes con implantes cocleares***

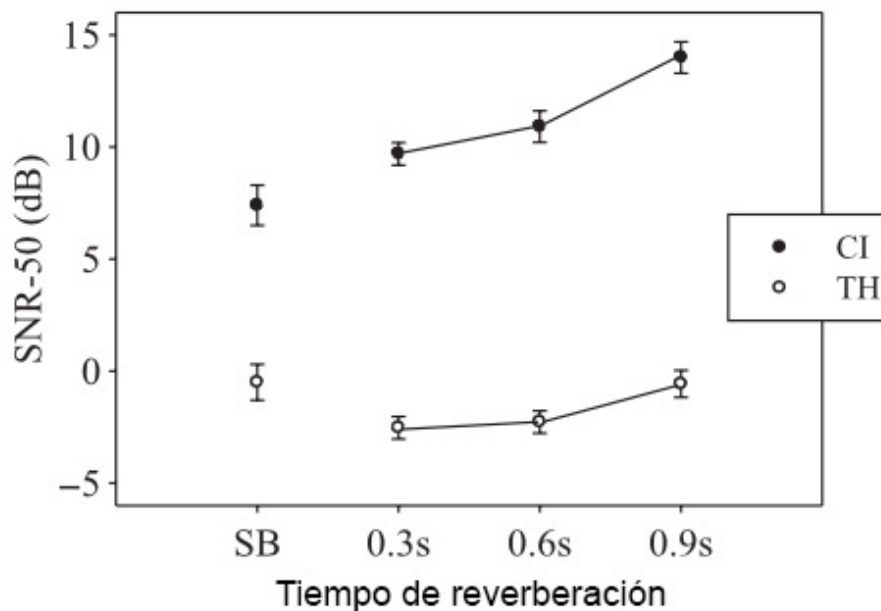
El principal efecto del TR sobre la base de puntuaciones SNR-50 en los TR del aula correspondientes al grupo con implantes cocleares (N = 23) fue significativo,  $F(2, 44) = 57,47$ ,  $p < 0,001$ . Cada disminución (mejora) en las puntuaciones SNR-50 con una reducción en el TR del aula, de 0,9 a 0,6 y a 0,3 s, fue significativa en el análisis post hoc,  $p \leq 0,005$ . En el caso del subgrupo con implantes cocleares (n = 13) evaluado tanto en el aula como en la cabina de sonido, el principal efecto del TR en la cabina de sonido y los tres TR del aula fue significativo,  $F(3, 36) = 33,33$ ,  $p < 0,001$ . Las diferencias en las puntuaciones de los análisis post hoc entre la cabina de sonido y cada uno de los tres TR del aula fueron significativas, en todos los casos  $p \leq 0,001$ .

### ***Puntuaciones SNR-50 de participantes con audición normal***

El principal efecto del TR sobre la base de puntuaciones SNR-50 en los TR del aula correspondientes al grupo con audición normal (N = 23) fue significativo,  $F(2, 44) = 14,08$ ,  $p < 0,001$ . Únicamente la disminución en la puntuación de TR de 0,9 a 0,6 s fue significativa en el análisis post hoc,  $p < 0,001$ . La disminución en la puntuación de TR de 0,6 a 0,3 s no fue significativa en el análisis post hoc,  $p = 0,525$ . El principal efecto del TR en el subgrupo con audición normal (n = 10) evaluado en los TR del aula y la cabina de sonido fue significativo,  $F(3, 27) = 3,10$ ,  $p = 0,043$ . Las diferencias en las puntuaciones de los análisis post hoc entre la cabina de sonido y cada uno de los tres TR del aula no fueron significativas, en todos los casos  $p \geq 0,131$ .

**Mayo-Junio 2017 - número 3**

**Figura 2.** Relaciones habla-ruido (SNR) calculadas para SNR-50 en niños con implantes cocleares (CI) y niños con audición normal (TH) en tres tiempos de reverberación (TR) en el aula y subgrupos de estos niños en la cabina de sonido (CS). Las barras de error representan errores estándar.

**Puntuaciones TR-SNR de participantes con implantes cocleares**

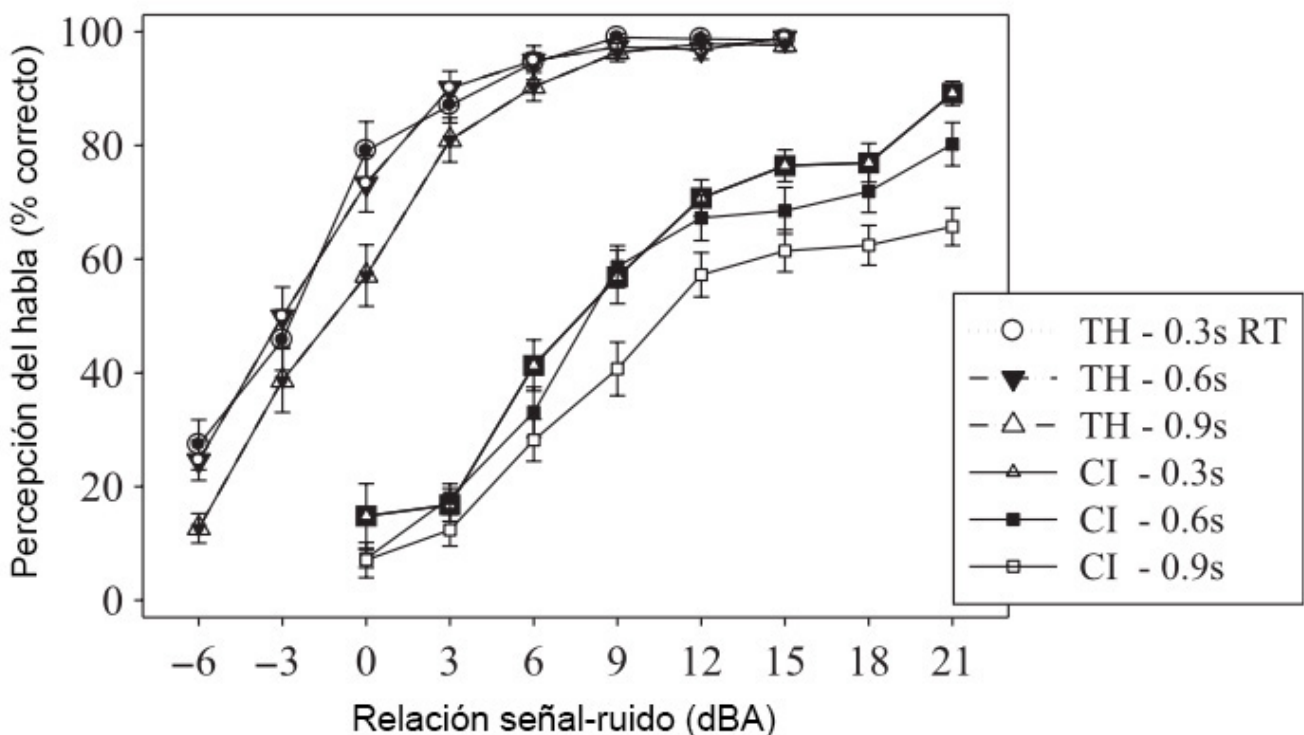
En un segundo análisis de los resultados únicamente del aula se utilizó un diseño de mediciones repetidas 3 x 8 con tres niveles de TR del aula y ocho niveles de puntuaciones TR-SNR, con las puntuaciones TR-SNR como la variable dependiente. En un segundo análisis del aula y la cabina de sonido se utilizó un diseño de mediciones repetidas 4 x 8 con cuatro niveles de TR y ocho niveles de puntuaciones TR-SNR. El principal efecto del TR del aula en las puntuaciones de percepción del habla en el caso de los participantes con implantes cocleares ( $N = 20-21$ ) fue significativo,  $F(2, 38) = 47,40$ ,  $p < 0,001$ . El principal efecto de SNR fue también significativo,  $F(4, 76) = 26,71$ ,  $p < 0,001$ . Las puntuaciones mejoraron significativamente entre el TR de 0,9 y 0,6 s,  $F(1, 19) = 41,02$ ,  $p < 0,001$ , y en todas las SNR,  $F(4, 76) = 15,59$ ,  $p < 0,001$ , y entre el TR de 0,6 y 0,3 s,  $F(1, 20) = 5,99$ ,  $p = 0,023$ , y en todas las SNR,  $F(4, 80) = 21,69$ ,  $p < 0,001$ . No hubo interacción significativa entre el TR y la SNR en ninguno de estos análisis. Estos segundos análisis permitieron cálculos de las funciones de desempeño-intensidad facilitadas en la Figura 3 para obtener más información (Boothroyd, 2008). En los materiales complementarios online, Tabla complementaria S3, se facilitan la media, la desviación estándar y el N de las puntuaciones SNR de 0 a +21 dB por TR.



