

---

## ARTÍCULO ORIGINAL

# Ganancia auditiva con adaptación binaural-bimodal en pacientes implantados

María del Carmen Mata-Rivera,\* Margarita Arias-Velázquez,\*  
Laura Elizabeth Chamlati-Aguirre,\*\* Ileana del Socorro Gutiérrez-Farfán,\* Francisco Alfredo Luna-Reyes,\*  
Antonio Verduzco-Mendoza,\*\*\* Emilio Arch-Tirado\*\*\*

\* Departamento de Audiología, \*\* División de Enseñanza, \*\*\* Servicio de Neurobiología, Instituto Nacional de Rehabilitación.

### ***Hearing gain with binaural-bimodal adaptation in patients with cochlear implants***

#### **ABSTRACT**

*Binaural hearing allows the optimal performance of the auditory system with a better perception of the sounds that make up language and better discrimination in noisy environments. The use of binaural-bimodal stimulation includes a combination of 2 different pacing modes: a cochlear implant in one ear, and acoustic stimulation through a conventional hearing aid in the other. The aim of this study is to determine the hearing gain in patients with cochlear implant alone and hearing aid. Twenty prelingually hearing impaired patients, 11 female and 9 male subjects were recruited with mean age at implantation and  $3.91 \pm 1.56$  years and  $6.07 \pm 2.18$  years at the time of audiological assessment at six months post-implantation. Implanted patients were assessed per month after the surgery for the first telemetry subsequently were reassessed every month to make changes to schedules stimulation map according to the auditory responses and progress shown in speech therapy. When calculating the mean and standard deviation of the auditory response in implanted subjects, you can appreciate that in the group of patients with cochlear implant plus hearing aid using the values obtained were lower at all frequencies, indicating a higher gain using auditory hearing aid over a cochlear implant, in comparison to patients who only used the cochlear implant. Comparing auditory responses in patients implanted with and without hearing aid, statistically significant differences were observed at all frequencies except at 2 kHz, showing that there is a better discrimination in noisy environments. The patients use more AA gain greater hearing gain compared with patients who only used the IC.*

**Key words.** Cochlear implant. Hearing gain. Binaural-bimodal.

#### **RESUMEN**

La audición binaural permite el óptimo desempeño del sistema auditivo con una mejor percepción de los sonidos que integran el lenguaje y una mejor discriminación en ambientes ruidosos. El uso de la estimulación binaural-bimodal incluye una combinación de dos diferentes modos de estimulación: un implante coclear en un oído, y estimulación acústica a través de un auxiliar auditivo convencional en el otro. El objetivo del presente trabajo es determinar la ganancia auditiva en pacientes con implante coclear solo y con auxiliar auditivo. Se estudiaron 20 pacientes hipoacúsicos prelíngüísticos: 11 femeninos y 9 masculinos, con edad promedio al momento de la implantación de  $3.91 \pm 1.56$  años y de  $6.07 \pm 2.18$  años al momento de la valoración auditológica a los seis meses postimplantación. Los pacientes implantados fueron valorados al mes de realizada la cirugía para obtener la primera telemetría; posteriormente, cada mes fueron revalorados para realizar modificaciones en las programaciones del mapa de estimulación de acuerdo con las respuestas auditivas y a los avances mostrados en terapia de lenguaje. Al calcular la media y desviación estándar de la respuesta auditiva en los sujetos implantados se logró apreciar que en el grupo de pacientes con implante coclear más el uso de auxiliar auditivo los valores obtenidos fueron menores en todas las frecuencias, lo que indica una mayor ganancia auditiva con el uso del auxiliar auditivo más el implante coclear, en comparación con los pacientes que sólo utilizaban el implante coclear. Al comparar las respuestas auditivas en los pacientes implantados con y sin auxiliar auditivo se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias, excepto a los 2 Khz, demostrando que existe una mejor discriminación en ambientes ruidosos. Los pacientes con IC más el uso del AA obtienen una mayor ganancia auditiva en comparación con los pacientes que sólo utilizan el IC.

