

## ORIGINAL

# Análisis de la relación entre habilidades cognitivas e hipoacusia sensorial severa unilateral<sup>☆</sup>



I. Calderón-Leyva<sup>a</sup>, S. Díaz-Leines<sup>a</sup>, E. Arch-Tirado<sup>b</sup> y A.L. Lino-González<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Audiología, Servicio de Diagnóstico, Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», Colonia Arenal de Guadalupe, Ciudad de México, México

<sup>b</sup> Subdirección de Investigación Biomédica, División de Neurociencias, Área de Neurobiología, Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», Colonia Arenal de Guadalupe, Ciudad de México, México

Recibido el 10 de febrero de 2016; aceptado el 27 de mayo de 2016

Accesible en línea el 21 de julio de 2016

### PALABRAS CLAVE

Procesos centrales auditivos;  
Habilidades cognitivas;  
Hipoacusia unilateral sensorial;  
Pruebas psicoacústicas monoaurales;  
Habilidades lingüísticas;  
Compensación

### Resumen

**Objetivo:** Analizar la asociación de competencias cognitivas en sujetos con hipoacusia unilateral severa versus sujetos con audición normal.

**Métodos:** Participaron 40 adultos; 20 pacientes, 10 de cada género, con hipoacusia unilateral sensorial severa y 20 sujetos sanos pareados al grupo de estudio. Las habilidades cognitivas se midieron con la batería Woodcock Muñoz-revisada y los procesos centrales auditivos con pruebas psicoacústicas monoaurales. Se realizaron gráficas de caja y prueba t de Student para muestras relacionadas con significación  $p \leq 0,05$ .

**Resultados:** Al comparar el desempeño en las pruebas palabra filtrada y bisílabos comprimidos, se encontró diferencia estadísticamente significativa  $p \leq 0,05$ , con mayor variabilidad de respuesta en los hipoacúsicos, los cuales también tuvieron mejor desempeño cognitivo en las subpruebas inversión de números, aprendizaje visual auditivo, análisis y síntesis, formación de conceptos y palabras incompletas.

**Conclusiones:** Los hipoacúsicos presentaron bajo desempeño en palabra filtrada y bisílabos comprimidos, y mayor habilidad para memoria, razonamiento y procesamiento auditivo. Es importante realizar pruebas complementarias, tales como procesos centrales auditivos y habilidades cognitivas que permitan establecer estrategias de habilitación, rehabilitación y terapéuticas con la finalidad de optimizar y estimular las habilidades de los sujetos con hipoacusia unilateral.

© 2016 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

<sup>☆</sup> El presente trabajo no ha sido presentado en reuniones o congresos.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ana\\_onil@yahoo.com.mx](mailto:ana_onil@yahoo.com.mx) (A.L. Lino-González).

**KEYWORDS**

Central auditory processes;  
Cognitive abilities;  
Unilateral sensory hearing loss;  
Monaural tests;  
Language skills;  
Compensation

**Analysis of the relationship between cognitive skills and unilateral sensory hearing loss****Abstract**

**Objective:** To analyse cognitive skills in patients with severe unilateral hearing loss versus those in subjects with normal hearing.

**Methods:** 40 adults participated: 20 patients (10 women and 10 men) with severe unilateral hearing loss and 20 healthy subjects matched to the study group. Cognitive abilities were measured with the Spanish version of the Woodcock Johnson Battery-Revised; central auditory processing was assessed with monaural psychoacoustic tests. Box plots were drawn and *t* tests were performed for samples with a significance of  $P \leq .05$ .

**Results:** A comparison of performances on the filtered word testing and time-compressed disyllabic word tests between patients and controls revealed a statistically significant difference ( $P \leq .05$ ) with greater variability among responses by hearing impaired subjects. This same group also showed a better cognitive performance on the numbers reversed, visual auditory learning, analysis synthesis, concept formation, and incomplete words tests.

**Conclusions:** Patients with hearing loss performed more poorly than controls on the filtered word and time-compressed disyllabic word tests, but more competently on memory, reasoning, and auditory processing tasks. Complementary tests, such as those assessing central auditory processes and cognitive ability tests, are important and helpful for designing habilitation/rehabilitation and therapeutic strategies intended to optimise and stimulate cognitive skills in subjects with unilateral hearing impairment.

© 2016 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

La Organización Mundial de la Salud en 2012 reportó 275 millones de personas en el mundo con hipoacusia de grado moderado a profundo<sup>1</sup>; en 2013, en el Informe del Día Internacional del Cuidado del Oído indicó un incremento a 360 millones<sup>2</sup>.

En México, el Censo de Población y Vivienda 2010 refirió que 12,1% de los discapacitados mexicanos tenían problemas auditivos<sup>3</sup>; para 2012, la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares reportó un incremento al indicar la cifra del 16,5%<sup>4</sup>.

