

---

# RESULTADOS AUDITIVOS CON IMPLANTES COCLEARES

Premio FIAPAS 2000  
de Investigación  
en Deficiencias Auditivas



Autora: Alicia Huarte Irujo  
Colaborador Clínico del Departamento de Otorrinolaringología  
Clínica Universitaria de Navarra.

---

## HIPÓTESIS DE TRABAJO

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, afectando especialmente a los criterios audiométricos y a la edad de implantación, especialmente cuando se trata de la población con una hipoacusia prelingual. Si bien los resultados reportados a partir de estas modificaciones inicialmente son satisfactorios, en la actualidad aún son escasos los trabajos que reportan resultados auditivos a largo plazo, con implantes cocleares de última generación.

En este trabajo se pretende realizar una revisión de los resultados alcanzados en el campo de la audición, en el programa de implantes cocleares de la Universidad de Navarra en los últimos 8 años de seguimiento, diferenciando aquellos en función del momento de aparición de la hipoacusia (pre y postlinguales), de la edad de implantación y la estrategia de estimulación empleada (MPEAK *versus* SPEAK). Por lo tanto los objetivos que se pretenden alcanzar son:

- ◆ Revisar los resultados auditivos registrados en una población de sujetos con una hipoacusia neurosensorial profunda bilateral, tratados con un implante coclear multicanal intracoclear, durante un periodo de seguimiento comprendido entre 0 y 8 años.
- ◆ Analizar las diferencias existentes en la evolución postimplantación entre una población hipoacúsica post y prelingual, estudiar la influencia que en cada una de ellas tiene la demora en la reintroducción de la estimulación auditiva y el tipo de estrategia utilizada.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las hipoacusias pueden ser clasificadas, entre otros criterios, en función a 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. Si la aparición de dicha hipoacusia es

posterior a dicho momento, estaremos ante una hipoacusia postlingual. Esta circunstancia marca la evolución de una persona sorda, sea o no tratada con implantes cocleares. Es por ello, por lo que desde un principio se ha dividido la totalidad de la población implantada en dos grupos, pre y postlinguales, pues de lo contrario, el momento de aparición de la hipoacusia introduciría un importante sesgo en la interpretación de los resultados.

### Población postlingual

Se ha estudiado una población de 70 pacientes que padecían una hipoacusia neurosensorial profunda bilateral de origen coclear y naturaleza postlingual a los que les fue colocado un implante coclear. De estos 70 pacientes, 32 (45,7%) eran varones y 38 (54,3%) mujeres, con una edad media de 49,07 años (rango: 6-84 años). La edad media de aparición de la hipoacusia profunda bilateral fue de 37,3 años (rango: 3-81 años) y la duración media de la hipoacusia de 10,35 años (rango: 0-46 años).

Todos ellos presentaban un umbral auditivo medio igual o superior a 90 dB HL en las frecuencias de 500, 1.000 y 2.000 Hz y no superaban un 20% de respuestas correctas en la audiometría verbal con monosílabos a una intensidad de 65 dB HL en las mejores condiciones de utilización de audífonos. Entre los 70 pacientes postlinguales implantados se encontraban dos que además padecían una ceguera, uno con diabetes insulino-dependiente, 1 con insuficiencia renal, transplantado con posterioridad, dos con antecedentes oncológicos y uno con manifestaciones neurológicas de una enfermedad mitocondrial.

En la totalidad de los pacientes postlinguales implantados, 29 no llegaron a utilizar audífonos de una forma regular, al no obtener beneficios relevantes con los mismos. Por el contrario 41 sí los empleaban sistemáticamente.

Varias fueron las exploraciones complementarias llevadas a cabo en la fase preoperatoria. El test de estimulación promontorial exclusivamente se realizó en 22 pacientes, siendo en todos ellos positivo. En toda la población implantada se realizaron preoperatoriamente potenciales evocados auditivos de tronco cerebral (PE-ATC) apreciándose a intensidades de estimulación de 100 dB trazados compatibles con una onda V en 26 pa-

**TABLA 1. Electrodo, Estrategia de Codificación empleada en la totalidad de la población postlingual, según el implante coclear utilizado**

Programación	Inicial		1 año		2 años		3 años		4 años		5 años		6 años		7 años		8 años	
Tipo IC	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24
Pacientes	44	26	44	16	44	7	38	1	28	0	24	0	19	0	14	0	7	0
Electrodos activos																		
Nº	19,2	19,8	18,7	19,5	18,6	-	18,6	22	18,3	-	18,5	-	18,8	-	18,4	-	19,1	-
Estrategia de codificación (datos en número de implantados)																		
MPEAK	28	0	27	-	26	-	20	-	14	-	13	-	12	-	9	-	7	-
SPEAK	16	24	17	16	18	6	18	1	14	-	11	-	7	-	5	-	0	-
CIS	-	2	-	0	-	1	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**TABLA 2. Características de los subgrupos de implantados postlinguales.**

SUBGRUPOS (Duración de la hipoacusia en años)	Hipoacusia < 11	Hipoacusia > 10
Nº de pacientes	47	23
Edad media de implantación (años)	50,51	46,13
Sexo		
Varones	22	10
Mujeres	25	13
Aparición de la hipoacusia (años)	45,1	21,34
Tiempo utilización de audífonos (%)	54,23	25,32
TAC		
Normal	31	15
Obliteración parcial	8	3
Obliteración total	1	0
Malformación congénita	0	0
Nº anillos insertados	27,30	25,91
Tipo de Implante Coclear		
Nucleus 22	31	13
Nucleus 24	16	10

cientos. El resto de los registros, a esta intensidad, fueron planos. Todos los pacientes fueron estudiados mediante tomografía computarizada con técnica de alta resolución.

Estos pacientes fueron implantados entre 1989 y 1999, recibiendo 44 de ellos un implante Nucleus 22 y 26 un implante Nucleus 24. Se analiza un tiempo de seguimiento que oscila entre 6 meses y 8 años, de forma que 7 sujetos portaron el implante durante ocho años, 14 durante siete, 19 durante seis, 24 durante cinco, 28 durante cuatro, 39 durante tres, 51 durante dos, 60 durante uno y 70 durante seis meses. En este periodo de tiempo 40 pacientes (57,14%) han sido estimulados desde el momento de su implantación con la estrategia de codificación SPEAK. Otros 17 pacientes (24,28%) han empleado siempre la estrategia MPEAK, rechazando después de un periodo de prueba cambiar a SPEAK. Recientemente, dos pacientes (2,85%) más han inicia-

do su estimulación con una estrategia CIS. Por último, 11 pacientes (15,71%) utilizaron inicialmente la estrategia MPEAK para posteriormente ser estimulados con SPEAK.