## Mayo-Junio 2017 - número 3

A continuación, en los análisis post hoc se abordaron los efectos entre el TR y la SNR en las puntuaciones en el aula (véase la Figura 3). Por ejemplo, una disminución del TR de 0,6 a 0,3 s sin ningún incremento de la SNR se tradujo en una mejora en las puntuaciones significativa únicamente en la SNR de +21 dB,  $p = 0,027$ , y no en el resto de SNR de +9 a +18 dB, en todos los casos  $p \geq 0,084$ . Del mismo modo, un incremento de la SNR de 3 dB sin ningún cambio en el TR de 0,6 s representó un beneficio significativo únicamente en la SNR de +18 a +21 dB, y no en el resto de los incrementos de 3 dB, en todos los casos  $p \geq 0,069$ . Se obtuvieron mejoras significativas adicionales en las puntuaciones con una combinación de cambio del TR de 0,6 a 0,3 s y cambios en la SNR de +9 a +12, de +12 a +18, de +15 a +21 y de +18 a +21 dB, en todos los casos  $p \leq 0,042$ .00000000000000000000

**Figura 3.** Las puntuaciones medias se representaron como curvas de desempeño/intensidad con el tiempo de reverberación (TR) y la relación habla-ruido en el caso de los niños con implantes cocleares (CI) y los niños con audición normal (TH) en la escucha en el aula. Las barras de error representan errores estándar.



En el caso de las puntuaciones del subgrupo con implantes cocleares ( $n = 13$ ) evaluado tanto en la cabina de sonido como en el aula, los efectos principales en los cuatro TR fueron significativos en cuanto al TR,  $F(3, 36) = 32,93$ ,  $p < 0,001$ , y la SNR,  $F(4, 48) = 23,43$ ,  $p < 0,001$ . Los efectos fueron significativos en cuanto al TR en la condición de cabina de sonido y la condición más próxima de aula de TR de 0,3 s,  $F(1,$

## Mayo-Junio 2017 - número 3

12) = 10,51,  $p = 0,007$ , y la SNR,  $F(4, 48) = 16,75$ ,  $p < 0,001$ . No hubo interacciones significativas entre el TR y la SNR en estos análisis. En cada SNR de +9 a +21 dB, el subgrupo obtuvo una puntuación porcentual media de 9,8 más alta en la cabina que en el TR más próximo de 0,3 s.

El análisis de varianza de las puntuaciones de TR-SNR de los niños con implantes cocleares se limitaron a las SNR de +9 a +21 dB con el fin de centrarse en los efectos de la acústica del aula en las puntuaciones cercanas al 50% y superiores. Las puntuaciones inferiores a este punto se consideraron demasiado bajas para los objetivos de este estudio. Este rango redujo también el número de participantes con puntos de datos ausentes a tres o menos, y se evitaron los efectos de mínimo aparentes en SNR bajas. En el grupo con implantes cocleares, el participante nº 23 (véase la Tabla 1) requirió una SNR inicial de +18 dB; los participantes nº 1, 3, 5, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 17 y 20 requirieron una SNR de +21 dB; los nº 2, 4, 6, 11, 13, 16, 18, 19, 21 y 22 requirieron una SNR de +24 dB; y el nº 10 requirió una SNR de +27 dB.

### ***Puntuaciones TR-SNR de participantes con audición normal***

El principal efecto del TR del aula en las puntuaciones de percepción del habla en el caso de los participantes con audición normal ( $N = 23$ ) fue significativo,  $F(2, 44) = 10,35$ ,  $p < 0,001$ . El principal efecto de SNR fue también significativo,  $F(4, 88) = 88,99$ ,  $p < 0,001$ . Las puntuaciones difirieron significativamente entre los TR de 0,9 y 0,6 s,  $F(1, 22) = 12,54$ ,  $p = 0,001$ , y en las SNR,  $F(4, 88) = 79,43$ ,  $p < 0,001$ . Las interacciones entre los efectos en ambos análisis fueron significativas. No obstante, cuando el análisis de puntuaciones de los TR de 0,9 a 0,6 s incluía únicamente la SNR de -3 a +6 dB, la interacción del TR y la SNR no era significativa, lo que sugiere que la interacción se debía a la convergencia de las puntuaciones en la SNR de +9 dB en estas dos condiciones del TR. El efecto del TR entre 0,6 y 0,3 s no fue significativa,  $F(1, 22) = 0,00$ ,  $p = 0,997$ , mientras que el efecto de la SNR fue significativa,  $F(4, 88) = 73,72$ ,  $p < 0,001$ . La interacción entre los efectos no fue significativa. Las puntuaciones representadas como funciones de desempeño-intensidad mediante el TR y la SNR se facilitan en la Figura 3. La media, la desviación típica y el N de las puntuaciones SNR de -6 a +15 dB se facilitan en los materiales complementarios online, Tabla complementaria S3.

Las puntuaciones mejoraban significativamente en los análisis post hoc con un cambio del TR de 0,9 a 0,6 s cuando se combinaba con cada aumento de la SNR de 3 dB de -3 a +9 dB, en todos los casos  $p \leq 0,031$ . Las puntuaciones mejoraban significativamente cuando el TR se acertaba de 0,6 a 0,3 s y se combinaba con cada aumento de la SNR de 3 dB de -3 a +6 dB, en todos los casos  $p \leq 0,016$ , y mejoraba de forma no significativa cuando la SNR se incrementaba de +6 a +9 dB,  $p = 0,389$ .