Estados Unidos refiere un estimado de 83 hipoacúsicos unilaterales por cada 100.000 nacidos y en su Encuesta Nacional de Salud y Nutrición mencionan que el 3% de los niños en edad escolar la presentan<sup>5</sup>.

La discapacidad auditiva es una dificultad para escuchar parcial o total, ya sea por uno o ambos oídos<sup>6</sup>.

Los procesos centrales de la audición (PCA) son definidos como los mecanismos auditivos responsables de los fenómenos conductuales de localización, lateralización, discriminación auditiva, habilidades para reconocer patrones, procesamiento temporal y desempeño frente a señales decrecientes o competitivas<sup>7</sup>.

El trastorno de los PCA abarca deficiencias en los procesos neurales subyacentes al análisis cerebral de la información auditiva<sup>6</sup>, se presenta dificultad para atender y recordar información oral, seguir instrucciones complejas y percibir el lenguaje en un ambiente ruidoso, presentado a una velocidad aumentada o mediante señales degradadas (comprimidas en tiempo, filtradas, interrumpidas y en competencia con ruido)<sup>8</sup>.

Evidencia científica indica que la hipoacusia unilateral genera desempeño académico deficiente, reprobación y necesidad de asistencia extracurricular<sup>9</sup>; en cuanto a coeficiente intelectual, se ha observado que obtienen puntajes normales, pero inferiores a sus pares oyentes, resaltando deficiencias en memoria de trabajo y fonológica, atención y velocidad de procesamiento<sup>10</sup>; también se reportan problemas conductuales, emocionales, sociales y frecuentes problemas del lenguaje<sup>9</sup>, específicamente en comprensión<sup>11,12</sup>; se ha propuesto que estos pacientes desarrollan habilidades compensatorias que les permite mejorar en comprensión, puntuaciones en escalas del lenguaje y desempeño verbal, funcionando, sin embargo, por debajo de los normoyentes<sup>12-14</sup>.

El objetivo del presente trabajo es analizar el desempeño entre adultos con hipoacusia unilateral severa y profunda y sujetos con audición normal en habilidades cognitivas y procesos centrales auditivos.

**Material y métodos**

Se analizó a 40 sujetos, 20 pacientes en el grupo de estudio, 10 de cada género, reclutados del área de audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra» (INRLGII), los cuales acudían a revaloración por diagnóstico de hipoacusia adquirida unilateral severa y profunda de tipo sensorial, 10 con hipoacusia derecha, 10 con izquierda, con un tiempo de evolución de la hipoacusia menor a 10 años (entre 1 y 7) y mayor a 10 años (entre 10 y 27), con un promedio de edad de  $23,8 \pm 3,8$  años (media  $\pm$  desviación estándar), con un rango de 12 años.

**Tabla 1** Edad y escolaridad de hipoacúsicos derechos e izquierdos

Hipoacúsicos derechos Frecuencia	Edad	Escolaridad	Hipoacúsicos izquierdos Frecuencia	Edad	Escolaridad
1	18	Preparatoria	1	20	Preparatoria
1	18	Licenciatura	1	21	Secundaria
2	20	Licenciatura	1	21	Preparatoria
1	22	Preparatoria	1	22	Preparatoria
1	24	Licenciatura	1	22	Licenciatura
1	27	Preparatoria	1	25	Secundaria
1	27	Posgrado	1	26	Licenciatura
1	30	Licenciatura	2	27	Posgrado
1	30	Posgrado	1	29	Licenciatura

Se observa que licenciatura fue la escolaridad más frecuente y la edad modal 27 años, siendo la media de 23,8333 y un intervalo de confianza ( $21.8791 < \mu < 25.7875$ ) para el 95%.

El grupo control se conformó con 20 sujetos normoyentes, pareados por edad, género y escolaridad con respecto al grupo de estudio. Considerando escolaridad, licenciatura fue la más frecuente y secundaria la menos; la edad de los hipoacúsicos derechos fluctuó entre 18 y 30 años, y en los hipoacúsicos izquierdos de 20 a 29, siendo la edad modal para ambos 27 años, seguida de 22 y 20 (tabla 1).

