



El Implante Coclear Multicanal

Como Tratamiento Quirúrgico y Rehabilitación de la Sordera Profunda

J. GARCIA-GOMEZ, MD; J.M. GARCIA-GOMEZ, MD; A. PEÑARANDA, MD; C. BARON-OTERO, FLGA.; S. CAMPOS, FLGA.*

Palabras clave: Implante coclear, Sordera neurosensorial, Rehabilitación auditiva.

El implante coclear es el único tratamiento quirúrgico eficaz en la rehabilitación de la sordera profunda, que permite la percepción de sonidos ambientales y del lenguaje, logrando el paciente un mejor desempeño en sus habilidades comunicativas. En Colombia hay aproximadamente 30.000 individuos con sordera neurosensorial profunda bilateral, que podrían beneficiarse con esta tecnología. El grupo investigador ha colocado implantes, hasta agosto de 1996, a 62 pacientes, con resultados favorables tanto en los niños como en los adultos tratados. En el presente artículo se informan los hallazgos y resultados obtenidos en los diferentes grupos de pacientes rehabilitados, y se analizan las características de los diferentes grupos con respecto a sus limitaciones y beneficios.

INTRODUCCION

Los implantes cocleares se han utilizado exitosamente alrededor del mundo en los últimos años, con gran beneficio para aquellos individuos que sufren de sordera profunda. Este novedoso sistema hace posible la percepción de sonidos tanto del habla como del medio ambiente y, por consiguiente, capacita para un mejor desempeño a nivel comunicativo y lingüístico en pacientes con sordera profunda neurosenso-

rial bilateral que no reciben beneficios de los audífonos convencionales.

El implante coclear multicanal es una prótesis que se implanta en la mastoide, con electrodos directamente incluidos en la cóclea que transmiten impulsos eléctricos a la corteza cerebral a través del nervio auditivo, permitiendo la percepción de sonidos.

El sordo profundo bilateral en la mayoría de los casos logra mínimos beneficios con el uso de la amplificación tradicional, es decir, logra detectar sonidos ambientales de frecuencia grave y de alta intensidad y, en algunas ocasiones, percibir parcialmente algunos elementos del habla, como son su duración o su acento. Este grado de hipoacusia, afecta a una persona de cada mil nacidas y otra más la adquiere a lo largo de la vida. Aproximadamente existen en Colombia 30.000 pacientes que padecen sordera profunda bilateral; las repercusiones de una sordera profunda son enormes en los aspectos lingüísticos y psicosociales, lo que afecta profesional y familiarmente a estos enfermos; los beneficios del implante coclear son evidentes en estos campos, lo que hace que esta técnica sea considerada una de las conquistas más importantes de la moderna ingeniería médica y de la bioelectrónica.

El objetivo principal del implante coclear *Nucleus Mini 22* canales, es el de restaurar la audición en pacientes con hipoacusias neurosensoriales profundas bilaterales, en los cuales se han lesionado irreversiblemente las células ciliadas del órgano de Corti, pero poseen una población neuronal sobreviviente (1). En este grupo de pacientes, diferentes etiologías lesionan el órgano de Corti (2), con pérdida de la capacidad de transducir una vibración mecánica inducida por la perilinfa en un potencial eléctrico. Frente a esta lesión, el implante coclear actuará como un transductor que cambia las señales acústicas en potenciales eléctricos que estimulan los elementos neuronales de la cóclea y la vía auditiva correspondiente (3). Un pequeño micrófono ubicado en nivel del pabellón auricular, recibe y envía los sonidos a

Doctores Jorge García-Gómez, Otorrinolaringólogo, FSFB, Prof. Hon. Colegio Mayor de N. S. del Rosario; Juan Manuel García-Gómez, Miembro Institucional, FSFB, Instructor Asoc., Fac. Med. Colegio Mayor de N. S. del Rosario; Augusto Peñaranda S., Otorrinolaringólogo, Miembro Institucional, FSFB; Clemencia Barón Otero, Fonoaudióloga, Prof. Escuela Colomb. de Rehabilit. del Colegio Mayor de N. S. del Rosario, Coord. del Area de Audiología, Fac. de Fonoaudiol.; Silvia Campos, Fonoaudióloga, Prof. de la Esc. Colomb. de Rehabilitación, Colegio Mayor de N. S. del Rosario. Bogotá, D. C., Colombia.