En el subgrupo con audición normal ( $n = 8$ ) evaluado tanto en la cabina como en el aula, el principal efecto del TR en los cuatro TR no fue significativo,  $F(3, 21) = 1,99$ ,  $p = 0,145$ ; el principal efecto de la SNR fue significativo,  $F(4, 48) = 39,00$ ,  $p < 0,001$ ; y la interacción de los efectos fue significativa. El efecto del TR entre la condición de cabina y la condición más próxima de aula, TR de 0,3 s, no fue significativo,  $F(1, 7) = 0,16$ ,  $p = 0,693$ , mientras que el efecto de la SNR fue significativo,  $F(4, 28) = 56,94$ ,  $p < 0,001$ , sin ninguna interacción significativa de efectos.

Los análisis estadísticos de desempeño de los niños con audición normal se limitaron a las SNR de -3 a +9 dB con el fin de centrarse en los efectos de la reverberación en las puntuaciones cercanas al 50% o superiores. Las puntuaciones inferiores a este porcentaje se consideraron que ofrecían perspectivas

## Mayo-Junio 2017 - número 3

potenciales fuera del alcance de este estudio. Con este rango se redujo también el número de puntos de datos ausentes y se evitaron posibles efectos de mínimo emergentes por debajo de una SNR de -3 dB y efectos de máximo por encima de una SNR de +9 dB. Cinco participantes requirieron una SNR inicial de +9 dB, ocho requirieron una SNR de +12 dB, siete requirieron una SNR de +15 dB y tres requirieron una SNR de +18 dB.

### **Edad y puntuaciones SNR-50**

En el grupo con implantes cocleares no hubo correlación entre la edad y ninguna de las puntuaciones SNR-50 medias en los tres TR del aula (correlación de edad y SNR-50 con un TR de 0,3, 0,6 y 0,9 s:  $r = 0,284, 0,135$  y  $0,245$ , respectivamente; en todos los casos  $p \geq 0,188$ ). En el grupo con audición normal, hubo importantes correlaciones negativas significativas entre la edad y las puntuaciones SNR-50 en cada uno de los tres TR del aula (correlación de edad y SNR-50 con un TR de 0,3, 0,6 y 0,9 s:  $r = -0,552, -0,566$  y  $-0,614$ , respectivamente; en todos los casos  $p \leq 0,001$ ) cuando se incluían los tres participantes con una edad <7 años en los análisis del grupo. La intención de este estudio era investigar las necesidades acústicas de los niños en un rango amplio de edades escolares. Por lo tanto, en el análisis se incluyó este número relativamente pequeño de participantes (tres) con audición normal y una edad <7 años.

### **Discusión**

*1. ¿Son significativas las diferencias en la capacidad de percepción del habla entre los niños con implantes cocleares y los niños con audición normal cuando escuchan con los mismos TR en el aula y en la cabina?*

Los niños con implantes cocleares, en comparación con los niños con audición normal, mostraron un desempeño significativamente más bajo en las puntuaciones SNR-50 con más de 10 dB en cada TR de aula y una SNR de 7,9 dB en la cabina (véanse la Figura 2 y los materiales complementarios online, Tabla complementaria S2). Por ejemplo, en la SNR de +9 dB, los niños con implantes cocleares obtuvieron 42,1 puntos porcentuales menos en el TR de 0,3 s, y el subgrupo obtuvo 22,5 puntos porcentuales menos en la cabina que los niños con audición normal (véanse la Figura 3 y los materiales complementarios online, Tabla complementaria S3). La diferencia en el desempeño solo desapareció en las SNR altas en el TR de aula más breve, así como en la cabina audiológica, lo que respalda las conclusiones de otros investigadores (Finitzo-Hieber y Tillman, 1978) de que los niños con pérdida auditiva obtienen beneficios de las SNR bajas y altas. Los niños con implantes cocleares necesitaron SNR superiores a los +15 dB que recomienda la American Speech-Language-Hearing Association (2016) para la percepción del habla de los alumnos con audición normal.

Neuman et al. (2010) notificaron que los niños con audición normal obtuvieron puntuaciones de SNR-50 más altas (peores) en el TR de 0,6 s que en el evaluado en el presente estudio actual con el mismo TR. Neuman et al. (2010) encontraron pequeñas diferencias de desempeño entre los niños con audición normal y los niños con implantes cocleares (Neuman et al., 2012) en comparación con el presente estudio. Neuman et al. (2010) presentaron habla pregrabada en un TR de 0,6-s en modo binaural mediante auriculares a los niños con audición normal y, en Neuman et al. (2012), como entrada electro-acústica a los procesadores de los niños con implantes, la mayoría equipados bilateralmente, en comparación con la escucha en un aula

## Mayo-Junio 2017 - número 3

de este estudio. Es posible que los niños con audición normal en Neuman et al. (2010) perdieran datos acústicos que habrían sido perceptibles en el entorno de la sala de este estudio con separación espacial de las fuentes de habla y ruido, y una potencial sombra de cabeza. Neuman et al. (2012) no informaron sobre características acústicas potencialmente perdidas en la entrada acústica a los procesadores de los participantes con implantes cocleares.

### *2. ¿Son los requisitos de TR en los estándares acústicos en el aula ANSI/ASA (2010) adecuados tanto para niños con implantes cocleares como para niños con audición normal?*

Cada reducción del TR de 0,9 a 0,6 y a 0,3 s supuso un beneficio significativo en la percepción del habla en el caso de los niños con implantes cocleares cuando se evaluaban tanto las puntuaciones de SNR-50 como las de TR-SNR. La reducción del TR de 0,9 a 0,6 s representó un beneficio considerable para los niños con audición normal, mientras que la reducción a 0,3 s no tuvo ningún efecto positivo ni negativo. Estas conclusiones respaldan las normas descritas en ANSI/ASA S12.60-2010/Parte 1, que requieren que la reverberación en el aula no exceda un TR de 6 s (espacios de aprendizaje básico <283 m<sup>3</sup>; véase la tabla 1 de ANSI/ASA); “los espacios de aprendizaje deberán ser fácilmente adaptables para permitir una reducción del tiempo de reverberación a 0,3 s” (véase la tabla 1 de ANSI/ASA, nota de pie de página e); y “un tiempo de reverberación de 0,3 s... es necesario para los niños con discapacidad auditiva y/u otros problemas de comunicación” (Comentario-5.3.1).

### *3. ¿Existe alguna diferencia significativa entre las puntuaciones de percepción del habla obtenidas en una cabina audiológica no reverberante y las puntuaciones obtenidas en un aula con un TR relativamente bajo?*

El subgrupo de niños con implantes cocleares mostró un desempeño significativamente más bajo en el TR más breve de 0,3 s en comparación con la cabina audiológica. Su puntuación SNR-50 en el TR de 0,3 s fue 2,2 dB más alta (peor) que en la cabina (véanse los materiales complementarios online, Tabla complementaria S2) y las puntuaciones TR-SNR de SNR de +9 a +21 dB fueron 9,8 puntos porcentuales más bajas en promedio. Las desviaciones típicas de las puntuaciones sugieren cautela en la aplicación de estos promedios a cualquier niño.