El protocolo fue aprobado por el comité institucional de investigación y ética, y todos los sujetos posteriores a la explicación de las intervenciones, firmaron un consentimiento informado de acuerdo con la Declaración de Helsinki. Se aplicó un cuestionario para conocer antecedentes y situación actual, seguido de otoscopia para corroborar la permeabilidad del conducto auditivo externo y la integridad y las características de la membrana timpánica, timpanometría para medir complianza, tomando como valores normales 0,5 a 1,5 y presión de +50 a -100 decapascuales (DaPa), clasificando cada curva de acuerdo con lo estipulado por Jerger; se realizó audiometría tonal con método ascendente, evaluando frecuencias de 125 a 8.000 Hz. Para evaluar el oído hipoacúsico se enmascaró la vía aérea con 30 dB de ruido blanco (señal auditiva aleatoria con la misma densidad espectral de potencia a lo largo de la banda de frecuencias) colocado por arriba del umbral auditivo identificado para cada frecuencia en el oído sano, para evitar que las respuestas del oído evaluado fueran interferidas o mejoradas por el de audición normal. Posteriormente, se evaluó la vía ósea, colocando un vibrador óseo en apófisis mastoides del oído hipoacúsico y enmascarando con ruido blanco a 40 dB por arriba del umbral auditivo al oído sano, ubicando el umbral óseo para cada una de las frecuencias, de acuerdo con el protocolo institucional entre 250 y 4.000 Hz, considerando como hipoacusia sensorial cuando no existía respuesta o cuando se encontraba con menos de 10 dB sobre la vía aérea.

Para los PCA, ambos grupos realizaron 3 pruebas psicoacústicas monoaurales (palabra filtrada, bisílabos comprimidos y palabra en ruido) en una cámara sonoamortiguada, usando el mismo equipo con el que se realizó la audiometría y un disco previamente calibrado; al grupo control se le aplicaron las pruebas en el mismo oído que a sus pares del grupo de estudio. La prueba de palabra filtrada consta de una serie de 25 palabras y la de bisílabos comprimidos de una secuencia de 25 de estos, presentados a 50 dB por arriba del umbral en 1 KHz en el oído evaluado; el oído contralateral se enmascaró con ruido blanco, 30 dB por debajo

del nivel del estímulo utilizado para el oído evaluado. Para la prueba palabra en ruido, se presentó el estímulo 50 dB por arriba del umbral en 1 KHz para el oído evaluado y de forma ipsilateral; al mismo tiempo se enmascaró con ruido blanco presentado 10 dB por debajo de la intensidad utilizada.

Todos los sujetos fueron valorados con la batería Woodcock Muñoz-revisada (BWM-R), conformada por pruebas que miden habilidades cognitivas y capacidades adquiridas que se asocian a la instrucción formal, con las que es posible evaluar deficiencias y funciones preservadas; ambas proporcionan información sobre habilidades cognitivas, lenguaje oral y rendimiento académico en un rango de edad de 2 a 90 años. Las pruebas fueron: memoria para nombres, memoria para frases, pareo visual, palabras incompletas, integración visual, vocabulario sobre dibujos, análisis y síntesis, aprendizaje visual auditivo, memoria para palabras, tachar, integración de sonidos, reconocimiento de dibujos, vocabulario oral, formación de conceptos, inversión de números, relaciones espaciales, comprensión de oraciones, analogías verbales, cálculo y dictado. La batería se aplicó en una sesión de aproximadamente 2 h, en ambiente controlado; la información se presentó de frente al sujeto, permitiendo a los hipoacúsicos orientar el oído sano a la fuente sonora. Para efectos de este trabajo, la puntuación en bruto obtenida en cada prueba se calculó en deciles, pudiendo obtener una puntuación de acuerdo al desempeño de 0 a 10.

Para analizar los datos se construyeron tablas de contingencia multivariadas con los resultados obtenidos en la BWM-R y en los PCA; se construyeron gráficas de caja para conocer la posición de la mediana con respecto al segundo y tercer cuartil, ya que los datos obtenidos en la BWM-R estaban codificados por medianas.

Para los resultados cuantitativos de las pruebas monoaurales de PCA entre hipoacúsicos y normoyentes para palabra filtrada y bisílabos comprimidos, se utilizó la prueba «t de Student» para muestras relacionadas con un nivel de significación de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

En las pruebas monoaurales de PCA, se encontró diferencia estadísticamente significativa en las de palabra filtrada y bisílabos comprimidos, no así para la de palabra en ruido (tabla 2).

**Tabla 2** Promedio  $\pm$  DE entre los grupos de hipoacúsicos y normoyentes con respecto a la prueba de procesos centrales auditivos

Prueba	Hipoacúsicos $\pm$ DE	Normoyentes $\pm$ DE	Significancia
Palabra filtrada	61,15 $\pm$ 18,431	83,90 $\pm$ 9,142	0,001 <sup>a</sup>
Bisílabos comprimidos	74,35 $\pm$ 15,291	92,20 $\pm$ 7,509	0,001 <sup>a</sup>
Palabra en ruido	92,40 $\pm$ 16,256	98,00 $\pm$ 2,428	0,891

DE: desviación estándar.

<sup>a</sup> Diferencia significativa.