un microprocesador de bolsillo (Fig. 1); éste se encarga de analizar la señal, extrayendo sus características acústicas principales especialmente útiles para la percepción del habla. El microprocesador (*Spectra 22* o MSP) se programa de acuerdo con características individuales del usuario, utilizando una interfase que conecta el procesador a un programa de *software* diseñado para tal propósito (4,6,8).

Las señales analizadas en el procesador son convertidas en códigos eléctricos que son conducidos por ondas de radiofrecuencia a través de la piel al receptor-estimulador implantado en la región mastoidea y luego convertidos en impulsos eléctricos que llegan a estimular los diferentes electrodos según el análisis espectral hecho de la señal original. La corriente genera un campo eléctrico entre dos electrodos que producirá una despolarización de los elementos neuronales cocleares y, secundariamente, un potencial de acción que viajará por la vía auditiva hasta la corteza cerebral, la cual recibe e interpreta estas señales.

MATERIALES Y METODOS

Sesenta y dos pacientes con sordera profunda bilateral han recibido el implante coclear *Nucleus Mini 22*, entre septiembre de 1992 y agosto de 1996; las edades oscilan entre los 2 y los 60 años; algunos de estos pacientes presentan sorderas congénitas, otros han adquirido la sordera en diferentes etapas de la vida; para efectos del análisis de resultados, hemos dividido el total de pacientes en tres grupos, según la edad de aparición de la sordera y la duración de la misma, así: pacientes pediátricos con sordera congénita o de aparición anterior a los 4 años de edad (prelingual); pacientes con sordera poslingual, acaecida después de la completa adquisición del lenguaje (posterior a los 5 años); y pacientes adolescentes y adultos con sordera prelingual y larga evolución (más de 12 años de sordera). Los datos demográficos del grupo de pacientes se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Aspectos demográficos de los implantes cocleares practicados a 62 pacientes. (Septiembre de 1992 - Agosto de 1996).

Variables clínicas	Núm. de pacientes	%
Según la edad a la implantación		
Pediátricos	34	55
Adultos	28	45
Según la aparición de la pérdida auditiva		
Prelingual - niños	33	53
Prelingual - adultos	16	26
Poslingual	13	21

Edad promedio a la implantación: 18.98 años

Rango de edad a la implantación: 2 - 60 años

Duración de la sordera promedio: 11.57 años

Rango de duración de la sordera: 1.7 - 33 años

Todos los pacientes implantados fueron sometidos a una estricta evaluación preoperatoria en los aspectos médico, otológico, audiológico, de lenguaje y psicológico, de acuerdo con el protocolo diseñado para tal fin. En la historia clínica se enfatizaron los aspectos relacionados con el posible origen de la sordera y se descartaron patologías que contraindicaran el procedimiento bajo anestesia general. Igualmente, en todos los pacientes se realizó una tomografía axial computarizada del hueso temporal para comprobar la integridad anatómica de la cóclea (5). En la evaluación audiológica prequirúrgica se confirmó la sordera profunda bilateral y la ausencia de discriminación funcional del lenguaje amplificado a través de audífonos convencionales, utilizando las pruebas adaptadas por el grupo investigador para tal fin (4). La evaluación del lenguaje se centró en el análisis de las habilidades comunicativas con el propósito de planear estrategias de rehabilitación que favorecieran el uso de la nueva información auditiva que recibe la persona a través de su implante, optimizando así los beneficios del mismo. La evaluación psicológica tiene el fin de valorar la motivación y expectativas del individuo frente al implante, su capacidad de ajuste a la nueva situación y, además, descartar patologías psicológicas que pudiesen interferir en el proceso posterior.

