

## Audición y lenguaje en niños menores de 2 años tratados con implantación coclear

### *Hearing and speech in children under 2 years of age with a cochlear implant*

M. Manrique, F.J. Cervera-Paz, A. Huarte, I. Martínez, A. Gómez, F. Vázquez de La Iglesia

#### RESUMEN

**Fundamento.** Valorar los resultados auditivos y de lenguaje en niños con una sordera congénita tratados mediante implantación coclear antes de los 2 años de edad y analizar las complicaciones surgidas en el proceso de selección, cirugía, programación y seguimiento de estos niños.

**Material y métodos.** Se estudiaron 130 niños de forma prospectiva mediante la comparación de sus resultados individuales repetidos. Los niños se dividieron en dos grupos de edad: menores de 2 años (n=36) y niños entre 2 y 6 años (n=94). La valoración preoperatoria incluyó:

1. Historia, exploración física y ORL.
2. Valoración neuropsiquiátrica, familiar y psicológica.
3. Potenciales auditivos troncoencefálicos.
4. Tomografía computarizada de alta resolución de peñascos.
5. Consejo terapéutico y consentimiento informado.

La audición y el lenguaje se valoraron, antes y anualmente después de la cirugía (hasta 5 años), mediante pruebas logaudiométricas en contexto cerrado y abierto, y con la prueba de Peabody y las escalas de Reynell.

**Resultados.** La audición y el lenguaje mejoraron significativamente en todos los niños, independientemente de su edad. Los resultados, sin embargo, fueron mejores en los niños implantados antes de 2 años. Las pruebas de lenguaje mostraron que el desarrollo del lenguaje en estos niños es comparable al de niños normo-oyentes. La tasa de complicaciones no aumentó en los niños menores de 2 años.

**Conclusiones.** La implantación coclear antes de los 2 años, ofrece unos resultados auditivos y de lenguaje mejores y más rápidos, en comparación con los alcanzados por niños de mayor edad, sin aumento de las complicaciones.

**Palabras clave.** Deficiencia auditiva. Otolología. Cirugía. Oído interno. Resultados de tratamiento.

#### ABSTRACT

**Background.** To compare the auditory abilities and speech performance of children with a profound prelingual bilateral hearing impairment, treated with a cochlear implant (CI) before or after 2 years of age. To analyze the complications arising during the selection process of the children, or as a result of the implantation, programming and follow-up.

**Methods.** Prospective cohort single-subject repeated-measures study of 130 children who received an implant at our center. The children were divided into two age groups: 0-2 (n=36), and 2-6 years of age (n=94). Preoperative evaluation included:

1. History, physical exploration, and ENT examination.
2. Neuropaediatric examination, family evaluation, and psychological assessment.
3. Auditory brainstem responses.
4. High resolution computed tomogram of temporal bones.
5. Counseling and informed consent.

The children were evaluated prior to, and each year following, the intervention (for up to 5 years), using closed and open-set logaudiometric tests, and speech perception tests. Speech was evaluated according to the Peabody Picture Vocabulary and Reynell general oral expression scale.

**Results.** Auditory and speech perception tests improved significantly in all children after CI, regardless of the follow-up time. The infant's performance was better in the group of early implantees. Speech tests showed that the development of children treated before 2 years of age was similar to that of normal children. No additional complications were observed when compared to CI in older children.

**Conclusions.** When performed before 2 years of age, CI offers a quicker and better improvement of performance, with no increase in complications when compared with a later intervention.

**Key Words.** Hearing impairment. Otolology. Surgery. Inner ear. Treatment outcome

*An. Sist. Sanit. Navar. 2004; 27 (3): 305-317.*

Departamento de Otorrinolaringología. Clínica Universitaria de Navarra. Pamplona.

Aceptado para su publicación el 6 de mayo de 2004.

#### Correspondencia:

Manuel Manrique Rodríguez  
Departamento de Otorrinolaringología  
Clínica Universitaria  
Avda. Pío XII, 36  
31008 Pamplona  
Tfno. 948 25 54 00  
Fax 948 29 65 88  
Email: mmanrique@unav.es.

## INTRODUCCIÓN

La elevada incidencia de la hipoacusia severa o profunda de origen prelingual, que según datos de diferentes autores e instituciones americanas y europeas<sup>1-5</sup> alcanza valores que oscilan entre el 1 y 3 por mil, inicialmente ya indica el gran impacto que potencialmente puede tener cualquier medida terapéutica aplicable a este grupo de población. En los últimos diez años los implantes cocleares han venido siendo ampliamente indicados en niños con hipoacusias profundas, de forma que los satisfactorios resultados alcanzados, especialmente cuando las implantaciones se llevaron a cabo en los primeros años de vida, han incrementado exponencialmente la utilización de este recurso.

Una hipoacusia, atendiendo al momento de su aparición, puede ser clasificada en dos grandes grupos: pre y postlingual. En estos últimos pacientes, la existencia de una experiencia auditiva y de un lenguaje oral ya estructurado hace que dichos pacientes, una vez implantados, reconozcan fácilmente la información sonora aportada por el implante coclear y alcancen, en un período de tiempo relativamente corto, unos resultados que les permitan interactuar con el entorno siguiendo una modalidad de lenguaje auditivo-oral. En el caso de los pacientes prelinguales esta experiencia previa no existe y como se indica más adelante, la edad en la que se introduce la estimulación auditiva por medio del implante coclear resulta crucial para el pronóstico.

La aplicación clínica de los implantes cocleares viene practicándose desde 1968 habiendo alcanzado una mayor difusión en los últimos 10 años. A lo largo de este tiempo se han ido produciendo avances tecnológicos que han ido influyendo decisivamente en los resultados clínicos obtenidos con esta técnica. Ello ha dado lugar a cambios en las indicaciones, especialmente en lo relativo a los criterios audiométricos y a la edad de implantación, en particular cuando se trata de la población con una hipoacusia prelingual.

La revisión de trabajos realizados sobre pacientes con hipoacusias prelinguales tratados con un implante coclear

demuestra que los resultados en el reconocimiento de la palabra hablada y la producción de lenguaje son mejores en la medida en que la implantación se realiza con mayor precocidad<sup>6-10</sup>. Sin embargo, se duda que existan diferencias entre los resultados alcanzados entre los niños implantados dentro del período crítico auditivo que, por otra parte, compensen las dificultades que plantea el establecer un diagnóstico de certeza de hipoacusia en niños pequeños, menores de 2 años de edad, y los problemas añadidos relacionados con la cirugía y la programación del implante coclear. Todo ello ha hecho que sea infrecuente y cuestionada la indicación de implante coclear en niños de edades menores a 2 años<sup>11-13</sup>.