En la Tabla 1 se refleja el tipo de implante coclear, la media del número de electrodos activos programados, la estrategia de codificación seleccionada en la población postlingual.

La duración de la hipoacusia, entendiendo por ella el periodo de tiempo que transcurre entre su aparición y el momento de programación del implante coclear, ha sido reconocido como un importante factor pronóstico (1) y constituye uno de los objetivos de estudio de este trabajo. Es por ello, por lo que se ha dividido la población postlingual implantada en dos subgrupos, en función de que la duración de la hipoacusia sea superior o inferior a 10 años. En la Tabla 2 se indican las características más rele-

**TABLA 3. Electrodo, Estrategia de Codificación empleada en la totalidad de la población prelingual, según el implante coclear utilizado.**

Programación	Inicial		1 año		2 años		3 años		4 años		5 años		6 años		7 años		8 años	
Tipo IC	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24	N22	N24
Pacientes	87	44	86	23	85	6	80	0	68	0	46	0	30	0	13	0	5	0
Electrodos activos																		
Nº	20	19,9	20,7	20	20,2	20	19,6	-	19,4	-	19,1	-	18,9	-	18,8	-	18,6	-
Estrategia de codificación (datos en número de implantados)																		
MPEAK	57	-	52	-	41	-	30	-	26	-	20	-	12	-	7	-	2	-
SPEAK	30	46	34	23	44	6	50	-	42	-	26	-	18	-	6	-	3	-
CIS	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

vantes de los dos subgrupos formados a partir del mencionado criterio.

## Población prelingual

Se ha estudiado una población de 133 pacientes que padecían una hipoacusia neurosensorial profunda bilateral de origen coclear y naturaleza prelingual a los que les fue colocado un implante coclear. De estos 133 pacientes, 63 (47,36%) eran varones y 70 (52,63%) mujeres, con una edad media de 8,32 años (rango: 0,4-38 años). La edad media de aparición de la hipoacusia profunda bilateral fue de 0,38 años (rango: 0-3 años) y la duración media de la hipoacusia de 7,95 años (rango: 0,3-38 años).

Todos ellos presentaban un umbral auditivo medio igual o superior a 90 dB HL en las frecuencias de 500, 1.000 y 2.000 Hz y no superaban un 20% de respuestas correctas en la audiometría verbal con monosílabos a una intensidad de 65 dB HL en las mejores condiciones de utilización de audífonos. Entre los 133 pacientes prelinguales implantados se encontraban tres que además padecían una ceguera, uno con diabetes insulino-dependiente y cinco con enfermedades neurológicas asociadas a la hipoacusia.

En la totalidad de los pacientes prelinguales implantados, 17 no llegaron a utilizar audífonos de una forma regular, al no obtener beneficios relevantes con los mismos. Por el contrario 116 sí los empleaban sistemáticamente.

Varias fueron las exploraciones complementarias llevadas a cabo en la fase preoperatoria. En toda la po-

**TABLA 4. Características de los subgrupos de implantados prelinguales**

SUBGRUPOS (Edad de implantación en años)	0-3	4-6	7-10	11-14	>14
Nº de pacientes	47	27	17	19	24
Edad media de implantación (años)	1,8	4,8	8,8	12,3	21,2
Sexo					
Varones	19	19	10	8	8
Mujeres	28	8	7	11	16
Aparición de la hipoacusia (años)	0,3	0,3	0,2	0,7	0,3
Tiempo utilización de audífonos (%)	46,1	65,3	69,3	76,7	54,4
TAC					
Normal	46	25	14	17	23
Obliteración parcial	0	2	3	1	1
Obliteración total	0	0	0	1	0
Malformación congénita	1	0	0	1	0
Nº anillos insertados	28,5	28,6	27,1	29,3	29,1
Tipo de Implante Coclear					
Nucleus 22	18	17	14	15	23
Nucleus 24	29	10	3	4	1

blación implantada se realizaron preoperatoriamente potenciales evocados auditivos de tronco cerebral apreciándose a intensidades de estimulación de 100 dB trazados compatibles con una onda V en 67 pacientes. El resto de los registros, a esta intensidad, fueron planos.

Todos los pacientes fueron estudiados mediante tomografía computarizada con técnica de alta resolución. En 7 casos se observaron obliteraciones parciales de las rampas cocleares y en ningún caso se apreció una obliteración total. Salvo en dos casos, en el que se apreciaron una malformación de tipo Mondini, no se observaron otras malformaciones laberínticas.

Estos pacientes fueron implantados entre 1989 y 1999, recibiendo 86 de ellos un implante Nucleus 22 y 47 un implante Nucleus 24. Se analiza un tiempo de seguimiento que oscila entre 6 meses y 8 años, de forma que 5 sujetos portaron el implante durante ocho años, 13 durante siete, 30 durante seis, 46 durante cinco, 68 durante cuatro, 80 durante tres, 91 durante dos, 109 durante uno y 133 durante seis meses. En este periodo de tiempo 76 pacientes (57,14%) han sido estimulados desde el momento de su implantación con la estrategia de codificación SPEAK. Otros 25 pacientes (18,79%) han empleado siempre la estrategia MPEAK, rechazando después de un periodo de prueba cambiar a SPEAK. Por último, 32 pacientes (24,06%) utilizaron inicialmente la estrategia MPEAK para posteriormente ser estimulados con SPEAK.

En la Tabla 3 se indica el tipo de implante coclear, la media del número de electrodos activos programados, la estrategia de codificación seleccionada en la población prelingual.

Al igual que en el grupo de postlinguales, la duración de la hipoacusia es uno de los factores pronóstico más importantes en la población prelingual. Es por ello, por lo que se ha dividido la población prelingual implantada en subgrupos, en función de la edad de implantación. En la Tabla 4 se indican las características más relevantes de los subgrupos formados a partir del mencionado criterio.