El procedimiento quirúrgico se realizó por primera vez en Colombia en septiembre de 1992 y el implante coclear fue programado en diciembre del mismo año.

Del total de 62 pacientes operados hasta agosto de 1996, no se pudo establecer la causa u origen de la sordera en 24 de ellos (39%); la etiología más frecuente de la sordera fueron la rubéola y la meningitis (Tabla 2), seguidas por la hipocusia neurosensorial de origen congénito, en 6 casos, y adquirida en 14. En 12 pacientes la sordera fue adquirida antes del desarrollo del lenguaje (prelingual) y en 8 pacientes fue de aparición poslingual.

Los pacientes fueron sometidos al estricto proceso de selección para implante coclear, en los aspectos médico, otológico y audiológico, de acuerdo con el protocolo diseñado para tal fin. En la historia clínica se enfatizaron los aspectos relacionados con el posible origen de la sordera y se descartaron patologías que pudieran contraindicar el procedimiento bajo anestesia general.

Tabla 2. Etiología de la sordera

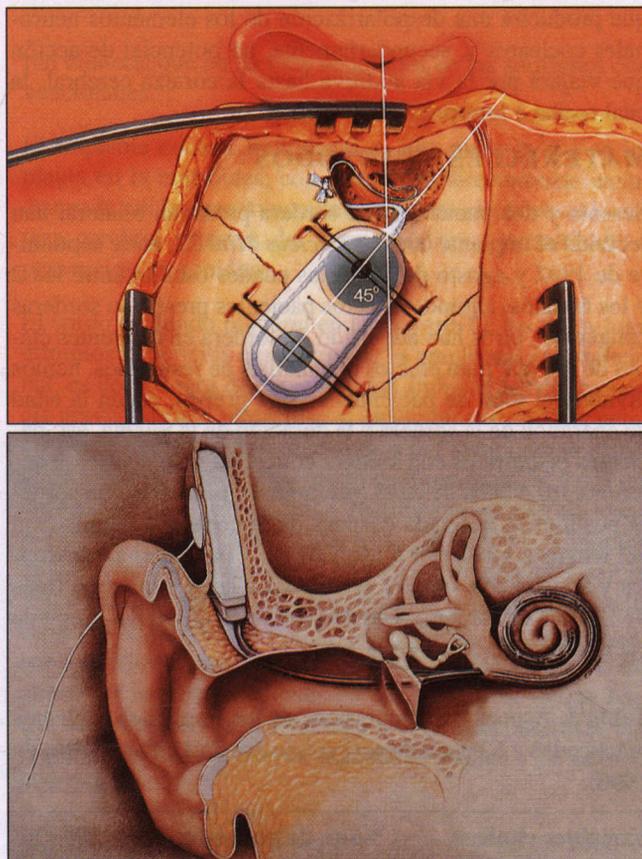
Etiología	Núm. de pacientes	%
Desconocida	24	39
Rubéola materna	12	19
Meningitis	5	8
Ototoxicidad	5	8
Postraumática	4	6
Genética	3	5
Otitis media	2	3
Hiperbilirrubinemia	2	3
Trauma acústico	2	3
Otosclerosis	1	2
Parotiditis	1	2
Citomegalovirus	1	2

En los pacientes con sordera congénita o prelingual de larga evolución, considerando los hallazgos de las valoraciones realizadas, la motivación de los pacientes y la de sus familias, y reconociendo que los beneficios del implante en una sordera congénita de varios años de evolución son inferiores a los obtenidos por el paciente con una pérdida auditiva adquirida después del desarrollo del lenguaje, se decidió realizar el implante coclear.