En lo que respecta al porcentaje de error en la prueba palabra filtrada en el oído derecho, el promedio  $\pm$  desviación estándar fue de 61,6  $\pm$  18,3, en el oído izquierdo 60,7  $\pm$  19,53; para la prueba de bisílabos comprimidos en el oído derecho 78  $\pm$  4,71 y en el oído izquierdo 70,7  $\pm$  21,01; la prueba palabra en ruido, en oído derecho 95,2  $\pm$  1,68 y en oído izquierdo 89,6  $\pm$  23,18. Para las pruebas bisílabos comprimidos y palabra en ruido en ambos oídos, se obtuvo mayor diferencia con respecto al promedio  $\pm$  desviación estándar que para palabra filtrada en ambos oídos (fig. 1).

De acuerdo con el número de fallas en la repetición de estímulos presentados, se encontró que en la prueba palabra filtrada todos los hipoacúsicos derechos fallaron en las palabras *tres* y *dot*, mientras que los hipoacúsicos izquierdos  $\frac{9}{10}$  en la palabra *dot*. En bisílabos comprimidos, los hipoacúsicos derechos fallaron  $\frac{8}{10}$  en la palabra *reto*, mientras que los izquierdos  $\frac{7}{10}$  en la palabra *quepa*. En la prueba palabra en ruido, hipoacúsicos derechos e izquierdos erraron  $\frac{8}{10}$  en la palabra *tiñoso*.

En la BWM-R, al comparar resultados de hipoacúsicos contra normoyentes, se encontró que los hipoacúsicos fueron más hábiles en inversión de números, aprendizaje visual auditivo, análisis y síntesis, formación de conceptos, palabras incompletas y menos hábiles para cálculo, vocabulario oral y vocabulario sobre dibujos.

Comparando a hipoacúsicos derechos frente a normoyentes, los hipoacúsicos derechos fueron mejores en análisis y síntesis, memoria para palabras, comprensión de oraciones

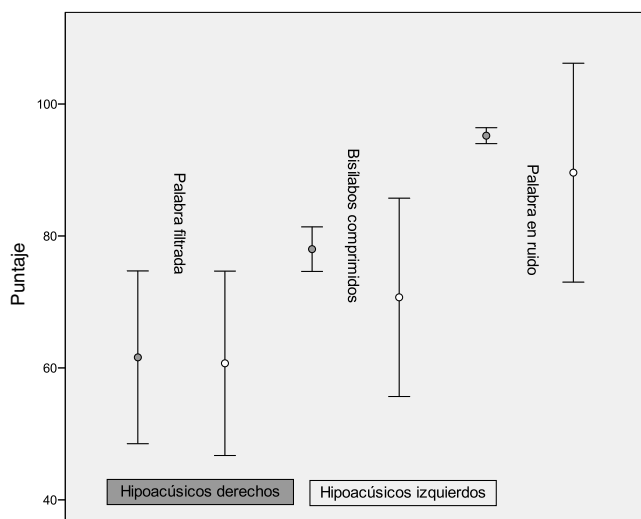
y palabras incompletas, siendo menos hábiles en formación de conceptos, vocabulario oral y vocabulario sobre dibujos.

En cuanto al desempeño de hipoacúsicos izquierdos frente a normoyentes, los hipoacúsicos izquierdos fueron mejores en inversión de números, análisis y síntesis, integración visual, comprensión de oraciones, palabras incompletas y deficientes en cálculo, reconocimiento de dibujos, memoria para palabras, vocabulario oral y vocabulario sobre dibujos (fig. 2).

Al comparar hipoacúsicos izquierdos contra derechos, los izquierdos fueron mejores en relaciones espaciales, aprendizaje visual auditivo, análisis y síntesis, integración visual, memoria para nombres, dictado, analogías verbales, formación de conceptos y palabras incompletas, teniendo menor habilidad en memoria para palabras, comprensión de oraciones y vocabulario oral. Los hipoacúsicos derechos fueron mejores en memoria para palabras, comprensión de oraciones, vocabulario sobre dibujos y dictado (fig. 3).

Con respecto al tiempo de adquisición de la hipoacusia, los de más de 10 años de evolución (entre 10 y 27) fueron mejores en cálculo y memoria para frases; los de menos de 10 (entre 1 y 7), fueron mejores en relaciones espaciales, reconocimiento de dibujos, aprendizaje visual auditivo, integración visual y palabras incompletas (fig. 4).

Al realizar la prueba del signo para aquellas pruebas en las que se observó mayor variabilidad en los resultados, se obtuvo una  $\alpha = 0,125$  en análisis y síntesis entre hipoacúsicos derechos y normoyentes; para aprendizaje visual auditivo entre hipoacúsicos derechos e izquierdos se obtuvo un valor de  $\alpha = 0,2187$ , por lo que estas diferencias no son significativas.