## Metodología de valoración de los resultados auditivos

Todos los pacientes implantados fueron evaluados a los seis y doce meses y a intervalos de un año posterior-

### AUDIOMETRIA TONAL LIMINAR EN IMPLANTADOS POSTLINGUALES.

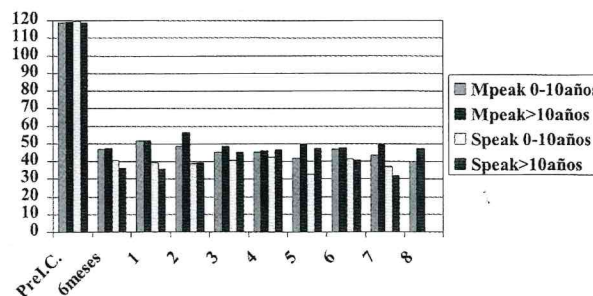


Figura 1. Implantados postlinguales. Se indican los valores, en decibelios, de la media obtenida a partir de los umbrales auditivos comprendidos entre 0,5 y 4 kHz, a lo largo del tiempo de evolución, en la Audiometría Tonal Liminar. Se clasifican estos en función del tipo de estrategia de codificación empleada y la duración de la hipoacusia.

mente. Para ello se utilizaron pruebas audiométricas pertenecientes al "Protocolo de valoración de la audición y lenguaje", descrito por A. Huarte et al (2). De ellas, se emplearon las siguientes: Audiometría Tonal Liminar, test de identificación de Vocales, series cerradas de Palabras Cotidianas, test de Bisílabas y test de Frases sin Apoyo.

## Tratamiento estadístico

Se empleó la base de datos bioestadística R-Sigma de Horus Hardware. La comparación de medias se realizó mediante el estudio de la "t" de Student.

## RESULTADOS

La exposición de los resultados obtenidos se realizará considerando por separado la población post y prelingual, siguiendo los criterios previamente expuestos.

### Población postlingual

#### Evolución de los resultados en el tiempo

El estudio de los datos recogidos en la Audiometría Tonal Liminar (Figura 1) pone de manifiesto que se

**MPEAK**  
*Vocales - Series de Palabras*

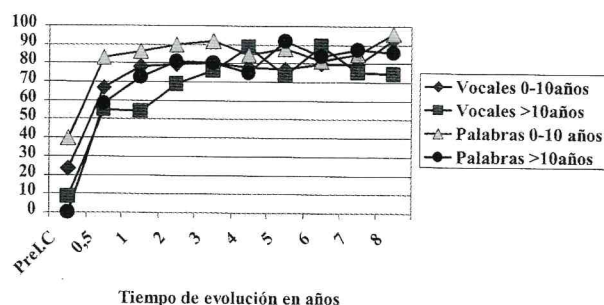


Figura 2. Se representan los resultados obtenidos por pacientes **implantados postlinguales** a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia **MPEAK** y clasificados en función al tiempo de duración de la hipoacusia. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en las pruebas logoaudiométricas de vocales y series de palabras en contexto cerrado.

**MPEAK**  
*Bisílabas - Frases sin Apoyo*

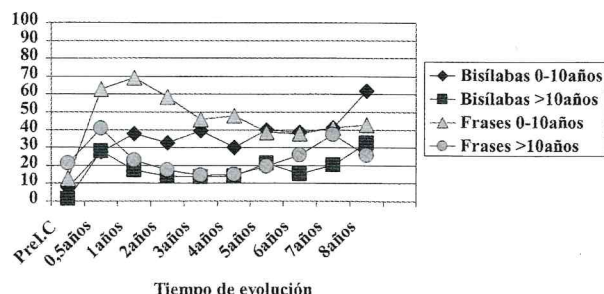


Figura 3. Se representan los resultados obtenidos por pacientes **implantados postlinguales** a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia **MPEAK** y clasificados en función al tiempo de duración de la hipoacusia. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en las pruebas logoaudiométricas de bisílabas y frases sin apoyo en contexto abierto.

**SPEAK**  
*Vocales - Series de palabras*

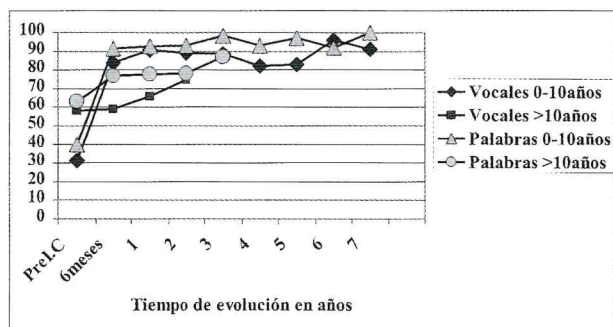


Figura 4. Se representan los resultados obtenidos por pacientes **implantados postlinguales** a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia **SPEAK** y clasificados en función al tiempo de duración de la hipoacusia. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en las diferentes pruebas logoaudiométricas de vocales y series de palabras en contexto cerrado.

**SPEAK**  
*Bisílabas - Frases sin Apoyo*

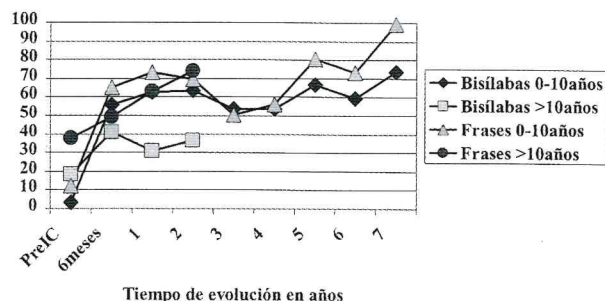


Figura 5. Se representan los resultados obtenidos por pacientes **implantados postlinguales** a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia **SPEAK** y clasificados en función al tiempo de duración de la hipoacusia. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en las diferentes pruebas logoaudiométricas de bisílabas y frases sin apoyo en contexto abierto.

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 periodo postimplantación, en todos los subgrupos estudiados. En aquellos que utilizaron una estrategia de codificación **SPEAK**, independientemente del tiempo de duración de la hipoacusia, se puede afirmar que los resultados alcanzados fueron estables a lo largo del tiempo. Sin embargo, en aquellos pacientes programados con

una estrategia **MPEAK** se apreció una tendencia a la disminución en la media de los umbrales auditivos a lo largo del tiempo de empleo del implante coclear. No hubo diferencias estadísticamente significativas marcadas por el tiempo de duración de la hipoacusia.