Los criterios de selección exigidos para el implante coclear, son los siguientes:

1. Más de 2 años de edad.
2. Diagnóstico de hipoacusia neurosensorial profunda bilateral.
3. Niño o adulto con sordera poslingual o prelingual sin lesiones cerebrales que limiten la rehabilitación.
4. Ningún beneficio con audífonos o sistemas vibrotáctiles.
5. Ninguna contraindicación médica o psicológica para realizar el procedimiento.
6. Rehabilitación apropiada idealmente con énfasis oral aural en los niños y adultos con sorderas de larga evolución.
7. Motivación y apoyo familiar.
8. Sin contraindicaciones específicas
 - Osificación coclear
 - Infección activa otológica
 - Agnesia coclear
 - Perforación timpánica
 - Hipoacusia neurosensorial retrococlear

Una vez definido que todos los criterios de selección (6) se ajustaban al protocolo preestablecido, los pacientes fueron sometidos a la intervención quirúrgica (7). El procedimiento se realizó bajo anestesia general inhalatoria, realizándose un colgajo retroauricular pediculado inferior, una mastoidectomía simple, un acceso al oído medio (timpanotomía posterior) y una apertura en la rampa timpánica de la cóclea (cocleostomía) (Fig. 1 y 1A). En todos los pacientes logramos una inserción atraumática de los 22 electrodos activos con ligeras variaciones en la profundidad. Tan solo en un niño de 3 años se presentó una complicación en el postoperatorio inmediato, por infección del colgajo retroauricular, la cual requirió tratamiento hospitalario durante 5 días, obteniéndose una adecuada respuesta a la antibioticoterapia.



Figs. 1 y 1A. Implante coclear Nucleus Mini 22.

Pasadas 4 a 8 semanas de la cirugía, se inició la programación de los procesadores del habla, utilizando el sistema de diagnóstico y programación (DPS) que consta de un computador con un software diseñado para ajustar el procesador del paciente electroacústicamente a los requerimientos individuales de corriente eléctrica en cada paciente. Todos los pacientes han sido sometidos a rehabilitación audiológica y estricto seguimiento con el fin de enseñarles a utilizar de manera cada vez más eficiente los nuevos sonidos. Los niños tienen un completo programa de rehabilitación en algunos casos en instituciones especiales para problemas auditivos.

vos, y en otros, integrados al colegio regular de oyentes, siempre con apoyo directo de una fonoaudióloga. Los adultos con sordera prelingual también asisten a sesiones de rehabilitación fonoaudiológica enfocada de manera diferente según las necesidades particulares de cada paciente.

El implante coclear en general le permite inicialmente a todos los pacientes diferenciar sonidos por su longitud o por contrastes frecuenciales muy grandes. En tiempo relativamente breve, aun en los pacientes con sorderas prelinguales, se logra discriminación de fonemas consonánticos y vocálicos que mejoran sensiblemente la comprensión por lectura labial acompañada de sonido. Los pacientes con sorderas poslinguales inician en los primeros días de programación una discriminación auditiva abierta, aun sin claves visuales.

En los niños, a un plazo más largo, los resultados son altamente significativos, llegando a comprender auditivamente el lenguaje y hacer un uso eficiente del lenguaje oral. Los beneficios más limitados sin duda los obtiene el paciente con pérdida prelingual de larga evolución.

Ha sido una constante en el grupo de pacientes el obtener significativos beneficios del implante desde los primeros días de su utilización. La discriminación de sonidos ambientales se ha logrado en las primeras semanas, implicando enormes cambios para la persona con respecto a su relación con el entorno; de la misma forma, muy rápidamente los pacientes aprenden a discriminar las voces de los diferentes miembros de su familia y son capaces de responder al llamado en voz normal. La lectura labial mejora cuando se tiene el implante; igualmente, se observan cambios en la calidad de voz de los pacientes y en sus características articulatorias, sin hacer ningún tipo de intervención en este aspecto; se nota un incremento en la intensidad de la voz y un uso más adecuado del tono y timbre de la misma, reflejándose en una mayor riqueza prosódica (de entonación y acentuación especialmente).

La mejoría en los umbrales auditivos en la audiometría es inmediata; a diferencia de la ganancia funcional obtenida con los audífonos convencionales, el implante coclear permite al paciente escuchar sonidos en una amplia gama de frecuencias (desde los 125 Hz hasta 6.000 a 8.000 Hz), a una intensidad alrededor de 45 decibelios en promedio. Esto implica en la práctica, que el paciente sordo profundo es capaz de percibir la voz en un nivel conversacional.