Los objetivos de este trabajo fueron los siguientes:

1. Determinar los resultados alcanzados en la percepción y producción del lenguaje en los niños afectados de una sordera congénita y tratados con un implante coclear antes de los dos años de edad.
2. Determinar las complicaciones surgidas en el proceso de selección, implantación quirúrgica, programación y seguimiento de este grupo de población.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las hipoacusias pueden ser clasificadas, entre otros criterios, en función de su momento de aparición. Si se trata de una hipoacusia neurosensorial profunda bilateral que se instaura antes de que el lenguaje oral se haya desarrollado y establecido, se tratará de una hipoacusia de tipo prelingual, y es este tipo de hipoacusia la que padecen la totalidad de los pacientes que vamos a estudiar. Desde un principio, se ha dividido la población implantada en dos grupos, uno formado por los pacientes entre 0 y 2 años, y otro por los pacientes entre 2 y 6 años.

### **Población prelingual implantada antes de los 2 años de edad**

Se ha estudiado una población de 36 pacientes que padecían una hipoacusia neurosensorial profunda bilateral prelingual de aparición congénita y localización

coclear a los que les fue colocado un implante coclear. De estos 36 pacientes, 15 eran varones (41,7%) y 21 mujeres (58,3%), con una media de edad en el momento de implantación de 0,94 años (rango 0-1).

La etiología de la hipoacusia fue genética en 7 niños (19,4%), infección prenatal en 1 niño (2,8%), por ototoxicidad en 1 niño (2,8%), de causa desconocida en 15 niños (41,7%), por infección postnatal en 3 (8,3%) y por otras causas distintas a las mencionadas en 6 niños (16,7%).

De la totalidad de los pacientes prelinguales implantados, 10 no llegaron a utilizar audífonos, mientras que 26 de ellos sí que los emplearon regularmente.

Se llevaron a cabo varias exploraciones complementarias en la fase preoperatoria. En todos los niños, al menos en dos ocasiones, se realizaron potenciales evocados auditivos de tronco cerebral (PEATC), apreciándose indicios de onda V a intensidades de estimulación de 100 dB en 10 de los pacientes (27,8%), y sin ningún trazado de dicha onda en 26 (72,2%). Al menos en tres ocasiones se llevó a cabo un estudio de la audición mediante Audiometría Tonal Liminar Conductual. El umbral auditivo medio en el oído que posteriormente fue implantado, promediando las frecuencias de 0,5, 1, 2 y 4 kHz, fue de 115,91 dBHL. Todos los pacientes fueron estudiados mediante tomografía computarizada (TC) de alta resolución, realizándose cortes superpuestos de 2 mm cada 1 mm, y de forma estándar secciones en posición axial. Por lo general, en estos niños menores de 2 años de edad se realizó una sedación para poder practicar esta prueba. Cuando se evidenció alguna alteración, como malformación u osificación coclear, el estudio de imagen se completó con una resonancia magnética. En esta serie, sólo en un caso se apreció una malformación congénita (hipoplasia coclear severa), no evidenciándose en el resto alteraciones morfológicas en el oído interno correspondientes a otro tipo de malformaciones, osificaciones, etc.

La implantación se llevó a cabo en el oído izquierdo en 3 niños (8,3%) y en el oído derecho en los 33 restantes (91,7%). El tipo de incisión fue endaural ampliada superiormente en 35 de los niños (97,2%) y

retroauricular en uno de ellos (2,8%). La apertura de la cóclea se realizó a través de una cocleostomía promontorial en todos los casos. La longitud media de inserción del implante fue de 22,07 mm, correspondiendo ésta a 28 anillos de la guía de electrodos de los implantes Nucleus 22 o Nucleus 24.

En relación al tipo de implante coclear empleado, 33 pacientes recibieron un implante Nucleus 24 M o K (91,7%), un paciente un implante Nucleus 22 (2,8%), un paciente un implante Contour (2,8%) y otro un modelo Medel 40+ (2,8%).

Con respecto a la estrategia de estimulación inicial utilizada con estos implantes cocleares, en un paciente (2,8%) se programó la estrategia MPEAK, en 21 la estrategia SPEAK (58,3%), en uno se utilizó CIS (2,8%) y en 13 pacientes se programó la estrategia ACE (36,1%). Con posterioridad, en función de la evolución observada, se introdujeron cambios en la selección de la estrategia.

### **Población prelingual implantada entre los 2 y 6 años de edad**

Se ha estudiado una población de 94 pacientes que padecían una hipoacusia neurosensorial profunda prelingual bilateral, de localización coclear, a los que les fue colocado un implante coclear. De estos 94 pacientes, 53 (56,4%) eran varones y 41 (43,6%) mujeres, con una media de 3,30 años (rango 2-6) y una duración media de la hipoacusia de 3,0 años (rango 0-6).

La etiología de la hipoacusia fue genética en 26 niños (27,7%), infección prenatal en 2 niños (2,1%), por ototoxicidad en un niño (1,1%), de causa desconocida en 42 niños (44,7%), por infección postnatal en 12 (12,8%) y por otras causas distintas a las mencionadas en 10 niños (10,6%).

En la totalidad de los pacientes prelinguales implantados, 11 no llegaron a utilizar audífonos, mientras que 83 de ellos sí que los emplearon regularmente.

El tipo de comunicación que utilizaban antes de llevar a cabo la implantación era oral en 15 casos (16%), total en 55 (57,6%), gestual en 23 (25%) y dactilológica en uno de los niños (1,1%).

Al igual que en el anterior grupo, se realizaron potenciales evocados auditivos de tronco cerebral (PEATC) apreciándose indicios de onda V a intensidades de estimulación de 100 dB en 31 de los pacientes (33%), y sin ningún trazado de dicha onda en 63 (67%). Al menos en tres ocasiones se llevó a cabo un estudio de la audición mediante Audiometría Tonal Liminar Conductual. El umbral auditivo medio en el oído que posteriormente fue implantado, promediando las frecuencias de 0,5, 1, 2 y 4 kHz, fue de 115,44 dBHL.