A excepción del subgrupo portador de la estrategia **SPEAK**, con un tiempo de duración de la hipoacusia superior a los 10 años, en todos los subgrupos de implantados postlinguales, bien sean portadores de una estrategia **MPEAK** o **SPEAK**, hubieran tenido una du-

**TABLA 5. Implantados postlinguales. Se representan los resultados de un estudio comparativo de dos subgrupos clasificados en función al tiempo de duración de la hipoacusia (> o < de 10 años). Los dos subgrupos utilizaban una estrategia SPEAK. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en las diferentes pruebas logoaudiométricas utilizadas. Abreviaturas: (-) ausencia de datos o muestra pequeña.**

SPEAK	Duración Hipoacusia	Pre IC	6 meses	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años
VOCALES	0-10 años	32,3	83	85,4	89,7	89,6	84,9	83,3	96	-
	> 10 años	58,2	74,7	71,6	78	80,6	63,5	72,2	74	-
SERIES de PAL ABRAS	0-10 años	40,9	90,7	90,8	95	98,1	95,2	95,3	92	-
	> 10 años	63	85,4	82,4	84,6	88,6	72,5	85	86,6	-
BISILABAS	0-10 años	5	54,1	56,6	65,7	-	53,7	55,6	59,5	-
	> 10 años	15,5	45,1	37,6	38,6	-	24,5	39,5	26,6	-
FRASES sin APOYO	0-10 años	12	66	68,3	-	-	58,3	64	73	-
	> 10 años	31,5	61,1	63	-	-	40	45	45,6	-

ración de la hipoacusia mayor o menor a 10 años, se produce una ganancia estadísticamente significativa en las pruebas logoaudiométricas cuando se comparan las medias de los resultados registrados preimplantación y después de los primeros seis meses postimplantación (Figuras 2,3,4,5). Sin embargo, transcurrido este periodo de tiempo de 6 meses postimplantación, los resultados tienden a estabilizarse, a excepción del subgrupo constituido por implantados programados con MPEAK y con un tiempo de duración de la hipoacusia mayor de 10 años. Estos muestran una tendencia a progresar lentamente en el tiempo, con diferencias significativas en las pruebas de Identificación de Vocales y Reconocimiento de Bisílabas

#### Resultados en función de la duración de la hipoacusia

La comparación de medias independientes de los resultados alcanzados en las pruebas logoaudiométricas, entre dos subgrupos de implantados postlinguales que emplearon la misma estrategia de codificación (SPEAK), indica, como queda reseñado en la Tabla 5, que no fue significativamente mejor la evolución obtenida por aquellos pacientes que presentaban tiempos de privación auditiva menor antes de llevarse a cabo la implantación. Sin embargo, aunque no hubiera diferencias estadísticamente significativas, el subgrupo con menos de 10 años de duración de hipoacusia, prácticamente en todas las pruebas realizadas durante el seguimiento, pre-

**TABLA 6. Implantados postlinguales. Se representan los resultados de un estudio comparativo de dos subgrupos clasificados en función al tipo de estrategia de codificación empleada (MPEAK o SPEAK). A los dos subgrupos se les pasaron las mismas pruebas de logoaudiometría: Vocales, Series de Palabras, Bisílabas y Frases sin Apoyo. Los resultados son expresados en porcentajes de acierto.**

	Estrategia	Pre IC	6 meses	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años
VOCALES	MPEAK	17,7	62,1	70,1	73,2	77,9	81,5	73,5	80,8	77,5
	SPEAK	36	79,3	83,3	87,4	88,2	79	78,9	81,2	78,4
SERIES de PALABRAS	MPEAK	19,4	76,7	81,3	84	87	83,1	84,9	83,3	86,2
	SPEAK	43,8	89	89,5	93,6	93,6	88,5	91,2	88,7	89,2
BISILABAS	MPEAK	4,6	19,4	29,4	24	29,3	27,9	28,6	29,1	35,6
	SPEAK	8	50,2	53,6	60,8	58,5	43,4	49,2	40,2	44
FRASES sin APOYO	MPEAK	10	55,1	54,1	54,6	51,1	44,3	41,3	48,8	41,1
	SPEAK	17,1	62,9	67,6	70,1	62,1	53,2	56,4	53,6	59,2

**MPEAK**  
**AUDIOMETRIA TONAL EN IMPLANTADOS**  
**PRELINGUALES**

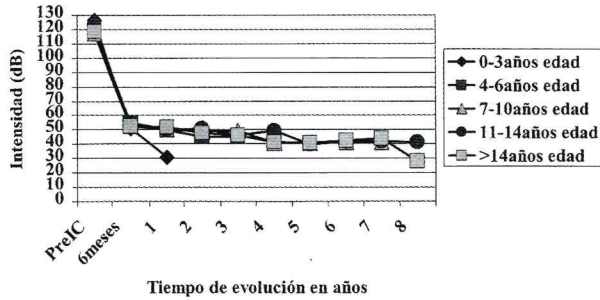


Figura 6. Implantados prelinguales. Se indican los valores, en decibelios, de la media obtenida a partir de los umbrales auditivos comprendidos entre 0,5 y 4 kHz, a lo largo del tiempo de evolución, en la Audiometría Tonal Liminar. Se clasifican estos en función de la estrategia de codificación empleada (MPEAK) y la edad de implantación.

**SPEAK**  
**AUDIOMETRIA TONAL EN IMPLANTADOS**  
**PRELINGUALES**

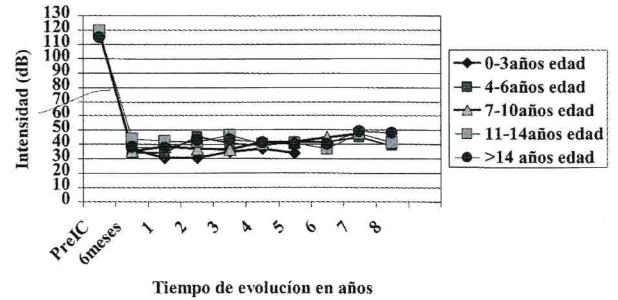


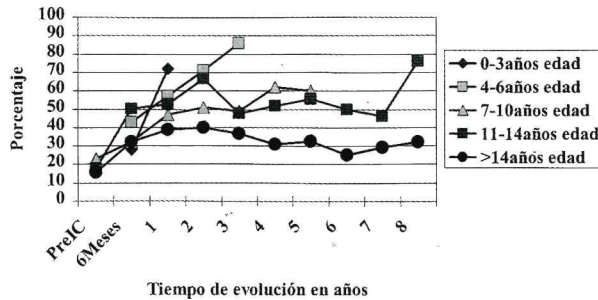
Figura 7. Implantados prelinguales. Se indican los valores, en decibelios, de la media obtenida a partir de los umbrales auditivos comprendidos entre 0,5 y 4 kHz, a lo largo del tiempo de evolución, en la Audiometría Tonal Liminar. Se clasifican estos en función de la estrategia de codificación empleada (SPEAK) y la edad de implantación.

TABLA 7. Se representan los resultados obtenidos por pacientes implantados prelinguales a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia MPEAK y clasificados en función a la edad en la que fueron implantados. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en las diferentes pruebas logaudiométricas utilizadas. Abreviaturas: (-) ausencia de datos.