Los resultados obtenidos se han controlado siguiendo el protocolo de evaluación, aplicando las mismas baterías de pruebas prequirúrgicas, con una presentación de los ítems ordenada aleatoriamente y, por tanto, diferente al formato inicial, con el fin de controlar y evitar que la memoria incida en una mejor respuesta, realizando evaluaciones trimestralmente, incluyendo audiometría tonal en campo libre y pruebas de

percepción del lenguaje. La Figura 2 resume los hallazgos en las pruebas de percepción del lenguaje en los tres grupos de pacientes, contrastando los resultados entre sí.

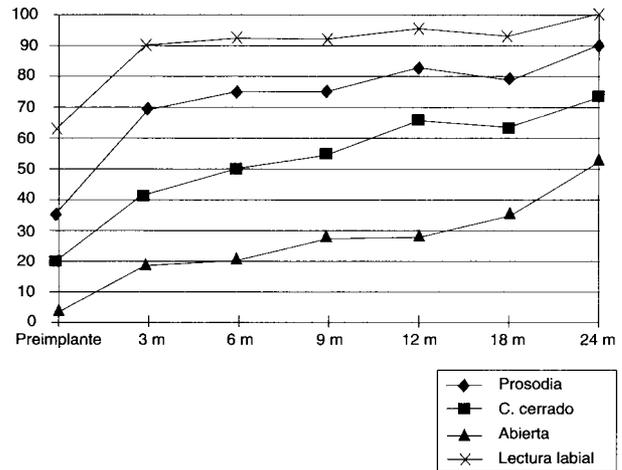


Fig. 2. Hallazgos en las pruebas de percepción del lenguaje.

Es de anotar que los resultados tienen una clara tendencia ascendente, y en la medida en que los individuos adquieren mayores experiencias auditivas, los beneficios de su implante son aún mayores.

CONCLUSIONES

Los implantes cocleares tienen sus precisas indicaciones y sólo una completa evaluación clínica y audiológica (8) define cuáles son los pacientes que pueden beneficiarse con esta cirugía. Basados en nuestros resultados (9, 10) comparables con los obtenidos por otros grupos en nivel mundial (11, 12), creemos que el implante coclear es un logro tecnológico que ofrece una verdadera alternativa de rehabilitación al sordo profundo.

Los implantes facilitan la rehabilitación de la persona sorda en diferentes aspectos del lenguaje, como los rasgos prosódicos (duración, intensidad y entonación) además de la percepción de rasgos fonéticos de vocales y consonantes que combinados con la labiolectura, mejoran las habilidades comunicativas en los ambientes social y laboral.

El procedimiento quirúrgico, como lo reporta la literatura, presenta pocas complicaciones, siempre y cuando la técnica quirúrgica siga los pasos apropiados (13). Aunque en uno de nuestros pacientes se presentó una complicación posquirúrgica, relacionada con la infección del colgajo retroauricular, el implante pudo ser programado sin problema y el paciente lleva actualmente 20 meses utilizando el sistema con excelentes resultados.

Los mejores candidatos son los pacientes adultos que perdieron su audición y la recuperaron con el implante, restableciéndose en ellos la capacidad de comprender auditiva-

mente el habla, sin apoyo visual en la mayoría de los casos. Como se mencionó, en los niños también se logra discriminación abierta del lenguaje en muchos casos, pero tras un trabajo terapéutico intenso y después de un período más largo de exposición a los sonidos.