En esta serie, en 85 niños (90,4%) estudiados el resultado de la TC fue normal, en 2 se encontró osificación parcial (2,1%), en 5 se descubrieron malformaciones congénitas (5,3%) (una compartimentación incompleta de la cóclea, dos hipoplasias cocleares leves, y dos acueductos vestibulares dilatados), y en uno el hallazgo fue de otro tipo (1,1%).

La implantación se realizó en el oído izquierdo en 30 niños (31,9%) y en el oído derecho en los 64 restantes (68,1%). El tipo de incisión fue endaural ampliada superiormente en 88 de los niños (93,6%) y retroauricular en 6 de ellos (6,4%). La apertura de la cóclea se realizó a través de una cocleostomía promontorial en 88 casos (93,6%) y en 6 a nivel de la ventana redonda (6,4%). Se encontró osificación coclear en los primeros 4 mm de la rampa basal de la cóclea, medidos a partir de la ventana redonda en 3 pacientes (3,2%), mayor de 4 mm en 2 (2,1%), y uno más la osificación tuvo un carácter total. La longitud media de inserción del implante fue de 22,58 mm, correspondiendo ésta a 29 anillos de la guía de electrodos de los implantes Nucleus 22 o Nucleus 24.

En relación al tipo de implante coclear empleado, 58 pacientes recibieron un implante Nucleus 24 M o K (61,7%), 35 pacientes un implante Nucleus 22 (37,2%), un paciente un implante Contour (2,8%). Con respecto a la estrategia de estimulación inicial utilizada con estos implantes cocleares, en 16 pacientes (17%) se programó la estrategia MPEAK, en 52 la estrategia SPEAK (55,3%) y en 26 pacientes se programó la estrategia ACE (27,6%). Con posterioridad, en función de la evolución

observada, se introdujeron cambios en la selección de la estrategia.

### **Metodología de valoración de los resultados auditivos**

Todos los pacientes implantados fueron evaluados a intervalos de un año con posterioridad al momento en el que se llevó a cabo la programación inicial. Para ello se utilizaron pruebas audiométricas pertenecientes al "Protocolo de valoración de la audición y lenguaje", descrito por Huarte y col<sup>14</sup>. De ellas, se emplearon las siguientes: Audiometría Tonal Liminar, test de Identificación de Vocales, Series de Palabras Cotidianas, test de Bisílabas y test de Frases adaptadas a niños *Central Institute for Deaf* (CID). Dado que para pasar las pruebas logaudiométricas es preciso que exista un cierto desarrollo del lenguaje oral, que está vinculado, entre otros factores, a la propia maduración de los niños, estas pruebas no pudieron ser realizadas en los primeros años de la vida.

### **Metodología de valoración del lenguaje**

La producción de la palabra y del lenguaje está directamente relacionada con el aprendizaje auditivo. Por ello, su análisis constituye una de las formas más importantes para valorar la evolución de un niño sordo congénito o prelingual. En este trabajo se han empleado la prueba de vocabulario de imágenes "Peabody"<sup>15</sup> y la escala general para la valoración de la capacidad expresiva del lenguaje oral de Reynell<sup>16</sup>. Los resultados de estas pruebas se expresan en años y meses, y deben ayudar a decidir si la habilidad del niño corresponde a su edad cronológica o si se sitúa en niveles superiores o inferiores a ella.

### **Tiempo de seguimiento**

Los niños incluidos en este estudio fueron implantados de manera escalonada a lo largo del tiempo. Si bien un grupo de ellos concluyó el periodo de seguimiento de 5 años, otros fueron evaluados durante un tiempo parcial. En las figuras que ilustran este trabajo se indica el número de sujetos que realizaron cada prueba.

### Tratamiento estadístico

Se trata de un estudio prospectivo en el que los datos recogidos se han introducido y tratado en la base de datos SPSS 9.0. Las variables estudiadas siguen una distribución normal (*Kolmogorov-Smirnov*  $p > 0,05$ ). Por ello, la comparación de medias se realizó mediante el estudio paramétrico "t" de *Student* para muestras independientes o relacionadas, adoptando como criterio de significancia estadística cuando el valor de *p* fue inferior a 0,05.

### RESULTADOS

Se exponen los resultados auditivos, los relacionados con el desarrollo del lenguaje oral y las complicaciones surgidas en el estudio de las mencionadas poblaciones prelinguales implantadas antes de los dos años y entre los dos y seis años de edad.

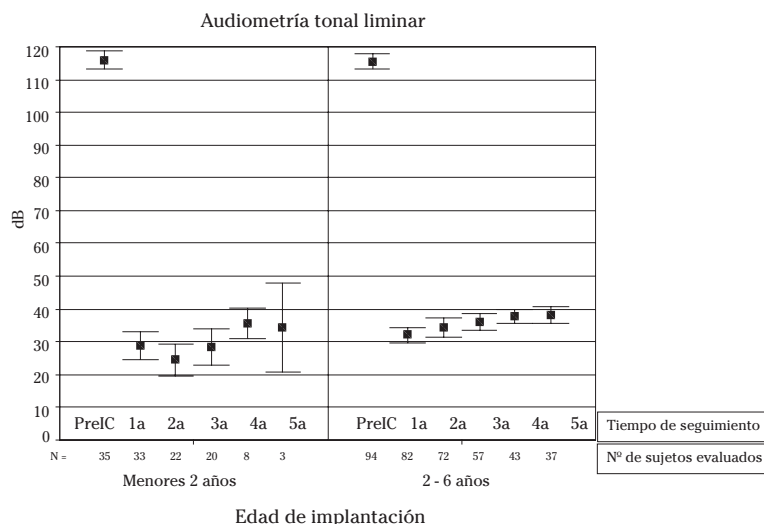
### Evolución de los resultados auditivos en el tiempo