Las diferencias en las puntuaciones SNR-50 entre las condiciones de la cabina y el aula no fueron significativas para el subgrupo con audición normal. No obstante, otros investigadores han encontrado diferencias de puntuaciones importantes: entre un TR de 0,0 y 1,2 s por parte de Finitzo-Hieber y Tillman (1978) y entre un TR de 0,0 y 0,8 s por parte de Yacullo y Hawkins (1987). Sin embargo, en estos dos estudios se permitió únicamente la escucha monoaural. En el presente estudio se permitió la escucha binaural, que supone un beneficio para la percepción del habla en condiciones de reverberación (Nabelek y Pickett, 1974) y puede reducir las dificultades perceptuales de los entornos reverberantes. Es posible que la falta de diferencia significativa en este estudio entre estas condiciones se haya debido también al uso de un número pequeño de submuestras en el análisis. La ausencia de separación espacial de los altavoces de habla y ruido en la cabina puede haber eliminado los beneficios potenciales de escucha de los participantes con audición normal y posiblemente la de los participantes con implantes bilaterales que estaban disponibles en el aula.



## Mayo-Junio 2017 - número 3

En el estudio de Neuman et al. (2012) y en este estudio se utilizaron dos TR idénticos en niños con implantes cocleares y en ambos se utilizó la prueba BKB-SIN. Neuman et al. (2012) notificaron unas puntuaciones SNR-50 medias en el caso de estos niños de 10,2 dB en el TR de 0,6 s y 5,8 dB en una condición no reverberante. De forma similar en este estudio, las puntuaciones SNR-50 del subgrupo de niños con implantes fueron de 10,7 dB en el TR de 0,6 s y 7,4 dB en la cabina audiológica.

Puede surgir un problema relacionado con el uso de un TR de 0,3 s en el caso de los niños con pérdida auditiva cuando también se encuentren presentes en el aula niños con audición normal. Se ha informado que las reflexiones de sonido tempranas (<50 ms) benefician la percepción del habla (p. ej., Bradley, Sato y Picard, 2003; Lochner y Burger, 1964; Yang y Bradley, 2009) y el acortamiento de los TR podría potencialmente reducir estas reflexiones tempranas de una forma significativamente suficiente como para influir en la escucha. No obstante, parece que no se han publicado hasta la fecha las mediciones de estas primeras reflexiones en las aulas y sus efectos en la percepción del habla en los niños. Las reducciones en este estudio y en otros a 0,0 s (Finitzo-Hieber y Tillman, 1978) o a 0,3 s (Neuman et al., 2010) no supusieron ningún cambio significativo en las puntuaciones de los niños con audición normal.

En este estudio se utilizó la prueba de BKB-SIN porque el “murmullo” multihablante puede representar mejor el ruido del aula en comparación con el ruido con forma de habla. Se utiliza un rango de SNR habitual en la mayoría de las aulas (o mejor) y la prueba ofrece un número suficiente de listas de oraciones como para cubrir todas las condiciones de prueba sin repetición. Sin embargo, la prueba BKB-SIN presenta cada lista de oraciones en unas SNR que progresan únicamente de valores altos a bajos. Existen observaciones anecdóticas y ajenas al estudio que sugieren que esta progresión puede propiciar que algunos participantes abandonen prematuramente a medida que una lista se hace progresivamente más difícil, lo que se podría traducir en puntuaciones más bajas en comparación con una prueba con procedimientos adaptativos (p. ej., HINT-C; Nilsson, Soli y Gelnett, 1996). Además, es posible que en futuros estudios que incluyan los efectos beneficiosos de la lectura labial y de otras claves visuales y se pueda conseguir una comprensión más completa de la percepción del habla en el aula.

Otra cuestión se basa en la posibilidad de que los niños con o sin pérdida auditiva realicen un mayor esfuerzo de escucha a medida que el TR aumenta, lo que podría incrementar la carga cognitiva en entender al profesor y a los compañeros.

En el estudio se modificó la BKB-SIN en varias maneras no validadas. La SNR-50 es la única puntuación validada en la prueba BKB-SIN, si bien la puntuación mediante SNR en la prueba BKB-SIN y las funciones resultantes de desempeño-intensidad utilizadas en este estudio y en otros (Neuman et al., 2010; Wilson, McArdle y Smith, 2007) no se han validado. También en este estudio, la puntuación para cada combinación de TR-SNR se basó en únicamente cuatro-seis palabras objetivo por participante. La BKB-SIN se validó también con listas de ocho y diez oraciones. La compensación de listas en este estudio con una extensión de ocho oraciones no se ha validado. No obstante, según describe M. Skinner (comunicación personal, 10 de diciembre de 2006), las oraciones 9-10 de las listas más largas se presentan en las SNR más bajas, lo que podría dar lugar a puntuaciones cercanas a 0%, y es probable que su eliminación no tenga ningún efecto significativo en los resultados de las pruebas. Además, estas dos últimas oraciones podrían haber desalentado a algunos niños con pérdida auditiva y, por lo tanto, habrían reducido la validez y la fiabilidad.

## Mayo-Junio 2017 - número 3

Por otra parte, la BKB-SIN fue únicamente validada con una SNR inicial de +21 dB. No obstante, en el momento de la recogida de datos, no había datos publicados con respecto a la prueba BKB-SIN que sugirieran una única SNR inicial para la escucha en reverberación de cualquier grupo de participantes. Las pruebas anecdóticas con niños con audición normal sugieren que la SNR inicial de +21 dB generaría un efecto techo y no permitirían conocer el rango total de las habilidades de escucha del grupo. Una SNR inicial de +21 dB en el caso de niños con implantes cocleares daría lugar a efecto suelo y al fallo en la recogida del desempeño óptimo de muchos sujetos. El uso de SNR adaptativas iniciales ha servido para evitar estos efectos anticipados en los cálculos de puntuaciones, pero un inconveniente es que el mismo rango de 21 dB no se aplicaría a todos los participantes. El resultado sería la falta de datos dentro de un grupo en algunas SNR y, por lo tanto, un N reducido para algunos análisis. Además, la BKB-SIN se ha validado para su uso con ruido, pero no con ruido y reverberación. Los resultados del estudio se deben interpretar con cautela teniendo en cuenta estos cambios en el uso validado de la prueba BKB-SIN.

Picard y Bradley (2001) revisaron varios estudios de niveles de voz de docentes en el aula y calcularon un nivel medio de habla de 60,1 dBA, con un rango de 56,9-69,6 dBA. Los niveles de presentación adaptativa del habla de 60 a 66 dBA en el caso de los niños con implantes cocleares en este estudio se mantuvieron dentro de estos niveles de habla medidos. No obstante, este enfoque adaptativo introdujo una variación en las condiciones de la prueba y, considerando tal variación, los resultados se deben interpretar con cautela. Además, la realización de pruebas a niños más pequeños con menos ítems de prueba podría haber incrementado la variabilidad estadística en comparación con el grupo de más edad (Etymotic Research, Inc., 2005). Sin embargo, el uso de dos pares de listas podría haber disminuido la variabilidad en comparación con el uso de un par de listas tal como se sugiere en el manual de la prueba BKB-SIN para las pruebas clínicas de rutina.