**Palabras clave.** Implante coclear. Ganancia auditiva. Adaptación binaural-bimodal.

## INTRODUCCIÓN

La estimulación eléctrica y su relación con el sistema auditivo tienen una larga historia, sus orígenes se remontan a 1790 cuando Alessandro Volta descubrió la celda electrolítica; Wever y Bray, en 1930, demostraron que la cóclea se comportaba como un transductor acústico de energía eléctrica y que transmitía la señal a través del nervio auditivo. Lundberg llevó a cabo la primera estimulación directa del nervio auditivo, de esta manera se consideró la posibilidad de reemplazar las señales eléctricas producidas por las células pilosas dañadas. William House, en 1961, realizó el primer implante coclear monocanal en un paciente con sordera profunda, siendo la primera instancia de colocación de electrodos dentro de la cóclea. En 1981 se realizó el primer implante coclear nucleus de 22 electrodos, la Food and Drug Administration lo aprobó en 1985 para ser utilizado en pacientes adultos sordos poslingüísticos en Estados Unidos.<sup>1</sup> Desde 1975 existen en Latinoamérica alrededor de 41 equipos especializados en el manejo multidisciplinario de pacientes implantados.<sup>2</sup>

En el 2000 se instauró en el Hospital General de México el programa multínstitucional de implantes cocleares, en el que se estableció que todos los pacientes implantados debían integrarse a un programa de rehabilitación pre y posquirúrgico para obtener la mayor cantidad de beneficios tras recibir el implante coclear.<sup>3</sup> Es así que la investigación tecnológica ha trascendido en el área de la neurofisiología auditiva, generado este dispositivo electrónico (implante coclear) que trata de sustituir la función nerviosa del órgano auditivo. De manera general la función auditiva está determinada por una combinación de eventos físicos y procesos neurológicos que integran las señales percibidas por ambos oídos. La vía auditiva recibe los estímulos acústicos decodificados a nivel de la cóclea y envía fibras ascendentes, las cuales se entrecruzan a nivel del cuerpo trapezoide, mientras que otras ascienden ipsilateralmente hacia el colículo inferior, de ahí al cuerpo geniculado medial hasta llegar finalmente a la corteza auditiva.<sup>4-6</sup>

Una de las principales características de la función auditiva es la condición de binauraldad, la cual se caracteriza por la capacidad del sistema auditivo de integrar a nivel central la información percibida por ambos oídos.<sup>4,6</sup> Algunas propiedades de la binauraldad son:

- Discriminación de las palabras en ambientes ruidosos. Esta característica permite escuchar una

señal (habla) mientras es enmascarada por otra señal de ruido.

- Sumación binaural. Es la capacidad de integrar a nivel central los sonidos recibidos en cada oído, las señales son percibidas simultáneamente en cuanto a tiempo e intensidad, de tal manera que se mejora la percepción auditiva.<sup>4</sup>
- Localización del sonido. Ubica la fuente del sonido en el espacio, esto se logra con base en las diferencias de intensidad y distancia entre la fuente del sonido y los oídos. La localización es más precisa cuando existe la función binaural.<sup>6</sup>
- Efecto de sombra o barrera del cráneo. La cabeza actúa como una barrera acústica, los sonidos que integran el lenguaje y el ruido ambiental que provienen de dos diferentes localizaciones espaciales llegan a cada oído con diferencia de tiempo e intensidad.<sup>4</sup>

Se ha descrito que la estimulación acústica binaural-bimodal mediante el uso de amplificadores auditivos [implante coclear (IC) en un oído y un auxiliar auditivo (AA) en el oído contra-lateral] mejora notablemente la capacidad auditiva;<sup>4</sup> también se ha reportado que la estimulación auditiva en ambos oídos previene la degeneración neuronal asociada con la privación auditiva.<sup>5</sup>