#### *Población prelingual implantada antes de los 2 años de edad*

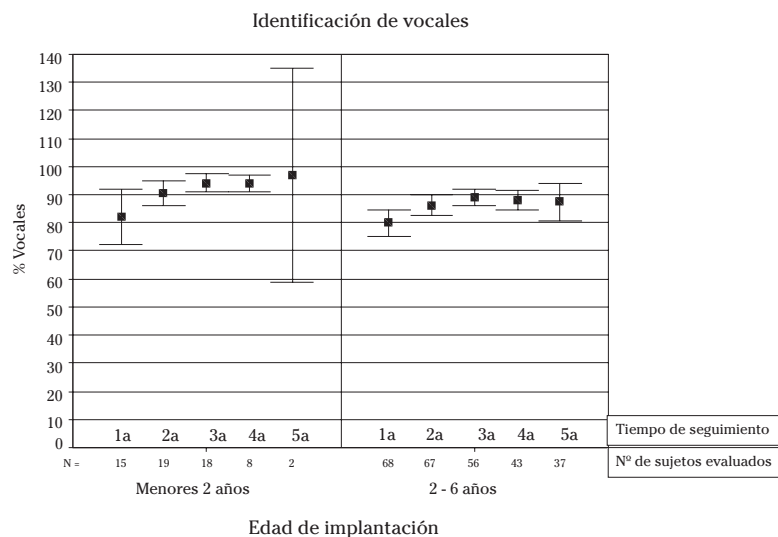
El estudio de los datos recogidos en la audiometría tonal liminar practicada en la

población prelingual implantada antes de los 2 años de edad (Fig. 1), pone de manifiesto que se produce una mejoría significativa ( $p < 0,001$ ) en el umbral de detección de sonidos puros comprendidos entre 0,5 y 4 kHz, antes de la implantación con respecto a cualquiera de los momentos evaluados en el período postimplantación. Así mismo, se puede afirmar que los umbrales auditivos alcanzados se mantuvieron estables durante los 5 años de seguimiento con el implante.

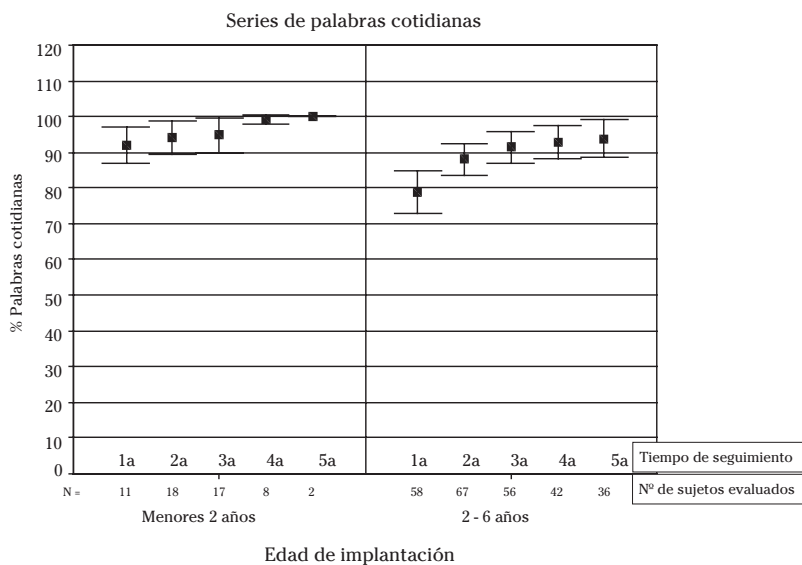
Dada la edad a la que fue implantado este grupo de población fue imposible realizar las distintas pruebas logaudiométricas antes de la cirugía de colocación del implante. Por ello no se pueden presentar estudios comparativos de los datos logaudiométricos obtenidos antes y después de la realización de esta técnica. No obstante, se puede apreciar una clara progresión si estudiamos la evolución de los resultados obtenidos en los 5 años posteriores a la implantación en las pruebas logaudiométricas realizadas en un contexto cerrado (vocales y series de palabras cotidianas) (Figs. 2 y 3), con una ganancia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) cuando se comparan las medias de los resultados registra-



**Figura 1.** Valores de los umbrales medios,  $\pm$  dos desviaciones estándar, obtenidos en la audiometría tonal liminar (promedio de los umbrales auditivos en las frecuencias de 0,5, 1, 2 y 4 kHz). Se muestran los valores del grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad y los del grupo de entre 2 y 6 años, tanto pre-implantación coclear como a lo largo de los 5 años de seguimiento.



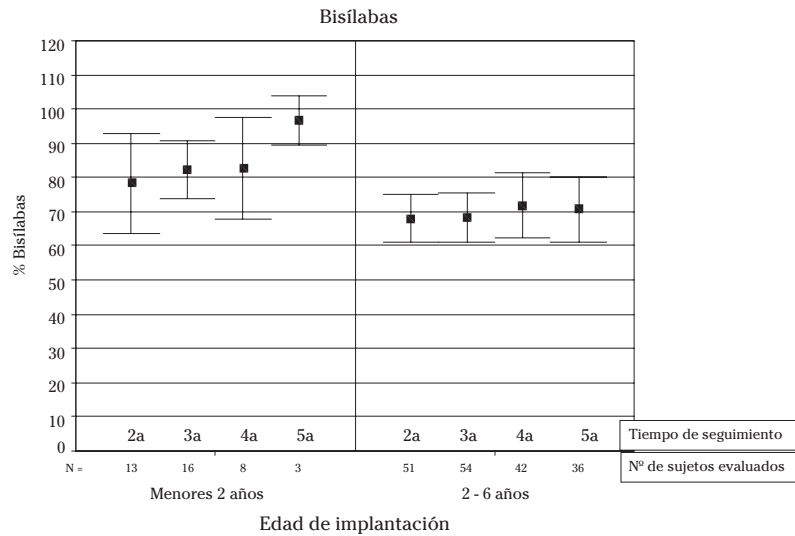
**Figura 2.** Valores medios de la prueba de identificación de Vocales, que se realiza en contexto cerrado. Se muestran los valores del grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad y los del grupo de entre 2 y 6 años, a lo largo de los 5 años de seguimiento.