El uso de 50 paneles acústicos para reducir el TR en el aula del estudio a 0,3 s puede no resultar práctico en un gran número de aulas. No obstante, el aula de prueba carecía de placas de techo y tenía un TR no tratado de 0,9 s. Otras aulas de tamaño similar del colegio disponían de placas de techo acústicas combinadas con un número limitado de paneles de pared acústicos ubicados convenientemente entre pizarras negras/blancas, bancos de ventanas y grandes pantallas de pared, con los TR acercándose a 0,3 s. Este TR relativamente breve se podría alcanzar fácilmente en otras aulas y sin interferencia en la función de la sala.

Varios aspectos de las condiciones de prueba no representaban un aula infantil. La posición de escucha siempre se mantuvo cerca (3,0 m) de la fuente de habla sin sufrir modificaciones. Además, el aula de la prueba estaba desocupada con ruido de espectro constante y niveles específicos, proviniendo con la misma intensidad desde todas las direcciones y con TR constantes. Uno o varios de estos factores acústicos cambiarían a menudo en un aula infantil.

La tecnología del implante coclear puede ayudar a mejorar la percepción del habla en condiciones acústicas difíciles mediante el uso de micrófonos direccionales y sistemas de FM (p. ej., Schafer y Thibodeau, 2006). Los sistemas de FM pueden servir para mejorar la percepción del habla en presencia de ruido y reducir probablemente los efectos perjudiciales de la reverberación al disminuir la distancia funcional entre el hablante y la persona que escucha a la distancia crítica en cualquier aula. No obstante, algunas limitaciones son el acceso de FM únicamente al hablante con el micrófono y la fiabilidad de FM

## Mayo-Junio 2017 - número 3

como sistema electrónico sometido al uso y el desgaste de los niños que lo utilizan.

Las reducciones en los TR del aula a 0,3 s incrementaron considerablemente la percepción del habla en niños con implantes cocleares, mientras que la reducción a un TR de 0,6 s supuso un beneficio para los niños con audición normal. Por otra parte, un TR de 0,3 s no resultó perjudicial para los niños con audición normal. Estos hallazgos son conformes con las normas ANSI/ASA S12.60-2010/Parte 1 relativas a la acústica en espacios de aprendizaje (<283 m<sup>3</sup>). Los niños con implantes cocleares mostraron un desempeño significativamente mejor en una cabina audiológica que en la condición menos reverberante del aula. Este hallazgo sugiere que los resultados clínicos obtenidos en un entorno de prueba no reverberante podrían sobrestimar las capacidades de percepción del habla de los niños con implantes cocleares en el aula.

### Agradecimientos

Este trabajo de investigación se ha financiado con la subvención H133G060116 del National Institute on Disability and Rehabilitation Research, y las subvenciones de Gustuvus and Louise Pfeiffer Research Foundation, concedidas a Frank Iglehart. El autor agradece a Arthur Boothroyd, John Bradley, Richard Freyman y Margaret Skinner los comentarios y sugerencias a lo largo de este proyecto, y a los participantes y sus familias por su tiempo y colaboración. Los informes preliminares sobre segmentos de este estudio se presentaron en el XIX Congreso Internacional de Acústica, Madrid, España; Acoustics '08 - Joint Conference of the Acoustical Society of America and the European Acoustics Association, París, Francia; Inter•Noise 2009 - The 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Ottawa, Canadá; y EURONOISE 2009 - Action on Noise in Europe, Edimburgo

### Bibliografía

**All Noise Control.** (2007). NRC Rating. Consultado el 1 de mayo de 2007 en <http://www.allnoisecontrol.com/products/CeilingBaffles.cfm>

**American National Standards Institute.** (2002). *Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools* (ANSI S12.60-2002). Melville, NY: Autor.

**American National Standards Institute/Acoustical Society of America** (2010). *Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools* (ANSI/ASA S12.60-2010). Melville, NY: Acoustical Society of America.

**American Society for Testing and Materials Standards.** (2003). *Standard test method for sound absorption and sound absorption coefficients by the reverberation room method* (ASTM C423-02a). West Conshohocken, PA: Autor.

**American Speech-Language-Hearing Association.** (2016). *Classroom acoustics*. Consultado el 25 de abril de 2016 en <http://www.asha.org/Practice-Portal/professional-issues/classroom-acoustics/>

## Mayo-Junio 2017 - número 3

- Anderson, K. L. y Goldstein, H.** (2004). Speech perception benefits of FM and infrared devices to children with hearing aids in a typical classroom. *Language, Speech, and Hearing in Schools*, 35, 169-184.
- Beranek, L. L.** (1988). Measurement of the acoustical properties of rooms, studios, and auditoriums. En *Acoustical measurements* (pág. 781). Woodbury, NY: Acoustical Society of America.
- Berg, F. S.** (1987). *Facilitating classroom listening: A handbook for teachers of normal and hard of hearing students*. Boston, MA: College Hill Press.
- Blake, P. y Busby, S.** (1994). Noise levels in New Zealand junior classrooms: Their impact on hearing and teaching. *New Zealand Medical Journal*, 107, 357-358.
- Blamey, P. J., Sarant, J. Z., Paatsch, L. E., Barry, J. G., Bow, C. P., Wales, R. J.,... Tooher, R.** (2001). Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 264-285.
- Boothroyd, A.** (1984). Auditory perception of speech contrasts by subjects with sensorineural hearing loss. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 27, 134-144.
- Boothroyd, A.** (2008). The performance/intensity function: An underused resource. *Ear and Hearing*, 29, 479-491.
- Bradley, J. S.** (1986). Speech intelligibility studies in classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 80, 846-854.
- Bradley, J. S., Sato, H. y Picard, M.** (2003). On the importance of early reflections for speech in rooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113, 3233-3244.
- Bronzaft, A. L.** (1981). The effect of a noise abatement program on reading ability. *Journal of Environmental Psychology*, 1, 215-222.
- Bronzaft, A. L. y McCarthy, D. P.** (1975). The effect of elevated train noise on reading ability. *Environment and Behavior*, 7, 517-527.
- Crandell, C. C. y Smaldino, J. J.** (1994). An update of classroom acoustics for children with hearing impairment. *The Volta Review*, 96, 291-306.
- Etymotic Research, Inc.** (2005). *Bamford-Kowal-Bench Speech in Noise Test* (Versión 1.03) [Disco compacto de audio y Manual]. Elk Grove Village, IL: Autor.
- Evans, G. W., Hygge, S. y Bullinger, M.** (1995). Chronic noise and psychological stress. *Psychological Science*, 6, 333-338.
- Evans, G. W. y Maxwell, L.** (1997). Chronic noise exposure and reading deficits. *Environment & Behavior*, 29, 638-656.