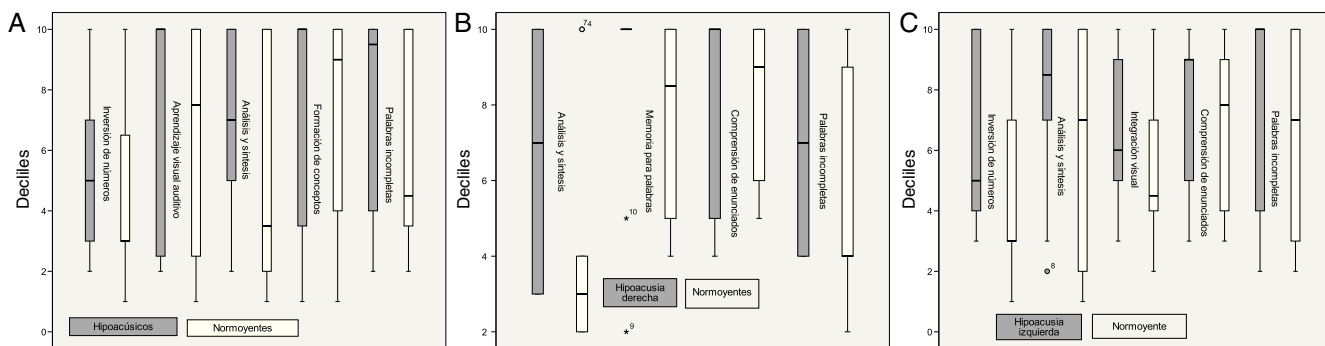


**Figura 1** Error estándar entre el desempeño de sujetos con hipoacusia derecha e hipoacusia izquierda en las pruebas monoaurales de PCA.

## Discusión

El desempeño auditivo de los hipoacúsicos unilaterales en las pruebas palabra filtrada y bisílabos comprimidos fue deficiente en comparación con los normoyentes, mientras que en palabra en ruido al utilizar la prueba «t» para muestras pareadas no se encontró diferencia estadísticamente significativa.

La prueba palabra filtrada es monoaural y mide la capacidad de extraer significado a partir de información acústica<sup>15</sup>, el bajo desempeño de los hipoacúsicos unilaterales en esta prueba explicaría las dificultades en el lenguaje de estos pacientes reportadas en la literatura<sup>10,14,16</sup>, ya que la comprensión de las palabras fue deficiente aun teniendo audición normal en el oído sano. La prueba bisílabos comprimidos es moderadamente sensible para identificar disfunciones asociadas al sistema nervioso central pero no su localización<sup>15</sup>; el bajo desempeño de los hipoacúsicos



**Figura 2** Gráficos que representan el desempeño cognitivo entre sujetos con audición normal, hipoacusia derecha e hipoacusia izquierda.

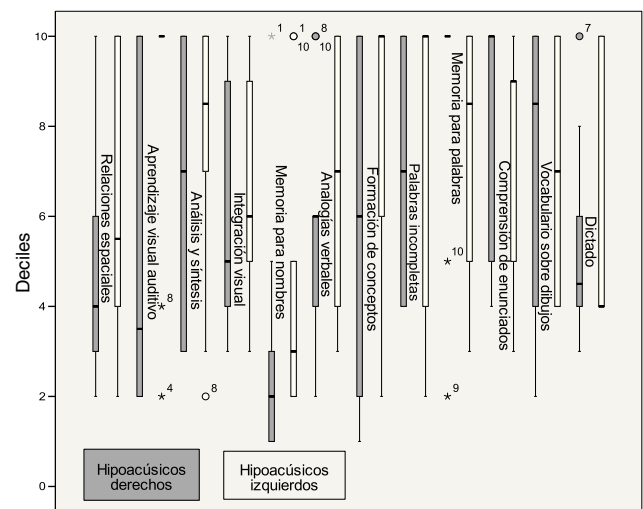
unilaterales podría explicarse por reorganización cortical, ya que su activación cortical es diferente de la de los normoyentes<sup>17,18</sup>; para confirmar esta aseveración se utilizó la BWM-R en ambos grupos. En la prueba de palabra en ruido, en donde el estímulo y el enmascarador se presentan en el mismo oído, no se apreció diferencia significativa para  $p \leq 0,05$  entre hipoacúsicos unilaterales y normoyentes, probablemente como se ha demostrado en otros estudios realizados en un ambiente controlado donde la señal es dirigida al oído sano, la discriminación es adecuada a pesar de que exista un enmascarador de fondo<sup>19</sup>; sin embargo, este ejercicio requirió de mayor atención por parte de los hipoacúsicos.