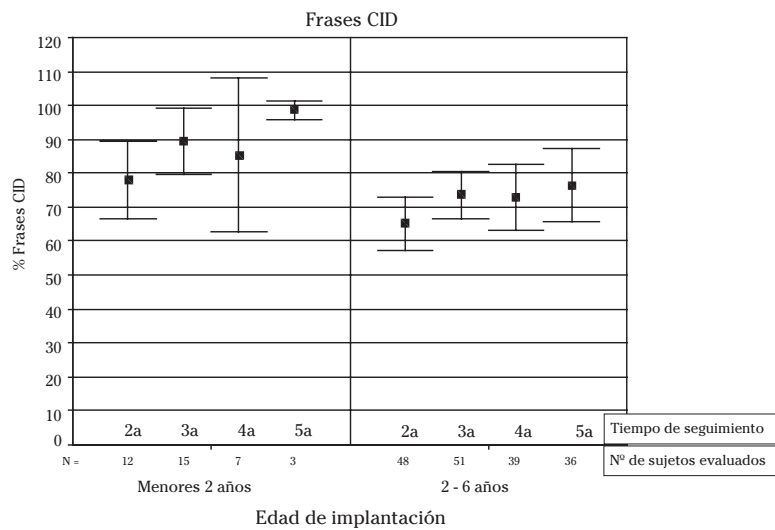
**Figura 3.** Valores medios de la prueba de las Series de Palabras Cotidianas, que se realiza en contexto cerrado. Se muestran los valores del grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad y los del grupo de entre 2 y 6 años, a lo largo de los 5 años de seguimiento.

dos en la prueba de Vocales en el primer y en el tercer año postimplantación y los alcanzados en la prueba de Series de Palabras Cotidianas en el segundo y cuarto año

postimplantación. También en las pruebas logaudiométricas de contexto abierto (bisílabas y frases CID) (Figs. 4 y 5) se apreció una progresión de los resultados en el



**Figura 4.** Valores medios de la prueba de Reconocimiento de Bislabas, que se realiza en contexto abierto. Se muestran los resultados del grupo implantado antes de los 2 años de edad y los del grupo de entre 2 y 6 años, a lo largo de los 4 últimos años de seguimiento con posterioridad a la activación del implante coclear.



**Figura 5.** Valores medios de la prueba de Frases CID, que se realiza en contexto abierto. Se muestran los resultados del grupo implantado antes de los 2 años de edad y los del grupo de entre 2 y 6 años, a lo largo de los 4 últimos años de seguimiento con posterioridad a la activación del implante coclear.

tiempo, con ganancias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en el reconocimiento de

frases CID entre el segundo y el tercer y cuarto año postimplantación.

### **Población prelingual implantada entre los 2 y 6 años de edad**

El estudio de los datos recogidos en la audiometría tonal liminar practicada en la población prelingual implantada entre los 2 y 6 años de edad (Fig. 1), pone de manifiesto que se produce una mejoría significativa ( $p < 0,001$ ) en el umbral de detección de sonidos puros comprendidos entre 0,5 y 4 kHz, antes de la implantación con respecto a cualquiera de los momentos evaluados en el período postimplantación. Así mismo, se puede afirmar que los umbrales auditivos alcanzados se mantuvieron estables durante los cinco años de seguimiento con el implante.

Los resultados recogidos en las pruebas logodaudiométricas de contexto cerrado muestran una mejoría estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ) antes y después de la implantación (Figs. 2 y 3). Así mismo, se apreció una progresión de los resultados a lo largo de los 5 años posteriores a la implantación, con incrementos significativos cada año. En las pruebas de contexto abierto (Figs. 4 y 5) se observó una evolución similar, con una mejoría estadísticamente significativa de los resultados registrados antes y después de la implantación y una progresión de éstos en el período de estimulación con el implante, con incrementos significativos cada año.

### **Resultados auditivos en función a la edad de implantación**

Los umbrales auditivos medios registrados en la audiometría tonal liminar no mostraron diferencias relevantes antes de la implantación, pero fueron ligeramente inferiores en el grupo de niños implantado antes de los 2 años de edad, alcanzando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) a los 2 y 3 años de evolución (Fig. 1).

En la prueba de identificación de vocales, a lo largo de los 5 años de seguimiento se apreciaron resultados ligeramente superiores en el grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad, si bien éstos sólo tuvieron un carácter estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ) en el control realizado al cuarto año de evolución (Fig. 2).

En la prueba de reconocimiento de palabras cotidianas, también se observó que el grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad, en todo momento, presentó niveles superiores a los alcanzados por el grupo de niños implantados más tardíamente. Estos niveles fueron significativamente mayores en los controles logodaudiométricos realizados en el primer y cuarto año de evolución (Fig. 3).

En la prueba de reconocimiento de bisílabas, los resultados fueron superiores en el grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad, apreciando en todo momento diferencias más amplias, respecto al grupo de niños implantados entre los 2 y 6 años de edad, que las observadas en las pruebas precedentes testadas en un contexto cerrado. Estas diferencias alcanzaron un valor estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ) en los controles logodaudiométricos realizados en el tercer y quinto año de evolución (Fig. 4).

También los resultados fueron superiores en el grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad en la prueba de reconocimiento de frases CID. Igualmente, las diferencias, respecto al grupo de niños implantados más tardíamente, fueron más amplias, y tuvieron un carácter estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ) en los controles logodaudiométricos efectuados en el tercer y quinto año de evolución (Fig. 5).

### **Evolución del lenguaje**

Cuando se correlaciona la edad cronológica de adquisición del vocabulario en una población normal y esta edad cronológica en los grupos poblacionales objeto de este estudio, se observa que los niños implantados antes de los 2 años de edad siguen un ritmo de adquisición de vocabulario semejante al alcanzado por la población normal y que, en los niños implantados entre los 2 y 6 años de edad, se produce un retraso de aproximadamente 2 años con respecto al resultado de la población normal (Fig. 6).

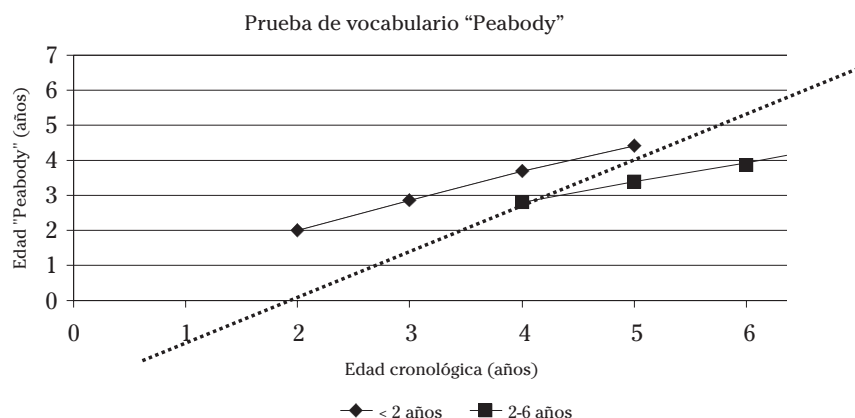
En la escala expresiva de Reynell, cuando se correlacionan con la edad cronológica, como se ha expuesto en el párrafo anterior, el grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad muestra, al tercer año de