Al prescribir la utilización de aparatos para el tratamiento de las hipoacusias se debe considerar como prioridad el restablecer de la manera más adecuada la condición de binauraldad, ello implica tomar en cuenta los aspectos clínicos, así como los de costo-beneficio; por ejemplo, Laszig, *et al.* (2004), señalaron que en los pacientes implantados bilateralmente, al estimularse la vía auditiva contra-lateral, se obtienen beneficios en cuanto a la detección y discriminación de los sonidos; sin embargo, puntualizaron que la principal desventaja es el alto costo de los aparatos.<sup>7</sup>

Blamey, *et al.*, reportaron en sus estudios de procesamiento de sonido que en el proceso de adaptación para el uso del IC y el AA se presenta un complejo patrón de diferencias de sonoridad entre los oídos, ya que un oído recibe estimulación acústica por parte del AA y el IC provee estimulación eléctrica en el otro.<sup>8</sup> Existen casos en los que no es posible disponer de la adaptación de un IC y un AA, Luntz, *et al.* (2005), refirieron que en los pacientes con hipoacusia bilateral en los que la audición residual contralateral disminuye, la amplificación con AA puede no ser efectiva, en estos casos se sugiere la implantación bilateral.<sup>9</sup>

Los principales beneficios que ofrece la estimulación bimodal son con base en el reconocimiento del

lenguaje, tanto el ambiente silente como ruidoso, así como en la habilidad para la localización de la fuente sonora.<sup>10,11</sup> En el caso de los pacientes implantados que utilizan AA se observa una mejoría significativa en la propiedad de sumación binaural, siempre y cuando se regulen los niveles de sonoridad de salida en ambos aparatos.<sup>11</sup>

Por las características de binaurales y bimodalidad mencionadas anteriormente, debe considerarse que el tratamiento médico principal en aquellos pacientes con hipoacusia auditiva bilateral es tratar de re establecer la función auditiva. El empleo de dispositivos electrónicos como los implantes cocleares y los auxiliares auditivos ofrecen una mejora significativa para los pacientes; sin embargo, cabe resaltar que el paciente obtendrá un beneficio parcial si no se establece un tratamiento bimodal. La finalidad de utilizar un sistema bimodal es re establecer la audición binaural en los pacientes. Los beneficios de la estimulación bimodal se verán reflejados en el incremento de la capacidad auditiva, así como en un adecuado desarrollo de las habilidades lingüísticas y cognitivas, mejorando la calidad de vida de los pacientes y su integración a la sociedad.

Este estudio pretende demostrar el beneficio del uso de un IC y un AA contralateral en los pacientes implantados en el Instituto Nacional de Rehabilitación, toda vez que las condiciones económicas de los pacientes limitan la posibilidad de contar con implantes cocleares en ambos oídos.

El objetivo del presente trabajo es determinar la ganancia auditiva en pacientes con implante coclear solo y con auxiliar auditivo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

- **Tipo de estudio.** Longitudinal descriptivo.

### Sujetos de estudio

Se estudiaron 40 pacientes con cirugía de IC atendidos en el Servicio de Audiología del área de Audioología, Foniatria y Patología de Lenguaje del Instituto Nacional de Rehabilitación, los cuales ingresaron durante noviembre 2007 a julio 2011. Los criterios considerados para la inclusión de los pacientes previo a la implantación fueron: pacientes con diagnóstico de hipoacusia neurosensorial profunda bilateral, respuesta > 90 dB, mayores de 12 meses y menores de siete años de edad, con discriminación fonémica deficiente, sin lesión del nervio auditivo ni a nivel de sistema nervioso central. Los pacientes debieron asistir a un programa de rehabi-