## Mayo-Junio 2017 - número 3

- Finitzo-Heiber, T. y Tillman, T. W.** (1978). Room acoustics effects on monosyllabic word discrimination ability for normal and hearing-impaired children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 21, 440-458.
- Gifford, R. H., Dorman, M. F., Skarzynski, H., Lorens, A., Polak, M., Driscoll, C. L., ... Buchman, C. A.** (2013). Cochlear implantation with hearing preservation yields significant benefit for speech recognition in complex listening environments. *Ear and Hearing*, 34, 413-425.
- Haines, M. M., Stansfeld, S. A., Job, R. F., Berglund, B. y Head, J.** (2001). Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. *Psychological Medicine*, 31, 265-277.
- Harris, R. W. y Reitz, M. L.** (1985). Effects of room reverberation and noise on speech discrimination by the elderly. *Audiology*, 24, 319-324.
- Harris, R. W. y Swenson, D. W.** (1990). Effects of reverberation and noise on speech recognition by adults with various amounts of sensorineural hearing impairment. *Audiology*, 29, 314-321.
- Helfer, K. S.** (1994). Binaural cues and consonant perception in reverberation and noise. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 429-438.
- Helfer, K. S. y Huntley, R. A.** (1991). Aging and consonant errors in reverberation and noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 90, 1786-1796.
- Helfer, K. S. y Wilber, L. A.** (1990). Hearing loss, aging, and speech perception in reverberation and noise. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 33, 149-155.
- Hnath-Chisolm, T. E., Laipply, E. y Boothroyd, A.** (1998). Age-related changes on a children's test of sensory-level speech perception capacity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 94-106.
- Irwin, R. J. y McAuley, S. F.** (1987). Relationships among temporal acuity, hearing loss, and the perception of speech distorted by noise and reverberation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 81, 1557-1565.
- Knecht, H. A., Nelson, P. B., Whitelaw, G. M. y Feth, L. L.** (2002). Background noise levels and reverberation times in unoccupied classrooms: Predictions and measurements. *American Journal of Audiology*, 11, 65-71.
- Larsen, J. B. y Blair, J. C.** (2008). The effect of classroom amplification on the speech-to-noise ratios in classrooms while class is in session. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 39, 451-460.
- Lochner, J. P. A. y Burger, J. F.** (1964). The influence of reflections on auditorium acoustics. *Journal of Sound and Vibration*, 1, 426-454.
- Lukas, J. S.** (2001). *Noise, classroom behavior and third and sixth grade reading achievement*. 17th ICA Proceedings, Rome, 5, 144-145.

## Mayo-Junio 2017 - número 3

- Lukas, J. S., DuPree, R. B. y Swing, J. W.** (1981). *Effects of noise on academic achievement and classroom behavior* (Informe nº FHWA/CA/D0HS-81/01). Sacramento, CA: Office of Noise Control, California Department of Health Services.
- MacKenzie, D. J. y Airey, S.** (1999). *Classroom Acoustics* (Informe de resumen). Edimburgo, Escocia: Heriot-Watt University, Departamento de Ingeniería Construcción y Topografía.
- Mason, M. y Kokkinakis, K.** (2014). Perception of consonants in reverberation and noise by adults fitted with bimodal devices. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57, 1512-1520.
- Nabelek, A. K. y Pickett, J. M.** (1974). Monaural and binaural speech perception through hearing aids under noise and reverberation with normal and hearing-impaired listeners. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 17, 724-739.
- Neuman, A. C. y Hochberg, I.** (1983). Children's perception of speech in reverberation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 73, 2145-2149.
- Neuman, A. C., Wroblewski, M., Hajicek, J. y Rubinstein, A.** (2010). Combined effects of noise and reverberation on speech recognition performance of normal-hearing children and adults. *Ear and Hearing*, 31, 336-344.
- Neuman, A. C., Wróblewski, M., Hajicek, J. y Rubinstein, A.** (2012). Measuring speech recognition in children with cochlear implants in a virtual classroom. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55, 532-540.
- Nilsson, M. J., Soli, S. D. y Gelnett, D. J.** (1996). *Development of the Sharing in Noise Test for Children* (HINT-C). Los Angeles, CA: House Ear Institute.
- Picard, M. y Bradley, J. S.** (2001). Revisiting speech interference in classrooms. *Audiology*, 40, 221 -244.
- Poissant, S. F., Whitmal, N. A., III y Freyman, R. L.** (2006). Effects of reverberation and masking on speech intelligibility in cochlear implant simulations. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 119, 1606-1615.
- Ross, M. y Giolas, T. G.** (1971). Effects of three classroom listening conditions on speech intelligibility. *American Annals of the Deaf*, 116, 580-584.
- Schafer, E. C. y Thibodeau, L. M.** (2006). Speech recognition in noise in children with cochlear implants while listening in bilateral, bimodal, and FM-system arrangements. *American Journal of Audiology*, 15, 114-126.
- Shield, B. M. y Dockrell, J. E.** (2008). The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 133-144.
- Skarlatos, D. y Manatakis, M.** (2003). Effects of classroom noise on students and teachers in Greece. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 539-544.

## Mayo-Junio 2017 - número 3

**Spitzer, J. B., Sandridge, S. A., Newman, C. W., Sydlowski, S. y Ghent, R. M., Jr.** (2015). A speech perception test in simulated reverberation conditions. *American Journal of Audiology*, 24, 169-177.

**Taub, C. F., Kanis, R. y Kramer, L.** (2003). Reducing acoustic barriers in classrooms: A report comparing two kindergarten classrooms in an inner-city school. *Journal of Educational Audiology*, 11, 69-74.

**Tillery, K. H., Brown, C. A. y Bacon, S. P.** (2012). Comparing the effects of reverberation and of noise on speech recognition in simulated electro-acoustic listening. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131, 416-423.

**Wilson, R. H., McArdle, R. A. y Smith, S. L.** (2007). An evaluation of the BKB-SIN, HINT, QuickSIN, and WIN materials on listeners with normal hearing and listeners with hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 844-856.

**Wróblewski, M., Lewis, D. E., Valente, D. L. y Stelmachowicz, P. G.** (2012). Effects of reverberation on speech recognition in stationary and modulated noise by school-aged children and young adults. *Ear and Hearing*, 33, 731 -744.

**Yacullo, W. S. y Hawkins, D. B.** (1987). Speech recognition in noise and reverberation by school-age children. *Audiology*, 26, 235-246.

Yang, W. y Bradley, J. S. (2009). Effects of room acoustics on the intelligibility of speech in classrooms for young children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125, 922-933.

Traducido con autorización del artículo «Percepción del habla en la acústica del aula de niños con implantes cocleares y con audición normal», por Frank Iglehart (*American Journal of Audiology*, vol. 25, 100-109, junio 2016, <http://aja.pubs.asha.org/journal.aspx>). Este material ha sido originalmente desarrollado y es propiedad de la American Speech-Language-Hearing Association, Rockville, MD, U.S.A., [www.asha.org](http://www.asha.org). Todos los derechos reservados. La calidad y precisión de la traducción es únicamente responsabilidad de CLAVE.

La American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) no justifica o garantiza la precisión, la totalidad, la disponibilidad, el uso comercial, la adecuación a un objetivo particular o que no se infringe el contenido de este artículo y renuncia a cualquier responsabilidad directa o indirecta, especial, incidental, punitiva o daños consecuentes que puedan surgir del uso o de la imposibilidad de usar el contenido de este artículo.

Translated, with permission, from «Speech Perception in classroom Acoustics by Children with cochlear implants and with typical hearing», by Frank Iglehart (*American Journal of Audiology*, vol. 25, 100-109, June 2016, <http://aja.pubs.asha.org/journal.aspx>). This material was originally developed and is copyrighted by the American Speech-Language-Hearing Association, Rockville, MD, U.S.A., [www.asha.org](http://www.asha.org). All rights are reserved. Accuracy and appropriateness of the translation are the sole responsibility of CLAVE.