MPEAK	Edad de Implantación	Pre IC	6 meses	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años	8 años
VOCALES	0-3 años	-	28	72,2	-	-	-	-	-	-	-
	4-6 años	-	42,8	57,3	71,2	86	-	-	-	-	-
	7-10 años	23	33,2	46,8	51	48,8	62	60	-	-	-
	11-14 años	17,6	50,1	52,8	66,5	47,7	51,7	55,6	49,6	46	76
	> 14 años	15,7	32,1	38,8	39,8	36,5	30,8	32,4	25,3	29,3	32
SERIES de PALABRAS	0-3 años	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4-6 años	0	40,2	50	58,6	63	-	-	-	-	-
	7-10 años	13,1	26,3	26,2	33,3	31,2	55	56,6	-	-	-
	11-14 años	20	50	46,6	55,4	51,4	59	56,4	47,2	38	68
	> 14 años	3,6	14,4	35,3	35,1	26,4	39,9	28,2	27,6	42	50
BISILABAS	0-3 años	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4-6 años	0	0	25	0	17,5	-	-	-	-	-
	7-10 años	0	0	0	0	4	6,2	0	0	-	-
	11-14 años	1	3	6,1	4	11,5	4,8	9,6	3	3,3	20
	> 14 años	0	0,5	0,5	1,5	0,7	1	0,4	6,6	-	-
FRASES sin APOYO	0-3 años	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4-6 años	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7-10 años	-	-	0	0	2	3	0	10	-	-
	11-14 años	0	5,6	7,4	6,2	0,6	9,2	0	1,5	-	-
	> 14 años	0	2,2	7,8	4,2	2,9	2	7,2	11,8	0	0

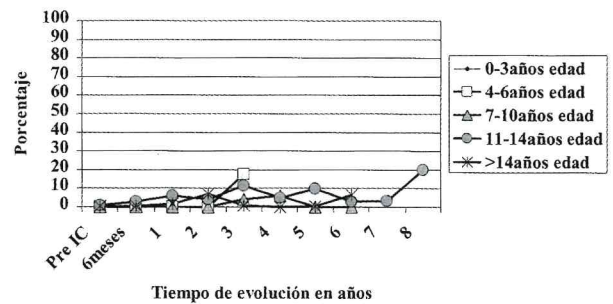


**MPEAK**  
**Vocales en Prelinguales**



**Figura 8.** Se representan los resultados obtenidos por pacientes **implantados prelinguales** a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia **MPEAK** y clasificados en función a la edad en la que fueron implantados. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en la pruebas logaudiométrica de vocales en contexto cerrado.

**MPEAK**  
**Bisílabas en Prelinguales**



**Figura 9.** Se representan los resultados obtenidos por pacientes **implantados prelinguales** a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia **MPEAK** y clasificados en función a la edad en la que fueron implantados. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en la prueba logaudiométrica de bisílabas en contexto abierto.

sentó unos resultados superiores a los recogidos en el subgrupo con una duración de la hipoacusia mayor de 10 años.

**Resultados en función de la estrategia de codificación**

La comparación de medias independientes de los resultados alcanzados en las pruebas logaudiométricas, entre dos subgrupos de implantados postlinguales que emplearon distintas estrategias de codificación (MPEAK versus SPEAK), indica, como queda reseñado en la Tabla 6, que el subgrupo programado con SPEAK alcanzó niveles superiores en las pruebas de Identificación de Vocales, Series de Palabras Cotidianas y Bisílabas a lo largo de los tres primeros años de evolución con un implante coclear. Aunque los resultados obtenidos en estas pruebas más allá de este periodo de tiempo y en el test de Frases sin Apoyo, también fueron mejores en este subgrupo, no se evidenciaron diferencias significativas con respecto al otro programado con MPEAK.

**Población prelingual**

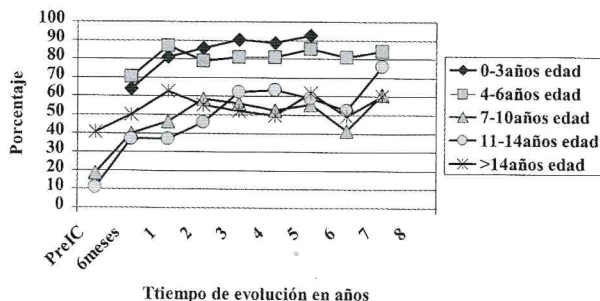
**Evolución de los resultados en el tiempo**

El estudio de los datos recogidos en la Audiometría Tonal Liminar practicada en la población prelingual

(Figuras 6,7), 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 periodo postimplantación, en todos los subgrupos estudiados. Al igual que en la población postlingual, en aquellos que utilizaron una estrategia de codificación SPEAK, independientemente de la edad en la que se llevó a cabo la implantación, se puede afirmar que los umbrales auditivos alcanzados se mantuvieron estables a lo largo del tiempo. Sin embargo, en aquellos pacientes programados con una estrategia MPEAK se apreció una tendencia a la disminución de los umbrales auditivos a lo largo del tiempo de empleo del implante coclear, siendo esta tendencia mayor en la medida en que la edad de implantación fue también mayor.

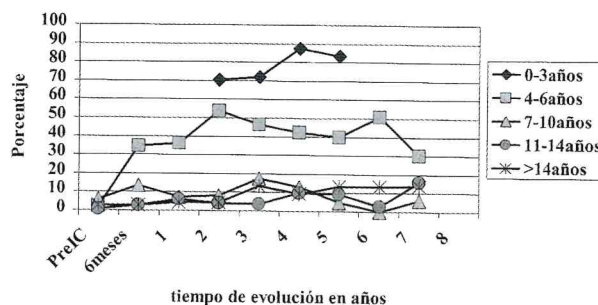
Los subgrupos de prelinguales portadores de una estrategia MPEAK, implantados a una edad superior a los 6 años, presentaron una ganancia estadísticamente significativa en las pruebas logaudiométricas testadas en un contexto cerrado (Vocales y Series de Palabras Cotidianas), cuando se comparan las medias de los resultados registrados preimplantación y en el sexto mes postimplantación (Tabla 7), (Figuras 8,9). En este tipo de pruebas cerradas, esta progresión tendió a mantenerse durante los primeros dos años para posteriormente estabilizarse, transcurrido este periodo de tiempo. Los re-

**SPEAK**  
*Vocales en Prelinguales*



**Figura 10.** Se representan los resultados obtenidos por pacientes **implantados prelinguales** a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia **SPEAK** y clasificados en función a la edad en la que fueron implantados. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en la prueba logoaudiométrica de vocales en contexto cerrado.

**SPEAK**  
*Bisílabas en Prelinguales*



**Figura 11.** Se representan los resultados obtenidos por pacientes **implantados prelinguales** a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia **SPEAK** y clasificados en función a la edad en la que fueron implantados. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en la prueba logoaudiométrica de bisílabas en contexto abierto.

sultados de este subgrupo de prelinguales, implantados por encima de los seis años de edad, en las pruebas logoaudiométricas realizadas en un contexto abierto (Bisílabas y Frases sin Apoyo) son prácticamente nulos y no tienden a remontarse durante el tiempo de evolución estudiado.