litación auditiva, el cual consistió en la utilización de auxiliares auditivos digitales en ambos oídos por un periodo mínimo de seis meses. Los auxiliares fueron adaptados de acuerdo con la pérdida auditiva de cada paciente mediante un equipo de ganancia de inserción. Cabe señalar que todos los pacientes con audición residual fueron candidatos a IC y no a auxiliares auditivos debido al grado de pérdida auditiva. Posteriormente, al mes de implantados, se realizó la primera telemetría (imagen de respuesta neural) para evaluar la respuesta del nervio auditivo. Los pacientes a partir de este momento utilizaron su AA en el oído contra-lateral al implantado; de esta manera se realizaron las mediciones auditivas mediante campo libre, para lo cual se utilizó la prueba subjetiva llamada audiometría condicionada por juego, indicada para pacientes de 24 meses a seis años de edad. En esta prueba el niño aprende a realizar una tarea motora, un juego, por ejemplo: poner unas figuras en un cubo, colocar aros en un madero o cubos uno encima de otro al presentarse la señal acústica y de esta manera ir disminuyendo la intensidad del sonido hasta encontrar el umbral auditivo. Las pruebas auditivas de campo libre se realizaron en dos momentos, al mes y a los seis meses de implantados; primero se evaluaron los pacientes con el IC y posteriormente con el IC más el AA. Subsiguientemente, cada mes fueron revalorados para realizar modificaciones en las programaciones del mapa de estimulación de acuerdo con las respuestas auditivas y con los avances mostrados en terapia de lenguaje; se continuó el proceso hasta obtener un mapa de estimulación confiable, con unidades de corriente estables. Se eliminaron aquellos pacientes que interrumpieron las evaluaciones auditivas mediante campo libre con IC y AA, así como los que interrumpieron el uso de AA postimplantación, de esta manera se conformó finalmente un grupo de 20 pacientes, 11 femeninos y nueve masculinos.

### Consideraciones bioéticas

Los pacientes fueron informados respecto al estudio y los que aceptaron su participación firmaron la carta de consentimiento informado. El trabajo fue aprobado por el Comité de Investigación del Instituto Nacional de Rehabilitación.

## RESULTADOS

De los 40 pacientes implantados, se eliminaron a 20 pacientes por no cumplir los criterios de inclusión, de tal manera que se estudiaron 20 pacien-

tes hipoacúsicos prelíngüísticos, de ambos géneros, 11 femeninos (55%) y nueve masculinos (45%), con edad promedio al momento de la implantación de  $3.91 \pm 1.56$  años y de  $6.07 \pm 2.18$  años al momento de la valoración audiológica a los seis meses postimplantación. Catorce pacientes (70%) fueron implantados del oído derecho, mientras que seis (30%) del oído izquierdo.

Se realizó la correlación de Pearson para evaluar si existía dependencia entre el tiempo a partir de la cirugía del IC y la audiometría con y sin AA con respecto a la capacidad auditiva. Aunque no existió correlación mayor a  $r = 0.6$ , se observó que todas las correlaciones los valores son negativos, lo que indica que existió una ganancia en los umbrales auditivos a lo largo del tiempo. La correlación más alta sin llegar a ser significativa se encontró a los 1,000 Hz con IC y AA,  $r = -0.550$  (Cuadro 1).

Al calcular la media y desviación estándar de la respuesta auditiva en los sujetos implantados se logró apreciar que en el grupo de pacientes con IC más el uso de AA los valores de las respuestas auditivas fueron menores en todas las frecuencias desde los 125 y los 8,000 Hz, lo que indica una mayor ganancia auditiva con el uso del AA más el IC, en comparación con los pacientes que sólo utilizaban el IC (Cuadro 2).

Para determinar si existía diferencia significativa para  $p = 0.05$  entre los grupos, se utilizó la prueba t-Student para muestras relacionadas, comparando las respuestas obtenidas entre los grupos del estu-

Cuadro 1. Correlación entre tiempo del implante vs. respuesta a la capacidad auditiva con implante coclear y con implante más auxiliar auditivo.