Al comparar resultados de las pruebas de PCA entre hipoacúsicos derechos e izquierdos, se encontró que los derechos presentaron mejor discriminación y menor variabilidad en promedio  $\pm$  desviación estándar para bisílabos comprimidos y palabra en ruido; esto contrasta con el modelo estructural de Kimura<sup>20</sup>, que propone que el hemisferio izquierdo es el dominante para el lenguaje en la mayoría de la población y que al estimular la vía auditiva contralateral con supresión de la vía ipsilateral el oído derecho presenta ventaja sobre el izquierdo al impactar

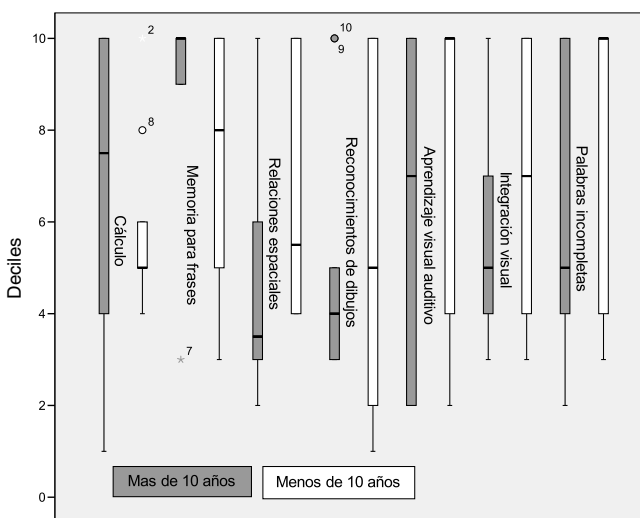
la información recibida directamente en el hemisferio izquierdo, retrasándose lo percibido en el oído izquierdo al tener que cruzar del hemisferio derecho al izquierdo a través del cuerpo caloso; con base en lo anterior, se esperaría que los hipoacúsicos derechos, al ser el oído izquierdo la única aferencia, presentaran peor desempeño en comparación con los hipoacúsicos izquierdos; sin embargo, es importante considerar que el modelo de Kimura se basa en escucha dicótica, apreciándose una ventaja del oído derecho al competir con el izquierdo por información presentada simultáneamente en ambos oídos, situación que no sucede en la hipoacusia unilateral al tener solo una vía de entrada para la información.

Por otro lado, Burton et al. en 2012<sup>17</sup> demostraron mediante resonancia magnética funcional (RMF), que hipoacúsicos unilaterales al recibir estimulación monoaural presentan mayor activación de la corteza auditiva ipsilateral en comparación con normoyentes quienes muestran activación del hemisferio contralateral.

El estudio demostró que los hipoacúsicos derechos presentan mayor activación del hemisferio izquierdo (ipsilateral a la aferencia auditiva conservada), que los hipoacúsicos izquierdos con relación al hemisferio derecho (aferencia



**Figura 3** Desempeño cognitivo de los sujetos con hipoacusia derecha en comparación con los sujetos con hipoacusia izquierda.



**Figura 4** Desempeño cognitivo de los hipoacúsicos izquierdos y derechos según el tiempo de evolución de la hipoacusia.

derecha conservada); esto indica que el hemisferio izquierdo presenta mayor plasticidad a funciones del lenguaje frente a la desaferentación derecha por estimulación ipsolateral. Estos hallazgos explican el mejor desempeño de los hipoacúsicos derechos en las pruebas monoaurales de PCA; el oído izquierdo es la aferencia conservada provocando estimulación ipsolateral, al ser el hemisferio izquierdo el dominante para el lenguaje la respuesta es mejor que cuando se estimula directamente el hemisferio derecho, como sucedería con los hipoacúsicos izquierdos.

A diferencia de otros trabajos en donde se utilizaron pruebas similares a la BWM-R<sup>14,18</sup>, en este estudio los hipoacúsicos fueron mejores que los normoyentes en: palabras incompletas, análisis y síntesis, aprendizaje visual auditivo e inversión de números. La prueba palabras incompletas mide análisis y cierre auditivo, conciencia fonológica y codificación fonética<sup>21</sup>; nuestros resultados contrastan con otros trabajos que valoran el desempeño de hipoacúsicos unilaterales en las habilidades del lenguaje<sup>9,10</sup>. Al analizar los resultados con relación con el tiempo de evolución de la hipoacusia, aquellos con más de 10 años de adquisición tuvieron un desempeño significativamente bajo en comparación con los de menor tiempo de evolución, observándose el mismo comportamiento en aprendizaje visual auditivo, lo que permite suponer que, aun siendo el desempeño de los hipoacúsicos mejor que el de los normoyentes en estas pruebas, estas habilidades se van perdiendo al aumentar el tiempo de evolución o probablemente no se desarrollaron completamente como se ha descrito en trabajos sobre el desarrollo de habilidades lingüísticas en niños con hipoacusia unilateral<sup>9,14,20</sup>; por otra parte, al analizar las pruebas de análisis y síntesis e inversión de números que evalúan memoria de trabajo y razonamiento fluido, no se observó deterioro con relación al tiempo de evolución. Hallazgos con RMF describen que los hipoacúsicos unilaterales presentan mayor actividad en una región relacionada con la memoria de trabajo, posiblemente dicha área se ha fortalecido por la necesidad de mayor concentración para permanecer en una tarea determinada<sup>11</sup>.