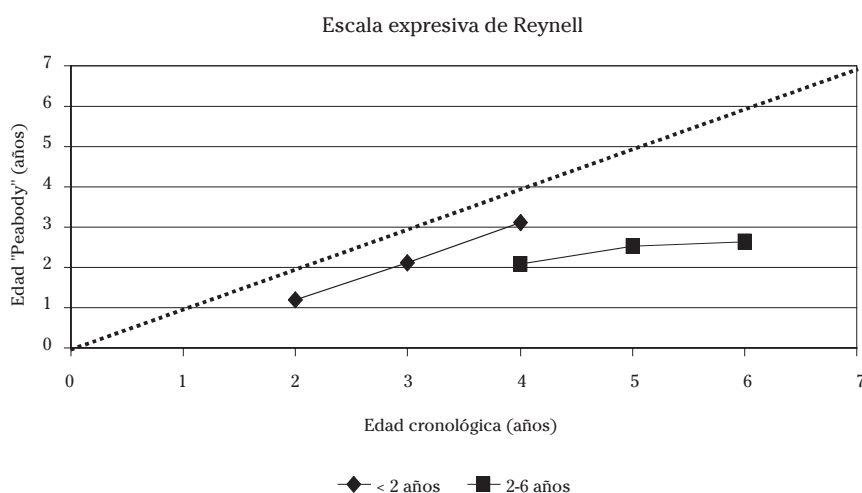
evolución, tiene un retraso aproximado de un año respecto a la población normal y el grupo de niños implantados entre los 2 y 6 años, en dicho momento del seguimiento, una diferencia de 3 años, tendiendo a realizar una progresión más lenta que los niños implantados a una edad menor (Fig. 7).

### Complicaciones

Según Hoffman y Cohen las complicaciones de los implantes cocleares pueden ser clasificadas en graves y leves<sup>17</sup>. Estos autores consideran que son complicaciones graves la aparición de una meningitis o una parálisis facial tras la implantación,



**Figura 6.** Comparación de los resultados obtenidos en la prueba de vocabulario de imágenes “Peabody” entre el grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad y los de entre 2 y 6 años de edad. La línea de puntos representaría la evolución de una población normal. Los resultados expresan la edad media puntuada en la prueba, para cada grupo de niños, a lo largo del tiempo de evolución con el implante coclear.



**Figura 7.** Comparación de los resultados obtenidos en la escala expresiva de Reynell para cada uno de los grupos de niños estudiados. La línea de puntos representaría la evolución de una población normal. Los resultados expresan la edad media puntuada en la prueba, para cada grupo de niños, a lo largo del tiempo de evolución con el implante coclear.

cualquier complicación peroperatoria grave de índole médica, o cualquier complicación postoperatoria cuya naturaleza exija una hospitalización o precise de una revisión quirúrgica para su resolución. En este grupo se incluye también la cirugía de reimplantación debida a un fallo completo del implante u otra causa. De otro lado, consideran como complicaciones leves aquéllas cuya naturaleza permita que puedan ser resueltas mediante tratamiento conservador aplicado de modo ambulatorio u otras actuaciones, como puede ser la reprogramación del implante.

En el grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad no se registró ninguna complicación grave, durante los 5 años de seguimiento de este estudio. Por el contrario, en el grupo de niños implantados entre los 2 y 6 años de edad, se apreciaron cuatro complicaciones graves. Una de ellas estuvo relacionada con la ulceración del colgajo cutáneo que recubría el receptor-estimulador y la antena y precisó la práctica de una nueva cirugía para desarrollar un colgajo de rotación a fin de proteger las zonas expuestas del implante<sup>18</sup>. Las otras tres complicaciones se debieron al fallo técnico de la parte implantada, precisando la explantación y reimplantación de un nuevo dispositivo. Estas complicaciones surgieron en los tres primeros años de evolución, siendo el tiempo medio de su presentación 1,2 años después de realizada la primera cirugía de implantación.

## DISCUSIÓN

El análisis de los resultados extraídos de la audiometría tonal liminar claramente revela que la capacidad de estos niños para detectar la presencia de sonidos, dentro del espectro conversacional, mejora significativamente con posterioridad a la implantación coclear. Este hecho permite a estos niños detectar con facilidad la mayor parte de los sonidos que les rodean, al encontrarse éstos comprendidos en intensidades sonoras que van desde los 30 a los 120 dB HL. De una forma especial, les posibilita el acceso a aquellos sonidos relacionados con la voz humana, al escuchar sonidos a partir de intensidades de 30-40

dB HL, que corresponderían a una voz emitida a baja intensidad.

Los umbrales auditivos después de la programación inicial del implante coclear tendieron a mantenerse estables a lo largo del tiempo, con independencia de la edad a la que se llevó a cabo la implantación (Fig. 1). Es de resaltar este hecho en la población implantada antes de los 2 años de edad pues refleja, entre otras cosas, que las programaciones iniciales practicadas en niños no colaboradores por razones de edad, proporcionaron unos niveles de audición satisfactorios, en las principales frecuencias conversacionales, que no variaron respecto a los aportados en posteriores programaciones cuando los niños presentaban un mayor grado de adiestramiento y edad. La programación en niños implantados antes de los 2 años de edad es más compleja que a edades más avanzadas de la vida, lo cual no significa que sea una tarea irrealizable. Esto es posible a través de un entrenamiento auditivo previo a la programación<sup>19</sup>, la valoración de la respuesta a la estimulación auditiva provocada por el implante coclear por medio de la observación de su conducta frente al estímulo<sup>20</sup>, y la utilización de medidas electrofisiológicas, tales como potenciales evocados auditivos de tronco cerebral<sup>21-23</sup>, potenciales evocados de estado estable<sup>24</sup>, respuesta del reflejo estapedial<sup>25,26</sup> y la valoración por telemetría de la respuesta neural<sup>27</sup>.

Los resultados logoaudiométricos expuestos por diferentes autores<sup>6,7,9,10,28</sup> claramente revelan que la evolución de la población prelingual implantada es mejor en la medida en que la edad de implantación es menor y se circunscribe al período de la vida en el que la plasticidad neural auditiva es mayor. Solamente, cuando la implantación y estimulación auditiva se produce dentro de los primeros 6 años de vida, es esperable alcanzar un reconocimiento del lenguaje oral en un contexto totalmente abierto. Este período crítico de tiempo se corresponde con el momento en que el sistema nervioso central, en sus áreas de representación auditiva, tiene la mayor capacidad para variar su patrón de desarrollo de acuerdo a los estímulos auditivos que provienen del ambiente. Existen datos experimentales, basados en

el estudio de los efectos producidos tras la privación auditiva de distintas especies animales, que ilustran de una forma muy clara la existencia de estos períodos críticos de tiempo de alta plasticidad neural auditiva<sup>29-35</sup>.