Frecuencia (Hz)	r
IC 125	-0.121
ICAA 125	-0.212
IC 250	-0.306
ICAA 250	-0.280
IC 500	-0.188
ICAA 500	-0.387
IC 1,000	-0.303
ICAA 1,000	-0.550
IC 2,000	-0.254
ICAA 2,000	-0.473
IC 4,000	-0.332
ICAA 4,000	-0.444
IC 8,000	-0.178
ICAA 8,000	-0.331

Se observa que las correlaciones obtenidas son negativas, encontrando la mayor en 1,000 Hz con implante coclear y el uso del auxiliar auditivo. IC: implante coclear. ICAA: implante coclear y auxiliar auditivo.

dio, encontrando diferencias significativas en la mayoría de los grupos, excepto en las frecuencias de 2,000 Hz, donde el valor obtenido fue de  $p = 0.06$ . Es evidente que el uso del AA mejora la capacidad auditiva coadyuvando al IC (Cuadro 3).

Se puede observar en la figura 1 que los pacientes con IC más el uso del AA obtuvieron una mejor respuesta auditiva en comparación con los pacientes que sólo utilizaron el implante.

## DISCUSIÓN

Desde la época de los 80 en que se empezaron a diseñar los implantes cocleares ha existido una gran controversia en función a la efectividad de ellos, siendo una de las principales la forma en que el cerebro decodifica las señales acústicas principalmente en los hipoacúsicos prelíngüísticos; en la actualidad muchos de los pacientes implantados dejan de utili-

Cuadro 2. Promedio y desviación estándar de la respuesta auditiva con estimulación entre los 125 y los 8,000 Hz.

Frecuencia (Hz)	Media	Desviación estándar
Par 1		
IC 125	41.9444	10.16610
ICAA 125	36.9444	10.16610
Par 2		
IC 250	38.6111	13.48262
ICAA 250	33.8889	13.45532
Par 3		
IC 500	37.5000	14.16811
ICAA 500	32.2222	13.95605
Par 4		
IC 1,000	38.6111	15.97844
ICAA 1,000	33.8889	16.31992
Par 5		
IC 2,000	39.7222	16.13110
ICAA 2,000	35.0000	16.17914
Par 6		
IC 4,000	42.2222	13.19784
ICAA 4,000	36.6667	17.06389
Par 7		
IC 8,000	50.5556	16.07783
ICAA 8,000	42.5000	16.38238

En todas las frecuencias de los pacientes que utilizaban auxiliar auditivo la respuesta siempre fue menor. IC: implante coclear. ICAA: implante coclear con auxiliar auditivo.

Cuadro 3. Comparación de las respuestas auditivas de pacientes implantados con auxiliar auditivo vs. implantados sin auxiliar auditivo.

		Media	Desviación estándar	Significancia
Par 1	IC 125-ICAA 125	5.00000	7.66965	0.013
Par 2	IC 250-ICAA 250	4.72222	5.54983	0.002
Par 3	IC 500-ICAA 500	5.27778	7.75967	0.010
Par 4	IC 1,000-ICAA 1,000	4.72222	9.46700	0.049
Par 5	IC 2,000-ICAA 2,000	4.72222	9.92208	0.060
Par 6	IC 4,000-ICAA 4,000	5.55556	8.38221	0.012
Par 7	IC 8,000-ICAA 8,000	8.05556	12.14361	0.012

Existen diferencias significativas en todos los pares excepto en el par correspondiente a la frecuencia de 2,000 Hz. IC: implante coclear. ICAA: implante coclear con auxiliar auditivo.

zar sus auxiliares auditivos contralaterales debido a la creencia de que dejan de ser útiles; por lo tanto, es esencial demostrar el uso de los AA aún en pacientes que usan IC, ya que la audición es por naturaleza binaural, cuestión que es importante para la decodificación del sonido por ambos oídos. Debido a que los pacientes con un IC generalmente descontinúan el uso del AA contralateral por la aparente baja ganancia clínica que éste les proporciona, se deberá comprobar la ganancia adicional que el AA les otorga para continuar su uso, así como la estimulación de la audición residual y todas las áreas involucradas en la audición.