Al contrastar los resultados obtenidos entre sujetos con hipoacusia derecha e hipoacusia izquierda, se encontró que los izquierdos presentan mejor desempeño en análisis y síntesis e integración visual, explicado en algunos trabajos científicos por cambios en la citoarquitectura funcional demostrados por RMF. Este aumento de actividad en la red neuronal por defecto indica una compensación y/o recuperación funcional que evita la disminución cognitiva, ya que la hipoacusia contribuye a una pérdida de volumen de materia gris en la corteza auditiva<sup>22</sup> disminuyendo la capacidad de áreas corticales para responder a estimulación sonora. Estos cambios posiblemente afecten al procesamiento cognitivo de las redes funcionales del cerebro y para limitar las consecuencias del daño neurológico y ayudar a mantener las habilidades cognitivas<sup>23</sup> ocurre una reorganización plástica natural que compensa la deficiencia sensorial producida por la hipoacusia; dicha reorganización se refleja en un incremento de la conectividad funcional en algunas regiones del cerebro involucrando a la red neuronal por defecto<sup>18</sup>.

En cuanto al bajo desempeño de los hipoacúsicos derechos en integración visual y en la mayoría de las pruebas cognitivas comparados con los hipoacúsicos izquierdos, es posible indicar que existe reclutamiento de las áreas visuales

en pacientes con hipoacusia derecha de inicio en edad temprana; esta reorganización podría resultar en desintegración de las áreas auditivas corticales, lo que podría causar déficit en algunas funciones cognitivas<sup>24</sup>; también se observó aumento de la conectividad de la corteza auditiva primaria derecha y el área visual primaria izquierda, lo que indica que en la hipoacusia derecha de larga evolución se favorece la reorganización funcional multimodal, posiblemente afectando también a sus habilidades cognitivas<sup>18</sup>. Por otra parte, estos pacientes comparados con los hipoacúsicos izquierdos presentaron mejor desempeño en memoria para palabras, que evalúa memoria a corto plazo<sup>21</sup>; probablemente, como consecuencia de un incremento de la atención al realizar actividades cotidianas buscando ejecutarlas de forma adecuada. Estos hallazgos son compatibles con los obtenidos en las pruebas monoaurales de PCA, en donde el desempeño de los hipoacúsicos derechos es mejor; suponemos un incremento de la atención como mecanismo de compensación por la pérdida de la aferencia derecha, lo que beneficia la discriminación auditiva; sin embargo, no es suficiente para compensar las deficiencias encontradas en algunas pruebas cognitivas.

Los sujetos con hipoacusia izquierda tienen mejor desempeño en las habilidades cognitivas al poseer una posible ventaja originada por la pérdida de la aferencia auditiva izquierda, condicionándose mayor plasticidad cerebral y mejor adaptación al medio en comparación con los hipoacúsicos derechos.

Se sugiere realizar estudios posteriores considerando aumentar el tamaño de la muestra y estudiar a infantes con hipoacusia congénita izquierda no candidatos a amplificación con auxiliares auditivos para comparar su desempeño con niños normoyentes; sería importante realizar estudios longitudinales con seguimiento de por lo menos 12 años utilizando la misma muestra, considerando habilidades cognitivas, medio ambiente y pareando objetivamente a los grupos para describir su desempeño.

El presente estudio demuestra la importancia de realizar pruebas complementarias, tales como PCA y habilidades cognitivas, con la finalidad de establecer estrategias de habilitación, rehabilitación y terapéuticas con el propósito de optimizar y estimular las habilidades de los hipoacúsicos unilaterales.

La deficiencia auditiva en los hipoacúsicos unilaterales se ve reflejada en un pobre desempeño para las pruebas de PCA: palabra filtrada y bisílabos comprimidos, debido a una dificultad en la comprensión de palabras y actividad cortical diferente de la de los normoyentes; sin embargo, al comparar hipoacúsicos izquierdos y derechos, estos últimos muestran mayor discriminación auditiva explicada por estimulación ipsolateral del hemisferio izquierdo y su dominancia para las funciones del lenguaje, desencadenando mayor plasticidad del hemisferio izquierdo en las funciones del lenguaje. Con respecto a las habilidades cognitivas, los hipoacúsicos unilaterales mostraron mayor destreza en palabras incompletas, análisis y síntesis, aprendizaje visual auditivo e inversión de números; sin embargo, al considerar el tiempo de evolución de la hipoacusia, aquellos con menos de 10 años mostraron mayor destreza en habilidades cognitivas; por tanto, es posible que algunas habilidades se vayan deteriorando con el paso de tiempo o bien no se hayan desarrollado completamente. Finalmente, todos

los hipoacúsicos unilaterales mostraron mayor actividad en áreas relacionadas con la memoria de trabajo y aquellos con pérdida de la aferencia auditiva izquierda parecen tener una ventaja sobre los hipoacúsicos derechos al condicionarse mayor plasticidad cerebral y mejor adaptación al medio.