Los subgrupos de prelinguales implantados entre los 0 y seis años de edad, programados inicialmente con MPEAK, emplearon únicamente esta estrategia durante 2-3 años, pasando, con posterioridad, todos ellos a ser programados con una estrategia SPEAK. Este corto periodo de tiempo de seguimiento en un prelingual, así como lo reducido de la muestra, hace que desestimemos el valorar la evolución en el tiempo de sus resultados.

Los subgrupos de prelinguales portadores de una estrategia SPEAK, implantados a una edad superior a los 6 años, presentaron una ganancia estadísticamente significativa en las pruebas logoaudiométricas testadas en un contexto cerrado (Vocales y Series de Palabras Cotidianas), cuando se comparan las medias de los resultados registrados preimplantación y en el sexto mes postimplantación (Tabla 8), (Figuras 10,11). En este tipo de pruebas cerradas, esta progresión tendió a mantenerse durante los primeros dos años para posteriormente estabilizarse, transcurrido este periodo de tiempo. Los resultados de este subgrupo de prelinguales portadores

de una estrategia SPEAK, implantados por encima de los seis años de edad, en las pruebas logoaudiométricas realizadas en un contexto abierto (Bisílabas y Frases sin Apoyo) son prácticamente nulos y no tienden a remontarse durante el tiempo de evolución estudiado.

Los subgrupos de prelinguales implantados entre los 0 y 6 años de edad, programados con SPEAK, en las pruebas logoaudiométricas testadas en un contexto cerrado, alcanzan prácticamente sus resultados máximos entre el primer y segundo año de evolución. En relación a las pruebas desarrolladas en un contexto abierto, como es lógico por su edad y por la dificultad de las mismas, se tarda más tiempo en obtener la colaboración de estos niños sordos prelinguales en su realización. Así, como se puede apreciar en la Tabla 8 y Figuras 10-11, durante el primer año de evolución se carece de datos relacionados con estas pruebas en estos dos subgrupos de edad. A partir de entonces, los niños implantados entre los 0 y 3 años de edad, rápidamente alcanzan unos elevados niveles de reconocimiento de bisílabas y de frases, observándose, especialmente en este último test, un progresivo y significativo avance en el tiempo hasta llegar a niveles prácticamente máximos a los 5 años de evolución. Los niños implantados entre los 4 y 6 años de edad, obtienen sus niveles de resultados más elevados hacia el segundo y tercer año de evolución, no

**TABLA 8.** Se representan los resultados obtenidos por pacientes implantados prelinguales a lo largo del tiempo, todos ellos programados con una estrategia SPEAK y clasificados en función a la edad en la que fueron implantados. Los datos corresponden a porcentajes de acierto en las diferentes pruebas logoaudiométricas utilizadas. Abreviaturas: (-) muestra pequeña o ausencia de datos

SPEAK	Edad de Implantación	Pre IC	6 meses	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años	8 años
<b>VOCALES</b>	0-3 años	-	63,9	80,9	85,9	90,1	88,8	92,5	-	-	-
	4-6 años	-	70,3	87	79	80,7	80,9	85,5	80,7	84	-
	7-10 años	18,5	39,7	46,4	58,7	56,2	52,5	55,6	41,3	61	-
	11-14 años	11	36,8	37	46	62	63,6	59	62,5	76	-
	> 14 años	40,8	50	62,6	55,4	52,1	49,5	61,6	49,3	60	-
<b>SERIES de PALABRAS</b>	0-3 años	-	-	85,1	92,1	95,2	98,1	98	-	-	-
	4-6 años	-	56,5	80,5	84,6	78,7	80,7	81,5	82,5	98	-
	7-10 años	-	44	42,8	56	66	46,5	43,2	47,3	62	-
	11-14 años	-	40,6	32	42,5	60,8	61,2	77,5	65	76	-
	> 14 años	50,4	55	52	54,5	61,1	52	56	48	70,5	-
<b>BISILABAS</b>	0-3 años	-	-	-	70,5	71,9	87,3	83,2	-	-	-
	4-6 años	2	34,5	36	53,7	46,5	44,2	40	50,8	30	-
	7-10 años	6,2	13,6	7,5	8	17,5	13,1	5	0	6	-
	11-14 años	1	3	6,1	4	3,6	9,6	9,3	3	16	-
	> 14 años	3	3	4,4	4,6	13,5	9,5	13,6	13,3	14	-
<b>FRASES sin APOYO</b>	0-3 años	-	-	-	49	72,4	82,3	91,7	-	-	-
	4-6 años	-	-	38,6	55	44	43,8	38,6	28,7	32	-
	7-10 años	0	0	2	0	16,3	16	18	-	-	-
	11-14 años	0	-	0	0	0	3,6	-	-	-	-
	> 14 años	7,3	0	0,2	0	5,8	0,4	10,2	16	11	-

habiéndose apreciado cambios significativos de estos a lo largo del tiempo posterior de seguimiento.

### Resultados en función a la edad de implantación

Al igual que en la población postlingual se estudió como influye en los resultados la duración de la hipoausia, también se analiza este factor en los prelinguales, el tiempo de privación auditiva, que en ellos viene marcado por la edad de implantación. Como ya se ha hecho anteriormente, se estudian cinco grupos de edad, programados todos ellos con la misma estrategia (SPEAK), y se comparan sus resultados logoaudiométricos entre sí, tal y como se indica en la Tabla 8. Los resultados de esta comparación de medias independientes claramente indica la existencia de diferencias significativas entre el grupo de 0-3 años y el de 4-6 años, diferencias que se mantienen a lo largo de todo el tiempo de seguimiento. A su vez el grupo implantado entre los 4 y 6 años de edad presentó unos resultados significativamente mejores, a lo largo de todo el perio-

do de estudio, que aquellos implantados entre los 7 y 10 años de vida. Por el contrario, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de 7-10 años, 10-14 años y mayores de 14 años.