The American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) does not warrant or guarantee the accuracy,

## Mayo-Junio 2017 - número 3

completeness, availability, merchantability, fitness for a particular purpose, or noninfringement of the content of this article and disclaims responsibility for any damages arising out of its use. Description of or reference to products or publications in this article, neither constitutes nor implies a guarantee, endorsement, or support of claims made of that product, publication, or service. In no event shall ASHA be liable for any indirect, special, incidental, punitive, or consequential damages arising out of the use of or the inability to use the article content.

### Información sobre los implantes de conducción ósea

*Bridget Murray Law*

¿Qué se contesta a un padre o una madre que pregunta: cuándo un implante de conducción ósea es la mejor opción para mi hijo y por qué elegir esta alternativa frente a los audífonos o implantes cocleares tradicionales? Hemos recurrido a un audiólogo pediátrico para conocer las últimas noticias en este ámbito.

Considerando la gran variedad de problemas auditivos que los logopedas atienden normalmente, no siempre se aprecia con claridad el tipo de intervención audiológica que sería más adecuada para un determinado tipo de pérdida auditiva.

Por lo tanto, puede resultar complicado cuando los padres empiezan a plantear preguntas del tipo: ¿Cuándo un implante de conducción ósea es más recomendable que el uso de audífonos tradicionales o un implante coclear? ¿Quién es el paciente más apto para este tipo de tecnología? ¿Es preferible una implantación quirúrgica o se puede utilizar simplemente con una diadema o una banda?

Cuando se enfrenta a este tipo de preguntas, el logopeda derivará obviamente a los padres a un audiólogo para que realice una evaluación completa y facilite las recomendaciones oportunas. Sin embargo, dado que los logopedas suelen ser los primeros profesionales que se enfrentan a preguntas de los padres sobre productos de apoyo, además de ser responsables del seguimiento de logopedia, desean obviamente conocer las últimas novedades en este tipo de productos. Para obtener las respuestas más actualizadas a las preguntas típicas sobre los implantes de conducción ósea, hemos conversado con la audióloga pediátrica y experta en este ámbito Jillian Kimberlain, del Arkansas Children's Hospital.

**En el caso de una niña pequeña, entre 0 y 4 años, que tenga una pérdida auditiva profunda, ¿cuándo se considera que un implante de conducción ósea es preferible a un implante coclear?**

Básicamente, se recomienda el implante de conducción ósea en tres poblaciones de pacientes: cuando se

## Mayo-Junio 2017 - número 3

tiene una pérdida auditiva conductiva, una pérdida auditiva mixta hasta un cierto grado y una sordera unilateral.

En el caso de la niña que usted describe, si presentase una pérdida auditiva profunda bilateral no sería considerada apta para recibir un implante de conducción ósea. Se le podrían facilitar audífonos tradicionales o derivarla para que se le realizase una evaluación de implante coclear (o implantes bilaterales). No obstante, si presenta una sordera unilateral, lo que significa que un lado es normal y en el otro tiene una pérdida auditiva, podría ser apta para recibir un implante de conducción ósea. En la edad que usted describe, se facilitaría el implante de conducción ósea con una banda y no se realizaría una implantación quirúrgica.

### **¿Por qué un niño no puede ser apto para recibir un implante coclear en el caso de presentar una pérdida auditiva unilateral?**

Actualmente, en Estados Unidos, los implantes cocleares no están aprobados por la FDA para la sordera unilateral. Sin embargo, se están realizando estudios, incluidos ensayos clínicos, para analizar la eficacia del implante coclear en la pérdida auditiva unilateral. Los implantes cocleares para la sordera unilateral están aprobados en otros países, pero en Estados Unidos la FDA no los ha autorizado todavía.

### **Existe cierta confusión en este punto, porque hay numerosos niños en Estados Unidos que reciben un implante coclear en un solo oído.**

Sí, es cierto, y puede resultar confuso para los profesionales que no son audiólogos y para los padres. Por ejemplo, si en un supermercado observa que un niño lleva un único implante coclear es posible que presente una pérdida auditiva profunda en ambos oídos o que tenga una pérdida auditiva severa con un reconocimiento del habla deficiente.

### **Hablando de nuevo de los implantes de conducción ósea. ¿En qué casos los recomendaría en lugar de los audífonos tradicionales?**

Los implantes de conducción ósea se pueden utilizar en niños con una sordera unilateral. En este caso, el objetivo no es amplificar el oído "deficiente", sino proporcionar una entrada auditiva desde ambos lados. De esta manera, se puede ayudar a localizar el sonido, además de captar el habla desde el lado en que la audición es deficiente. Además, si el niño tiene microtia o atresia, recomendaríamos un implante de conducción ósea en lugar de un audífono tradicional. Cuando un niño presenta una malformación o ausencia del oído externo (pabellón auricular), se denomina microtia. La atresia ocurre cuando no existe una abertura de entrada del sonido en el canal auditivo.

Por lo tanto, un audífono tradicional no suele funcionar en estos casos porque no hay la posibilidad de



## Mayo-Junio 2017 - número 3

colocar el audífono en el oído externo o no existe una abertura en el canal para que el molde canalice el sonido al oído medio. En la atresia, incluso cuando existe un pabellón auricular o un oído externo para sujetar el audífono, el sonido del audífono se retroalimentará porque no se dispone de abertura en el canal auditivo para que entre el sonido.

Un implante de conducción ósea se asienta en el hueso temporal, mediante una banda o un pilar implantado, y envía una señal a través de la conducción ósea a la cóclea. Se puentea lo que podríamos denominar la “parte deficiente” del oído que, en este caso, es el oído externo y medio, y se lleva la señal directamente al oído interno o la “parte eficiente”.

Entre otros usos de los implantes de conducción ósea en niños se incluyen los casos en que se padecen infecciones crónicas en los oídos, que se deben drenar constantemente. También se me han presentado situaciones en las que un niño tiene autismo o algún otro problema sensorial y no soporta llevar audífonos en los oídos. En estos casos, utilizamos un implante de conducción ósea porque puede funcionar en una pérdida auditiva determinada. Algunos de estos niños pueden manejar una diadema o un implante mejor que dos audífonos externos o internos.

### **No obstante, ¿existen pacientes que se oponen a los implantes de conducción ósea porque no les agrada el aspecto de la banda o no quieren pasar por una intervención quirúrgica?**

Por supuesto. En el caso de la mayoría de los niños, propongo un periodo de prueba. Le facilito al niño un audífono de conducción ósea con una banda durante un mes para averiguar su reacción. La mayoría de los pacientes aprecia una diferencia inmediata.

La cuestión es que, cuando amplificamos el sonido si existe una pérdida auditiva exclusivamente conductiva, se mejora el reconocimiento del habla en la mayoría de los casos. Se diferencia de la amplificación del sonido o el habla en el caso de una pérdida auditiva neurosensorial. En general, a todo el mundo le parece bien la diadema porque el niño se desenvuelve perfectamente. Cuando se implanta, el sonido todavía le parecerá mejor, ya que es más nítido debido a la conducción ósea directa, en lugar de tener que atravesar el cabello, la diadema y la piel.