## Conflicto de intereses

No hay conflicto de intereses que declarar.

## Bibliografía

- World Health Organization. Community-based rehabilitation promoting ear and hearing care through CBR [Internet]. India: WHO; 2012 [consultado 12 May 2015]. Disponible en: [http://www.cbm.org/article/downloads/54741/Promoting\\_ear\\_and\\_hearing\\_care\\_through\\_CBR.pdf](http://www.cbm.org/article/downloads/54741/Promoting_ear_and_hearing_care_through_CBR.pdf).
- World Health Organization. Report of International Ear Care Day held in WHO HQ [Internet]. Geneva, Switzerland: WHO; 2013 [citeconsultao 13 May 2015]. Disponible en: [http://www.who.int/pbd/deafness/news/Report\\_of\\_International\\_Ear\\_Care\\_Day\\_2013.pdf](http://www.who.int/pbd/deafness/news/Report_of_International_Ear_Care_Day_2013.pdf).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Las personas con discapacidad en México, una visión al 2010 [Internet]. México: INEGI; 2013 [consultado 18 Feb 2015]. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/discapacidad/702825051785.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/discapacidad/702825051785.pdf).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Estadísticas a propósito del día internacional de las personas con discapacidad. Datos nacionales [Internet]. México: INEGI; 2013 [consultado 17 Feb 2015]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2013/discapacidad0.PDF>.
- Borton SA, Mauze E, Lieu JE. Quality of life in children with unilateral hearing loss: A pilot study. *Am J Audiol*. 2010;19:61–72.
- Gil-Carcedo LG. *Otología*. 2 nd ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2011.
- American Speech-Language-Hearing Association. Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. *Am J Audiol*. 1996;5:41-52.
- Stefanatos GA, de Marco A. Central auditory disorders. En: Ramachandran VS, editor. *Encyclopedia of human behavior*. Oxford: Elsevier; 2012. p. 441–53.
- Lieu JE. Speech-language and educational consequences of unilateral hearing loss in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004;130:524–30.
- Fischer C, Lieu J. Unilateral hearing loss is associated with a negative effect on language scores in adolescents. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2014;78:1611–7.
- Tibbets K, Ead B, Umansky A, Coalson R, Schlanggar BL, Firszt JB, et al. Interregional brain interactions in children with unilateral hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011;144:602–11.
- Welsh LW, Welsh JJ, Rosen LF, Dragonette JE. Functional impairments due to unilateral deafness. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2004;113:987–93.
- Paulus E. Sound localization cues of binaural hearing. *Laryngo-Rhino-Otol*. 2003;82:240–8.
- Ead B, Hale S, de Alwis D, Lieu JE. Pilot study of cognition in children with unilateral loss. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77:1856–60.
- Zenker F, Barajas JJ. Las funciones auditivas centrales. *Auditio. Revista Electrónica de Audiología*. 2003;2:31–41.
- Ruscetta MN, Arjmand EM, Pratt SR. Speech recognition abilities in noise for children with severe-to-profound unilateral hearing impairment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2005;69:771–9.
- Burton H, Firszt JB, Holden T, Agato A, Uchanski RM. Activation lateralization in human core, belt, and parabelt auditory fields with unilateral deafness compared to normal hearing. *Brain Res*. 2012;1454:33–47.
- Zhang GY, Yang M, Liu B, Huang ZC, Chen H, Zhang PP, et al. Changes in the default mode networks of individuals with long-term unilateral sensorineural hearing loss. *Neuroscience*. 2015;285:333–42.
- Kuppler K, Lewis M, Evans AK. A review of unilateral hearing loss and academic performance: Is it time to reassess traditional dogmata? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77:617–22.
- Jerger J, Martin J. Hemispheric asymmetry of the right ear advantage in dichotic listening. *Hear Res*. 2004;198:125–36.
- Schrank FA, McGrew KS, Ruef ML, Alvarado CG, Muñoz-Sandoval AF, Woodcock RW. Battery III Woodcock-Muñoz. Assessment Service Bulletin Number 1. Overview and technical supplement. Rolling Meadows: Riverside Publishing, editor; 2005.
- Yang M, Chen HJ, Liu B, Huang ZC, Feng Y, Li J, et al. Brain structural and functional alterations in patients with unilateral hearing loss. *Hear Res*. 2014;316:37–43.
- Hawellek DJ, Hipp JF, Lewis CM, Corbetta M, Engel AK. Increased functional connectivity indicates the severity of cognitive impairment in multiple sclerosis. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011;108:19066–71.
- Kral A, Sharma A. Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. *Trends Neurosci*. 2012;35:111–22.