## DISCUSIÓN

### Población postlingual

El análisis de los resultados extraídos de la Audiometría Tonal Liminar claramente revela que la capacidad de estos pacientes para detectar la presencia de sonidos, dentro del espectro conversacional, mejora significativamente con posterioridad a la implantación coclear. Este hecho permite a estos pacientes detectar con facilidad la mayor parte de los sonidos que les rodean, al encontrarse estos comprendidos en intensidades sonoras que van desde los 30 a los 120 dBHL. 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 postimplantación coclear tendieron a mantenerse estables a lo largo del tiempo en aquellos implantados programados con una estrategia SPEAK, independientemente del tiempo de duración de la hipoacusia. Por el contrario, en aquellos programados con una estrategia MPEAK se apreció un descenso de dichos umbrales, que se produjo con mayor anticipación en la medida en que el tiempo de duración de la hipoacusia fue menor. Estos datos de alguna manera revelan en que medida es importante el acceso a estrategias de codificación del sonido más avanzadas y la precocidad en que estas son aplicadas, incluso para alcanzar una adecuada detección de los sonidos

Los resultados reseñados en las diferentes pruebas logaudiométricas no dejan duda sobre el notorio beneficio que el implante coclear proporciona a las personas que sufren una hipoacusia profunda postlingual. En todos los test se aprecia un significativo incremento cuando se comparan los resultados pre *versus* postimplantación.

La comparación de nuestros resultados con los de otros autores resulta compleja, no obstante, si se trata de homogeneizar y se estudian los resultados de aquellas pruebas que guardan una mayor similitud, se puede observar que no se producen marcadas diferencias entre nuestros resultados y los aportados por otros autores. Así, por ejemplo, a los seis meses de evolución con la estrategia MPEAK, se comunican porcentajes que oscilan entre el 50-60 % para frases cotidianas sin apoyo o en contexto abierto (3) y 86 % en la de vocales (4).

Cuando se estudia la evolución de los resultados a lo largo del tiempo son mayoritarios los trabajos que señalan que los pacientes postlinguales alcanzan sus niveles máximos en los primeros doce meses postimplantación (5-7). Cuando como en este trabajo, analizamos periodos de evolución más largos se comprueba que en los primeros seis meses se produce una más rápida progresión de resultados. Sin embargo, con posterioridad, cuando se trata de pacientes portadores de una estrategia MPEAK, no aparece un total estancamiento de los mismos, como queda demostrado por la evolución positiva que se observa en pruebas como la identificación de Vocales y el reconocimiento de Bisílabas. Esta tendencia a la progresión en los resultados es más evidente en la medida en que el tiempo de duración de la hipoacusia, previo a la estimulación con el implante coclear,

es superior a los 10 años. Spivak (8), en un seguimiento de treinta y seis meses en un grupo de 15 implantados, también aprecia una significativa progresión que va más allá del primer año de evolución. Por lo tanto, es preciso considerar la posibilidad de que exista una mejoría progresiva con el tiempo, y que determinados pacientes que emplean estrategias de codificación más primitivas o que han permanecido durante más tiempo sin ser estimulados, necesiten más de un año para obtener unos niveles óptimos de rendimiento, precisando incluso un apoyo rehabilitativo que en otros sujetos postlinguales prácticamente es innecesario.

El tiempo de privación auditiva comprendido entre el momento en el que se instaura la hipoacusia profunda y se produce la estimulación con el implante coclear, por si mismo, no ha resultado ser un factor relevante desde un punto de vista pronóstico. A diferencia con los implantados prelinguales, como más adelante se detallará, el margen de tiempo disponible antes de la implantación es mayor en los postlinguales. A estos, la continuada estimulación con el implante coclear les permite progresar en sus resultados, aunque sea lentamente en el tiempo.

Al igual que ha sido señalado por otros autores (3,9), los resultados con la estrategia SPEAK son superiores a los registrados con la MPEAK. Especialmente relevantes son las diferencias estadísticas en aquellas pruebas constituidas en cada ítem por una sola palabra, como es el caso de Vocales, Series de Palabras Cotidianas y Bisílabas, donde el paciente no es capaz de extraer información a partir del contexto de una frase. Ello pone de manifiesto la mayor capacidad de la estrategia SPEAK para transmitir información fonética y así generar una mayor claridad en la percepción auditiva de los pacientes implantados.

## Población prelingual

Al igual que se ha descrito en la población postlingual, el estudio de los resultados de la Audiometría Tonal Liminar claramente revela que, la capacidad de los implantados prelinguales para detectar la presencia de sonidos, dentro del espectro conversacional, mejora significativamente con posterioridad a la implantación coclear, accediendo a sonidos a partir de intensidades de 30-40 dB HL Esta característica es importante para el conjunto

---

de los implantados prelinguales, pero va a ser especialmente relevante para aquellos que, por un largo periodo de privación auditiva, no van a alcanzar unos resultados elevados en el reconocimiento de la palabra hablada. El ser capaces de detectar e identificar códigos sonoros más simples, como son los ruidos del medio ambiente, va a ser extremadamente positivo para facilitar su conexión con el mundo del sonido y despertar su atención en situaciones de alerta.

También, los umbrales auditivos postimplantación coclear tendieron a mantenerse estables a lo largo del tiempo en aquellos implantados programados con una estrategia SPEAK, independientemente de la edad de implantación. Por el contrario, en aquellos programados con una estrategia MPEAK fue preciso que transcurriera un periodo de tiempo de estimulación para apreciar un descenso de dichos umbrales. Este se produjo con mayor anticipación en la medida en que el momento de implantación fue más precoz. Estos datos apoyan de nuevo la importancia de disponer de estrategias de codificación avanzadas y aplicarlas con la mayor precocidad posible.

Los resultados expuestos 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 periodo de la vida en el que la plasticidad neural auditiva es mayor. Solamente, cuando la implantación y estimulación auditiva se produjo dentro de los primeros seis años de vida, fue posible alcanzar un reconocimiento del lenguaje oral en un contexto totalmente abierto. A nuestro juicio, 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.

Los pobres resultados obtenidos en los tests de Bisílabas y de Frases sin Apoyo por los pacientes prelinguales implantados más allá de los seis años, ponen de manifiesto, no solamente que la duración de este periodo de mayor plasticidad neural auditiva se ciñe a los primeros seis años de vida, si no que la introducción de un estímulo auditivo más allá de este tiempo, no es capaz de reparar la pérdida de plasticidad neuronal provocada por la ausencia de estimulación durante este periodo crítico de la infancia.

Dentro de este periodo crítico auditivo, ubicado en los seis primeros años de vida, la comparación entre los

subgrupos implantados entre los 0-3 años y 4-6 años de edad, en todos los tests explorados, demuestra que la evolución es más rápida y se alcanzan mejores resultados en la medida que la implantación se realiza más precozmente. Los excelentes resultados alcanzados por el grupo de implantados más jóvenes (0-3 años), que superan incluso a los de los postlinguales, en los mismos tests de Bisílabas y de Frases sin Apoyo, así como el excelente desarrollo del lenguaje oral reportado por diversos autores (10-12), 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 periodo crítico auditivo, que básicamente se extiende a lo largo de los primeros seis años de vida, con una época de excelente plasticidad en los tres primeros años (13).