La estimulación binaural-bimodal ofrece una mayor ventaja en los aspectos de detección, discriminación y comprensión del lenguaje, con respecto a aquellos pacientes que sólo usan el implante coclear como único método de estimulación. Se deben tomar en cuenta los aspectos de binauraldad e incremento en el umbral auditivo, así como la estimulación de la audición residual mediante el uso de AA contralateral; esto se verá reflejado en la adquisición de habilidades para desarrollar un adecuado nivel de lenguaje. Al comparar las respuestas auditivas en los pacientes implantados con y sin AA se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias excepto a los 2 KHz, demostrando que existe una mejor discriminación en ambientes ruidosos, estos resultados son similares a los reportados por Stelzig, *et al.* (2012).<sup>12</sup>

Asimismo, Cullington, *et al.*,<sup>13</sup> en 2011, compararon pacientes implantados bilateralmente contra pacientes con adaptación bimodal, a los cuales les aplicaron pruebas de audición para detectar voz de mujer, hombre y niño; prueba de la música para reconocimiento de tono, ritmo, percepción y memoria musical; evaluación de la prosodia; así como identificación de vocales habladas por varias personas de diferente género y edad, con lo cual concluyeron que

no hay diferencias significativas en las pruebas aplicadas entre los implantados bilateralmente y los que tienen adaptación bimodal. Lo anterior refuerza los resultados con respecto a la importancia del uso del AA como coadyuvante del IC. Otros investigadores enfatizan sobre las ventajas del uso de IC, por ejemplo, en el aspecto costo beneficio del uso de IC y auxiliares auditivos, Peñaranda, *et al.* (2012),<sup>14</sup> indicaron que los pacientes que utilizan AA tienen mayores gastos que los que usan IC, además de los beneficios económicos con el IC otras ventajas que adquieren como ganancia en decibeles y ganancia en discriminación del lenguaje. Con respecto a la implantación en niños menores de un año de edad, Waltzman, Thomas,<sup>15</sup> y Holman,<sup>16</sup> mencionaron que en los niños que fueron sometidos a cirugía de IC no se presentaron complicaciones quirúrgicas y los pacientes desarrollaron las habilidades de percepción auditiva y del lenguaje oral de forma adecuada con su edad, lo cual indica que la implantación a edades menores a un año pueden ser factibles a pesar de los riesgos quirúrgicos, de la morfología, riesgos de anestesia y crecimiento del cráneo. Existe en la actualidad la tendencia a indicación de implantes cocleares a edades más tempranas, incluso a los seis meses de edad, ya que se ha demostrado que conforme más temprano se inicie la estimulación auditiva adecuada, el desarrollo del lenguaje se verá favorecido. En el presente estudio la edad promedio de implantación fue de  $3.91 \pm 1.56$  años, lo cual se considera que es una edad que debería reducirse para optimizar el tratamiento con los aparatos aunado a la terapia de lenguaje.

## CONCLUSIONES

La estimulación binaural-bimodal ofrece una mayor ventaja en los aspectos de detección auditiva, con respecto a aquellos pacientes que sólo usan el