Dentro de este período crítico auditivo, ubicado en los 6 primeros años de vida, la comparación entre los grupos implantados antes de los 2 años y entre los 2 y 6 años de edad, en las pruebas logaudiométricas exploradas, demuestra que la evolución es más rápida y se alcanzan mejores resultados en la medida que la implantación se realiza más precozmente. Esto es especialmente manifiesto cuando se analizan los resultados recogidos en las pruebas de mayor dificultad, como son las realizadas en un contexto abierto (bisílabas y frases CID) (Figs. 4 y 5).

Estas diferencias, entre las dos poblaciones de niños, son aún más evidentes cuando se analizan los resultados alcanzados en las pruebas que estudian el desarrollo del lenguaje oral. Tanto en la adquisición de vocabulario (Fig. 6) como en la escala expresiva de Reynell (Fig. 7), se aprecia cómo los niños implantados antes de los 2 años de edad mantienen una evolución casi semejante a la de una población de niños normo-oyentes, con diferencias cronológicas en el desarrollo del lenguaje respecto a ella, al cabo de 3 años de uso del implante coclear, no superiores a un año. Los resultados en los niños implantados entre los 2 y 6 años fueron también satisfactorios, apreciando una clara progresión en el tiempo, pero con un ritmo de adquisición del lenguaje más lento y diferencias cronológicas más amplias respecto al desarrollo del lenguaje de los niños implantados antes de los 2 años y la población normal. Estos datos, ya observados en estudios preliminares<sup>12,36</sup>, deberán ser valorados en seguimientos más amplios dado que el período de adquisición del lenguaje oral abarca al menos un tiempo de 5 años.

Hasta el momento, el número de complicaciones graves, quirúrgicas y postoperatorias, ha sido inferior en el grupo de niños implantados antes de los 2 años de edad. No obstante, hay que considerar que

3 de los 4 casos de complicación grave recogidos estuvieron vinculados a fallos técnicos de los componentes internos del implante coclear; esta complicación, en ausencia de traumatismos externos severos, no se estima que esté relacionada con el factor edad. Tampoco se recogieron diferencias relevantes entre los dos grupos de edad estudiados respecto a la profundidad de inserción de las guías portadoras de electrodos, ni al número de electrodos alojados en la cóclea. La cirugía para la colocación de implantes cocleares en niños menores de 2 años difiere, en algunos pasos, de la desarrollada en adultos o en niños de mayor edad. Estas diferencias están relacionadas con las variaciones anatómicas que experimentan el oído y el cráneo a lo largo de la infancia y son totalmente salvables introduciendo una serie de modificaciones quirúrgicas<sup>37</sup> que, con un adecuado adiestramiento, no añaden mayores riesgos, ni alteran el grado de inserción de los electrodos en la cóclea, ni alargan más el tiempo al empleado en la cirugía convencional que se lleva a cabo en niños de mayor edad o adultos.

Los excelentes resultados alcanzados por el grupo de implantados más tempranamente (antes de los 2 años), que superan incluso a los de los postlinguales, en las mismas pruebas de bisílabas y de frases CID<sup>38</sup>, así como el excelente desarrollo del lenguaje oral, revelan la capacidad que tienen los implantes cocleares para promover una satisfactoria y plena integración del niño prelingual implantado en un entorno social oralista, siempre y cuando la estimulación se introduzca en los primeros años de la vida. Todo ello corrobora la existencia de un período crítico auditivo, que básicamente se extiende a lo largo de los primeros seis años de vida, con una época de extraordinaria plasticidad en los dos primeros años<sup>9</sup>.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en nuestro estudio manifiestan con claridad el beneficio que un implante coclear proporciona a los niños con una hipoacusia profunda bilateral prelingual. En los pacientes con hipoacusias prelinguales, la implantación

colear debe efectuarse tan pronto como se ratifique el diagnóstico de sordera. En la mayor parte de los casos, cuando los implantes cocleares se colocan precozmente, antes de los siete años de vida, los resultados son altamente positivos. Dentro de este grupo de edades, los resultados mejoran significativamente cuando la implantación se practica antes de los dos años de edad.