### **¿No aprecia ninguna resistencia por el aspecto de la diadema?**

Ninguna en absoluto. La semana pasada acudió a mi consulta un niño con sordera unilateral y, cuando le puse la diadema, su reacción fue de sorpresa y exclamó “¡me encanta!”. Su madre lloraba mientras el niño le decía: “Mamá, ¿me oyes? Yo te oigo”.

### **¿Existe algún problema o complicación que le impediría recomendar un implante de conducción ósea a determinados candidatos?**

## Mayo-Junio 2017 - número 3

La diadema es aceptable para todo el mundo. No tiene ningún peligro y el volumen del sonido nunca será demasiado elevado para el niño, porque lo programo para la pérdida auditiva específica que presente. Con la cirugía podría haber problemas si al niño se le hubiera administrado radiación o quimioterapia y hubiera perdido la audición en un lado. En ocasiones, cuando se ha administrado una gran radiación, el hueso puede ser demasiado débil y no soportar el implante. Por lo tanto, el cirujano deberá encargarse de una tomografía computarizada y asegurarse de que el hueso puede soportar el implante.

### **Generalmente, el implante de conducción ósea se implanta cuando el niño tiene más de cinco años, ¿verdad?**

El niño debe tener al menos cinco años, pero se puede implantar más tarde. El equipo considera al niño de una forma integral y, en el caso de que existan problemas orofaciales o de densidad ósea, o si los padres no se sienten cómodos con la implantación, podemos esperar. Por lo tanto, el audiólogo y el otorrinolaringólogo deberán facilitar asesoramiento y responder a un montón de preguntas.

### **Ha afirmado que, en general, los niños aceptan la diadema sin problemas. Pero ¿cómo se consigue la aceptación por parte de un niño con problemas de desarrollo importantes, como un autismo severo?**

Recomiendo a los padres que es necesario un uso constante. Si se les permite no llevarla un día o dos, pensarán: "Ah, no tengo por qué llevarla". Les aconsejé que, cuando el niño se quite la diadema, se la pongan de nuevo. Es el mismo caso que unas gafas o una tobillera. De esta manera, si todo el mundo en su entorno le vuelve a poner el implante de conducción ósea cada vez que se lo quita, terminará reconociendo: "Me sirve de ayuda; forma parte de mí".

En ocasiones, facilitamos hojas con pegatinas para fomentar la aceptación y que les resulte más divertido. En el caso de las niñas, utilizamos en ocasiones pequeños pasadores para mantener la banda en su cabello y que no se la puedan quitar. En el caso de los niños, recomendamos que lleven una gorra, si es necesario.

### **Participó como investigadora en un estudio de la Revista de la American Academy of Audiology en el que se comparó la diadema frente al implante en 10 niños con una pérdida auditiva conductiva bilateral. Háblenos de las conclusiones.**

Detectamos que, cuando un paciente realizaba pruebas en la cabina con el implante, los resultados eran similares a las pruebas prequirúrgicas utilizando técnicas estándar de conducción ósea. El implante era algo más eficaz y nítido que la banda. Es normal que lo sea, porque con la banda existe una amortiguación del sonido, algo que no ocurre con el implante, ya que la conducción ósea es directa.

## Mayo-Junio 2017 - número 3

### **Por esta razón sugeriría la intervención quirúrgica en la mayoría de los casos, ¿verdad?**

Desde luego, siempre que se encuentren preparados. Tengo un paciente de diez años que lleva mucho tiempo sin decidirse a pasar por una intervención quirúrgica, si bien ahora se está planteando que la diadema ha dejado de gustarle. Por lo tanto, a medida que cumplen años, suelen mostrarse más dispuestos a que se les realice una intervención quirúrgica.

### **¿Muestran los niños alguna preferencia por el tipo de implante de conducción ósea: el que tiene aspecto de caja (de Cochlear) o el que se parece a una pequeña oreja (de Oticon Medical)?**

En el Arkansas Children's Hospital utilizamos los productos de ambas empresas e implicamos a los padres en la elección. La calidad del sonido en ambos productos es muy alta. Es posible que los niños más pequeños prefieran el implante de conducción ósea de Cochlear, porque incorpora la tecnología inalámbrica Bluetooth. Cochlear dispone de un pequeño micrófono que se puede conectar a un ordenador o un teléfono móvil, lo que permite que el sonido se transmita directamente al implante, por lo que no se necesita utilizar auriculares. Resulta más fácil para una madre y su hijo de tres años escuchar el reproductor de DVD en el coche, ¿verdad?

Actualmente, Oticon Medical ofrece un "streamer" que se conecta con siete u ocho dispositivos. Es más tecno. A los jóvenes les encanta, porque pueden utilizarlo en el coche con manos libres. Se trata de un pequeño collar que se pueden colocar alrededor del cuello y escuchar música a través de Bluetooth o hablar por teléfono sin tener que tocarlo.

### **¿Existe algún caso en que el problema auditivo del niño se pueda "subsana" y no necesite utilizar más el implante de conducción ósea?**

Trabajo muy estrechamente en el plan de atención del niño con el otorrinolaringólogo del equipo. En ocasiones, si un niño tiene atresia, por ejemplo, se podría realizar una canaloplastia si tiene siete u ocho años y los padres desean que se practique esta intervención. No obstante, la abertura de un canal auditivo es una intervención quirúrgica importante. Y, estadísticamente, a veces funciona y a veces no. Por lo tanto, dejamos que los padres decidan la ruta a seguir. Respaldamos a los padres independientemente de la opción que elijan.

Siempre hay algo que podemos hacer. Al final, se trata de elegir lo que sea mejor para el niño y su familia en ese momento.

### **¿Cuáles son las perspectivas de la tecnología de implantes de conducción ósea? ¿Puede realizar alguna predicción?**

## Mayo-Junio 2017 - número 3

La tecnología inalámbrica se encuentra en el estado que conocemos. Bluetooth representó un gran accesorio el año pasado y a los niños que atiendo les encantó. La calidad de sonido para escuchar música a través del accesorio de Bluetooth con el implante de conducción ósea es magnífica.

Además, las empresas están trabajando en la incorporación de una telebobina en sus dispositivos de implante de conducción ósea. De esta forma, será más fácil utilizarlos con teléfonos que no dispongan de Bluetooth. En la actualidad, se debe acoplar una telebobina en la parte inferior del implante de conducción ósea y tiene una longitud aproximada de cinco cm, por lo que no es frecuente que alguien desee tenerla.

Otra innovación en la que ambas empresas están trabajando es un implante de conducción ósea sin pilar, que es el dispositivo de titanio plateado que sobresale de la piel cuando se retira el implante. Cochlear ya dispone de la primera generación de este tipo de implantes y Oticon Medical sigue trabajando en el suyo propio. En ACH no lo hemos utilizado todavía pero nos lo estamos planteando.

Los fabricantes de implantes de conducción ósea realizan continuamente estudios de investigación y desarrollo para mejorar estos productos. Cuando un paciente utiliza un nuevo dispositivo, debe aprender tantos conocimientos y adquirir tanta información que el dispositivo debe ser fácil. Por lo tanto, siempre que un fabricante logra que el producto sea más sencillo de usar, todos nos beneficiamos: los pacientes, los padres y los audiólogos.

Este artículo se publicó en The ASHA Leader, Marzo de 2015, Vol. 20, 50-55.