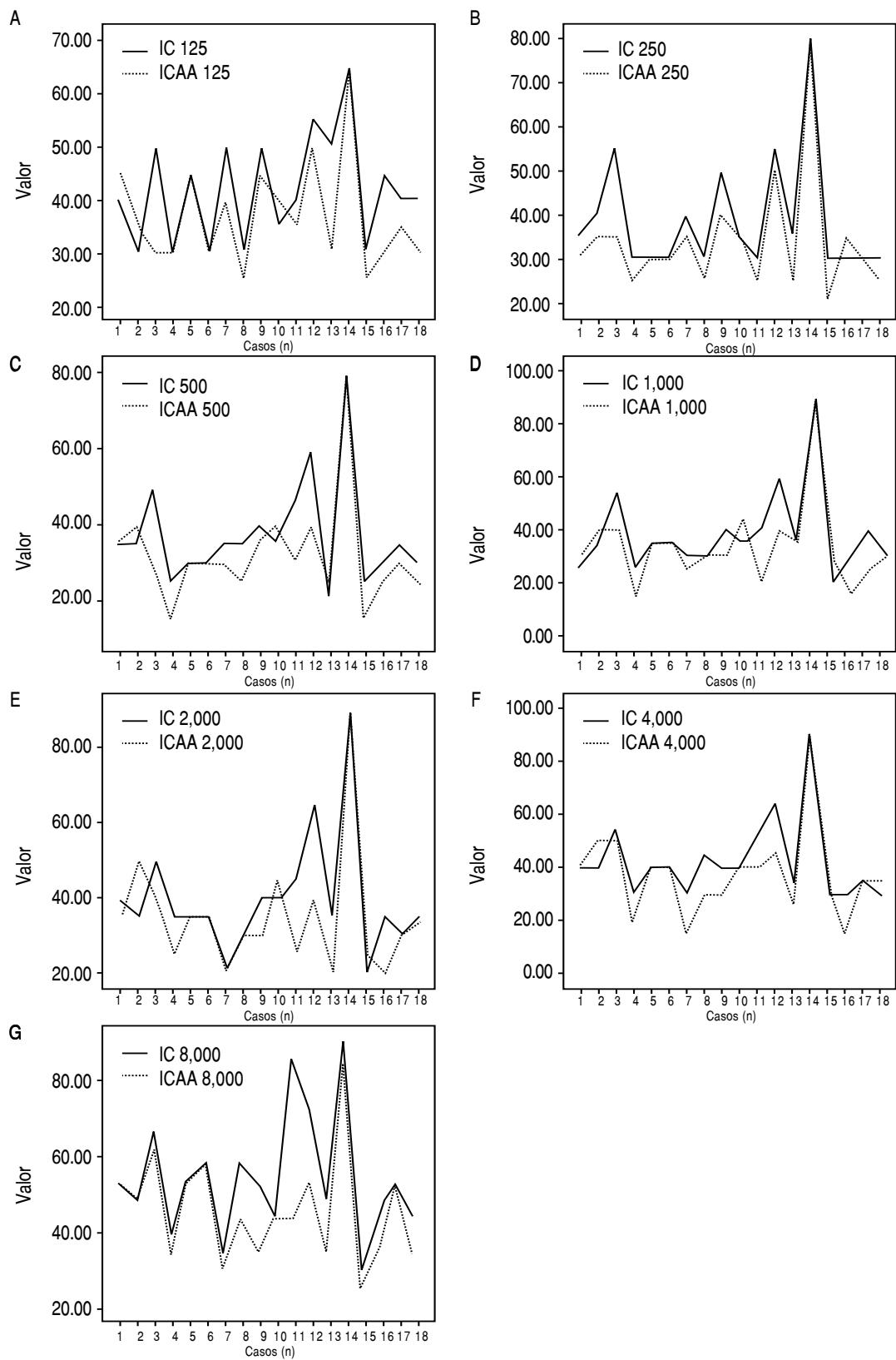


Figura 1. Respuestas audiométricas en pacientes con implante coclear y auxiliar auditivo. Respuestas audiométricas desde los 125 hasta los 8,000 Hz en pacientes con implante coclear con y sin auxiliar auditivo.

IC como único método de estimulación. Los pacientes con IC más el uso del AA obtienen una mayor ganancia auditiva en comparación con los pacientes que sólo utilizan el IC.

Se debe enfatizar que el tratamiento complementario en pacientes implantados debe ser el uso del AA contra-lateral, sólo de esta manera se obtendrá el mayor beneficio con ambos aparatos.