No existen impedimentos quirúrgicos o técnicos para llevar a cabo una implantación y la programación del implante coclear en los primeros años de la vida de un niño. No obstante, es preciso considerar que se ha de contar con un centro de implantación bien cualificado, con un programa especializado en niños.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen la entrega en el trabajo diario con los pacientes implantados de Maite Molina, Ana Rodríguez y Belén Andueza, así como de Pilar Martínez y Julie Martínez.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. ABRAMOVICH SJ, HYDE ML, RIKO K, ALBERTI PW. Early detection of hearing loss in high risk children using brainstem electrical response audiometry. *J Laryngol Otol* 1987; 101: 120-126.
2. DAVIS A, WOOD S. The epidemiology of childhood hearing impairment: factors relevant to planning of services. *Br J Audiol* 1992; 26: 72-90.
3. WHITE KR, VORH BR, BEHRENS TR. Universal newborn hearing screening using transient evoked otoacoustic emissions: results of the Rhode Island Hearing Assessment Project. *Semin Hear* 1993; 14: 18-24.
4. KANKKUNEN A, LIDEN G. Early identification of hearing handicapped children. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1982; 386: 31-35.
5. PARVING A. Epidemiology of hearing loss and aetiological diagnosis of hearing impairment in childhood. *Int J Ped ORL* 1983; 5: 159-165.
6. MIYAMOTO RT, OSBERGER MJ, TODD SL, ROBBINS AM, STROER BS, ZIMMERMAN-PHILLIPS S et al. Variables affecting implant performance in children. *Laryngoscope* 1994; 104: 1120-1124.
7. FRYAUF-BERTSCHY H, TYLER RS, KELSAY DMR, GANTZ BJ, WOODWORTH GG. Cochlear implant use by prelingually deafened children: the influences of age at implant use and length of device use. *J Speech Hear Res* 1997; 40: 183-199.
8. LEAKE PA, HRADEK GT, SNYDER RL. Chronic electrical stimulation by a cochlear implant promotes survival of spiral ganglion neurons after neonatal deafness. *J Comp Neurol* 1999; 412: 543-562.
9. MANRIQUE M, CERVERA-PAZ FJ, HUARTE A, PÉREZ N, MOLINA M, GARCÍA-TAPIA R. Cerebral auditory plasticity and cochlear implants. *ORL* 1999; 49: 193-197.
10. DOWELL R, BLAMEY P, CLARK G. Factor affecting outcome in children with cochlear implants. En G. Clark editor. *Cochlear Implants: Proceedings of the XVI World Congress*. Sydney: Monduzzi Editore, 1997: 297-303.
11. WALTZMAN S, COHEN NL. Cochlear implantation in children younger than 2 years old. *Am J Otol* 1998; 19: 158-162.
12. MOLINA M, HUARTE A, CERVERA-PAZ FJ, MANRIQUE M, GARCÍA-TAPIA R. Development of speech in 2-year-old children with cochlear implant. *ORL* 1999; 47: 177-179.
13. MANRIQUE M, HUARTE A, MOLINA M, CERVERA J, ESPINOSA JM. Tratamiento de la sordera en el niño menor de dos años. *An Esp Pediatr* 1997; 97: 95-98.
14. HUARTE A, MOLINA M, MANRIQUE M, OLLETA I ET AL. Protocolo para la valoración de la audición y el lenguaje, en lengua española, en un programa de implantes cocleares. *Acta Otorrinolaringolog Esp* 1996; 47: 1-14.
15. DUNN LM. Test de vocabulario en imágenes "peabody". Ed. Mepsa, Madrid, 1981.
16. EDWARDS S, FLETCHER P, GARMAN M, HUGHES A, LETTS C, SINKA I. The Reynell developmental Language Scales III. Nfer-Nelson Publishing Company Ltd. Windsor, UK, 1997.
17. HOFFMAN RA, COHEN NL. Complications of cochlear implant surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol (Suppl)* 1995; Suppl. 166: 420-422.
18. MANRIQUE MJ, PALOMA V, CERVERA-PAZ FJ, RUIZ DE ERENCHUN I, GARCÍA-TAPIA R. Treatment of cutaneous ulceration after cochlear implantation surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol (Suppl)* 1995; Suppl. 166: 422-425.
19. MOLINA M, HUARTE A. Preentrenamiento auditivo y programación de un implante coclear. En Manrique M, Huarte A, eds. *Implantes cocleares*. Barcelona. Masson 2002; 259-266.
20. HUARTE A. Aspectos básicos en la programación de los implantes cocleares. En: Manrique M, Huarte A, eds. *Implantes cocleares*. Barcelona. Masson 2002; 251-258.

21. BROWN CJ, ABBAS PJ, FRYAUF-BERTSCHY H, KELSAY D, GANTZ B. Intraoperative and postoperative electrically evoked auditory brainstem responses in nucleus cochlear implant users: implication for the fitting process. *Ear Hear* 1994; 15: 168-176.
22. KILENY PR. Use of electrophysiologic measures in the management of children with cochlear implants: Brainstem, middle latency and cognitive (P300) responses. *Am J Otol* 1991; 12: 37-42.
23. SHALLOP JK, VAN DYKE L, GOIN D, MISCHKE R. Prediction of behavioral thresholds and comfort values for Nucleus 22 channel implant patients from electrical auditory brain stem response test results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991; 100: 896-898.
24. CARRERA B, SAVIO G, MANRIQUE M, HUARTE A, PEREZ-ABALO, ARTIEDA J. Application of multiple auditory steady-state responses in cochlear implant users. *Clinical Neurophysiology* 2000; 111: 2347-2358.
25. BATTMER RD, LASZIG R, LENHARDT E. Electrically elicited stapedius reflex in cochlear implant patients. *Ear Hear* 1990; 5: 370-374.
26. JERGER J, JENKINS H, FIFER R, MECKLENBURG D. Stapedius reflex to electrical stimulation in a patient with a cochlear implant. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1986; 95: 151-157.
27. RAMOS A, OSORIO A, RIVERO J. Valoraciones telemétricas. En: Manrique M, Huarte A, eds. *Implantes cocleares*. Barcelona. Masson 2002: 267-274.
28. MANRIQUE M. Edad y momento de aparición de la sordera. En: Manrique M, Huarte A, eds. *Implantes cocleares*. Barcelona. Masson 2002: 167-174.
29. HASHISAKI G, RUBEL EW. Effects of unilateral cochlear removal on anteroventral cochlear nucleus neurons in developing gerbils. *J Comp Neurol* 1989; 283: 465-473.
30. TRUNE DR. Influence of neonatal cochlear removal on the development of mouse cochlear nucleus. I. Number, size and density of its neurons. *J Comp Neurol* 1982; 209: 409-424.
31. MOORE DR. Auditory brainstem of the ferret: early cessation of developmental sensitivity to cochlear removal in the cochlear nucleus. *J Comp Neurol* 1990; 302: 810-823.
32. PASIC TR, RUBEL EW. Rapid changes in cochlear nucleus cell size following blockage of auditory nerve electrical activity gerbils. *J Comp Neurol* 1989; 283: 474-480.
33. STEWARD O, RUBEL EW. Afferent influences on brainstem auditory nuclei of the chicken: cessation of aminoacid incorporation as an antecedent to age-dependent transneuronal degeneration. *J Comp Neurol* 1985; 231: 385-395.
34. PERIER O, ALEGRIA J, BUYSE M, D'ALIMONTE G ET AL. Consequences of auditory deprivation in animals and humans. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1984; Suppl 411: 60-70.
35. BORN DE, RUBEL EW. Afferent influences on brain stem auditory nuclei of the chicken: presynaptic action potentials regulate protein synthesis in nucleus magnocellularis neurons. *J Neurosci* 1988; 8: 901-919.
36. SERRY TA, BLAMEY PJ. A 4-year investigation into phonetic inventory development in young cochlear implant users. *J Speech Hear Res* 1999; 42: 141-154.
37. MANRIQUE M, SCHWARTZMAN J. Bases de la cirugía del implante coclear en niños. En: Manrique M, Huarte A, eds. *Implantes cocleares*. Barcelona. Masson 2002: 209-214.
38. MANRIQUE M, HUARTE A, MOLINA M. Percepción auditiva en prelinguales. En: Manrique M, Huarte A, eds. *Implantes cocleares*. Barcelona. Masson 2002: 313-324.