Los pobres resultados alcanzados por los subgrupos que fueron implantados más allá de los seis años de vida en comparación a los obtenidos por los implantados más precozmente ¿Justifican la implantación en los primeros?. La implantación coclear fuera del periodo crítico auditivo proporciona la capacidad de detectar y reconocer múltiples sonidos ambientales, mejorar la articulación de la palabra, aumentar la capacidad labiolectora y reconocer un número, más o menos elevado, de palabras en un contexto cerrado. Estos beneficios son altamente valorados por estos grupos de pacientes implantados, que como se ha señalado hacen uso regular del implante coclear en el 96,2 % de los casos. No obstante, la selección de estos candidatos debe condicionarse a sujetos que mantengan una buena capacidad labiolectora, hayan desarrollado un lenguaje oral estructurado, su vida se desenvuelva en un entorno oral, y estén altamente motivados, de forma consciente, hacia un implante coclear (14). Para alcanzar esta última condición es recomendable mantener sesiones orientativas con el candidato y su familia para realizar un análisis de las posibles expectativas que ofrece una implantación coclear. Para ello, resulta útil contar con la ayuda de cuestionarios de expectativas y facilitar el contacto con pacientes implantados que presenten características similares a las del candidato. En ningún caso se deben tomar decisiones precipitadas, por el contrario han de ser bien meditadas y adoptadas por los propios candidatos prelinguales adultos, sin la presión de sus familias. ■

# CONCLUSIONES

- ◆ Los resultados no dejan duda sobre el claro beneficio que el implante coclear proporciona a las personas con una hipoacusia profunda bilateral, sea ésta pre o postlingual.
- ◆ En los pacientes postlinguales estudiados, portadores de una estrategia MPEAK, se constata una progresión de los resultados más allá del primer año de estimulación con el implante coclear. Aquellos programados con una estrategia SPEAK, alcanzan sus resultados máximos dentro del primer año de evolución con un implante coclear.
- ◆ En implantados postlinguales portadores de una estrategia SPEAK no se ha observado la existencia de diferencias significativas dependiendo de que el tiempo de duración de la hipoacusia fuera superior o inferior a 10 años.
- ◆ En la población postlingual, la estrategia de codificación SPEAK ofrece unos resultados superiores a la MPEAK a lo largo de los tres primeros años de evolución con un implante coclear.
- ◆ En los pacientes con hipoacusias prelinguales, la implantación coclear 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 7 años de vida, los resultados son altamente positivos pudiéndose pronosticar que el niño podrá integrarse satisfactoriamente en un entorno oralista. Dentro de este grupo de edades, los resultados mejoran significativamente cuando la implantación se practica antes de los cuatro años de edad.
- ◆ No existen impedimentos quirúrgicos o técnicos para llevar a cabo una implantación 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.
- ◆ En los implantados prelinguales, el pronóstico tiende a ser más favorable cuanto más precoz es la implantación coclear. Cuando ésta se realiza fuera del periodo crítico auditivo los resultados empeoran significativamente de forma irreversible a tenor de lo observado a lo largo de 8 años de seguimiento. Sin embargo, en este grupo de prelinguales implantados en edades superiores a los 6 años, la implantación coclear les resulta útil proporcionándoles la capacidad de detectar y reconocer múltiples sonidos ambientales, mejorar la articulación de la palabra, aumentar la capacidad labiolectora y reconocer un número, más o menos elevado, de palabras en un contexto cerrado.
  - El empleo de una estrategia más avanzada, como es la SPEAK, no influye en los resultados obtenidos en las pruebas pasadas en contexto abierto cuando la implantación se ha realizado fuera del periodo crítico auditivo. Sin embargo, sí se observan mejores resultados con SPEAK que con MPEAK en las pruebas realizadas en contexto cerrado, independientemente del grupo de edad en el que se llevó a cabo la implantación coclear. Esto también indica la importancia que tiene el aprovechamiento del periodo de mayor plasticidad cerebral auditiva para practicar una implantación coclear en la población prelingual.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- 1. Gantz B, Woodworth GG, Knutson JF, Abbas PJ, et al. Multivariate predictors of success with cochlear implants. *Adv Otorhinolaryngol* 1993; 48: 153-167.
- 2. 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 (suppl 1):1-14.
- 3. Hollow RD, Dowell RC, Cowan RSC, Skok MC, Pyman BC, Clark GM. Continuing improvements in speech processing for adult cochlear implant patients. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995; 104(suppl 166):292-294.
- 4. Ito J, Takagi A, Kawano M, Takahashi H, Honjo I. Results with the currently used cochlear implant, *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995; 104(suppl 166):298-300.
- 5. Loeb GE, Kessler DK. Speech recognition performance over time with the Clarion cochlear prosthesis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995; 104(suppl 166):290-292.
- 6. Waltzman SB, Cohen NL, Shapiro WH. Long-term effects of multichannel cochlear implant usage. *Laryngoscope* 1996; 96:1083-1087.
- 7. Tyler RS, Kelsay D. Advantages of some of the better cochlear implant patients. *Am J Otol* 1990; 11:282-289.
- 8. Spivak LB, Waltzman SB. Performance of cochlear implant patients as a function of time. *J Speech Hear Res* 1990; 33:511-519.
- 9. Lenarz T, Battmer RD. First results with the Spectra 22 speech processor at the Medizinische Hochschule Hannover. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995; 104(suppl 166):285-287.
- 10. Manrique M, Huarte A, Molina M, Cervera J, Espinosa JM. Tratamiento de la sordera en el niño menor de dos años. *Anales Españoles de Pediatría*, 1997; 97: 95-98.
- 11. Serry TA, Blamey PJ. A 4-year investigation into phonetic inventory development in young cochlear implant users. *Journal of Speech, Language and Hearing Research* 1999; 42:141-154.
- 12. Molina M, Huarte A, Cervera-Paz FJ, Manrique M, García-Tapia R. Development of speech in 2-year-old children with cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 1999; 47:177-179.
- 13. Manrique M, Cervera-Paz FJ, Huarte A, Pérez N, Molina M, García-Tapia R. Cerebral auditory plasticity and cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 1999; 49 (Suppl):193-197.
- 14. Manrique M, Huarte A, Molina M, Cillero G, Ruiz de Erenchun I. Our experience with cochlear implantations in teenagers and prelingually deafened adults. En *Advances in Cochlear Implants*, editado por IJ Hochmair-Desoyer y ES Hochmair. Mainz, Viena, 1994: 437-442.