#### REFERENCIAS

1. Manrique RM, Huarte IA. Organization of a cochlear implant programme. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2013; 64(1): 55-67.
2. Goycoolea VM. Experiencia latinoamericana con el implante coclear. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello* 2005; 65: 165-72.
3. Cuevas-Romero B, Fajardo-Arrollo G, Canseco-Calderón MP, López-Ugalde A, Chavolla-Magaña R. Implantes cocleares. Experiencia en el Hospital General de México. *An Orl Mex* 2005; 50(4): 88-91.
4. Morera C, Manrique M, Ramos A, García-Ibanez L, Cavalle L, Huarte A, Castillo C, et al. Advantages of binaural hearing provided through bimodal stimulation via a cochlear implant and a conventional hearing aid: a 6-month comparative study. *Acta Oto-Laryngologica* 2005; 125(6): 596-606.
5. Ching TY, Van Wanrooy E, Dillon H. Binaural-bimodal fitting or bilateral implantation for managing severe to profound deafness: a review. *Trends Amplif* 2007; 11(3): 161-92.
6. Litovsky RY, Goupell MJ, Godar S, Grieco-Calub T, Jones GL, Garadat SN, Agrawal S, et al. Studies on bilateral cochlear implants at the University of Wisconsin's Binaural Hearing and Speech Laboratory. *J Am Acad Audiol* 2012; 23(6): 476-94.
7. Laszig R, Aschendorff A, Stecker M, Müller-Deile J, Maune S, Dillier N, Weber B, et al. Benefits of bilateral electrical stimulation with the nucleus cochlear implant in adults: 6-month postoperative results. *Otol Neurotol* 2004; 25(6): 958-68.
8. Blamey PJ. Sound processing in hearing aids and CIs is gradually converging. *Hear J* 2005; 58(11): 44-52.
9. Luntz M, Shpak T, Weiss H. Binaural-bimodal hearing: concomitant use of a unilateral cochlear implant and a contralateral hearing aid. *Acta Otolaryngol* 2005; 125(8): 863-9.
10. Chmiel R, Clark J, Jerger J, Jenkins H, Freeman R. Speech perception and production in children wearing a cochlear implant in one ear and a hearing aid in the opposite ear. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1995; 166: 314-6.
11. Blamey PJ, Dooley GJ, James CJ, Parisi ES. Monaural and binaural loudness measures in cochlear implant users with contralateral residual hearing. *Ear Hear* 2000; 21(1): 6-17.
12. Strelzic Y, Jacob R, Mueller J. Preliminary speech recognition results after cochlear implantation in patients with unilateral hearing loss: a case series. *J Med Case Rep* 2011; 5: 343.
13. Cullington HE, Zeng FG. Comparison of bimodal and bilateral cochlear implant users on speech recognition with competing talker, music perception, affective prosody discrimination and talker identification. *Ear Hear* 2011; 32(1): 16-30.
14. Peñaranda A, Mendieta JC, Perdomo JA, Aparicio ML, Marín Lina M, García JM, Barón C. Beneficios económicos del implante coclear para la hipoacusia sensorineural profunda. *Rev Panam Salud Pública* 2012; 31(4): 325-31.
15. Waltzman SB, Thomas Roland TJr. Cochlear implantation in children younger than 12 months. *Pediatrics* 2005; 4(116): 487-93.
16. Holman MA, Carlson ML, Driscoll CL, Grim KJ, Petersson RS, Sladen DP, et al. Cochlear implantation in children 12 months of age and younger. *Otol Neurotol* 2013; 34(2): 251-8.

*Reimpresos:*

**Dr. en C. Emilio Arch-Tirado**

Instituto Nacional de Rehabilitación  
Av. México-Xochimilco, Núm. 289  
Col. Arenal de Guadalupe  
14389, México, D.F.  
Tel.: 5999-1000, Ext. 19312  
Correo electrónico: arch@terra.com.mx

*Recibido el 27 de marzo 2013.*

*Aceptado el 25 de febrero 2014.*