Los beneficios más limitados los obtiene el paciente con sordera prelingual de larga evolución, quien percibe sonidos del ambiente y del lenguaje aunque no discrimine y comprenda el mensaje auditivamente, capta mejor el ritmo y entonación de las conversaciones, mejora la lectura labial y obtiene mejor control del volumen y calidad de la propia voz; además, en un grupo de estos pacientes, se logra obtener discriminación del lenguaje sin claves visuales y aun algunos de ellos logran comunicarse telefónicamente con familiares. Estos logros obtenidos con los pacientes adultos con sordera prelingual son promisorios, dentro de una adecuada perspectiva; teniendo un claro esquema de las expectativas reales que pueda ofrecer el implante a estas personas, y siendo éstas claramente conocidas por el paciente y su familia, es una opción válida para ofrecer al individuo sordo que se desempeña dentro de un contexto oyente y que desea beneficiarse de una mejoría en sus umbrales auditivos en pro de su bienestar familiar, social y laboral.

El implante coclear ha sido programado en 62 pacientes y utilizado por ellos, en promedio, por 12 meses durante 8 a 16 horas diarias, sin observarse deterioro en los umbrales auditivos o en los efectos colaterales, hallazgos que corresponden a la biocompatibilidad y seguridad del sistema, descritas en la literatura (14).

Basados en los resultados obtenidos, consideramos que la metodología descrita en el presente artículo debe ser seguida con el mayor rigor con el fin de obtener beneficios óptimos en los pacientes. El proceso de selección debe ser minucioso, permitiendo al equipo interdisciplinario tener la certeza de que el paciente no podrá recibir beneficios similares con otro procedimiento no invasor.

COMENTARIO FINAL

La sordera: Enfermedad de la Civilización y del Subdesarrollo

La patología del oído y sus secuelas como hipoacusia y la sordera profunda representan uno de los motivos de mayor consulta para el pediatra, el médico internista y el otorrinolaringólogo, y sorprende el poco interés que han prestado a tan grave problema médico y social las Facultades de Medicina, la O.P.S., la O.M.S. así como los Ministerios de Salud y del Medio Ambiente.

Esta patología es mucho más frecuente en los países latinoamericanos a causa de las enfermedades del subdesarrollo, la

desnutrición, la contaminación ambiental, el ruido, los virus por falta de vacunación, la violencia por armas de fuego, los accidentes de trabajo y los de vehículos automotores, que dejan graves secuelas en el órganos de la audición, como la sordera profunda que ocasiona trastornos en el desarrollo del lenguaje y severas limitaciones sociales. La O.P.S. calcula que hay cerca de 200 millones de latinoamericanos viviendo en situaciones de extrema pobreza y expuestos a adquirir esta patología otológica o sus secuelas.

La pérdida de audición y los trastornos en el desarrollo del lenguaje son unas de las mutilaciones más graves, limitantes e invalidantes por ser funciones que nos incorporan a la sociedad, a la cultura, al arte, a la música y a la civilización. Por fortuna los avances de la moderna microcirugía del oído, los implantes cocleares permiten rehabilitar estos pacientes e incorporarlos al mundo de los oyentes.

Los países del primer mundo, Europa y los Estados Unidos, no escapan a esta patología y los problemas de sordera en ellos siguen siendo un grave factor social y se puede considerar también como enfermedad de la civilización por el ruido, la violencia, el trauma, la hipertensión, la arterioesclerosis y las virosis; a esto se suma la ototoxicosis por drogas, cocaína o el SIDA. Todas estas causas lesionan el VIII par craneano. Cerca de 40 millones de norteamericanos tienen severas limitaciones auditivas, y 80 millones están expuestos al trauma acústico por el ruido de fábricas, aeropuertos o discotecas. Los *walkmans* están lesionando la audición a nuestra juventud - Las nuevas generaciones no escuchan música, oyen ruido. Pensar en la meta de salud para todos en el año 2000 es un sueño quimérico si no prevenimos o tratamos esta patología. El tercer milenio será de los sordos.

La presbiacusis o sordera de la tercera edad es motivo de alta frecuencia y es raro encontrar un paciente mayor de 65 años con audición normal. Esta presbiacusis geriátrica asciende al 10% en América Latina y al 15% en Estados Unidos. Las prótesis auditivas son la rehabilitación ideal de esta población y los sordos profundos son candidatos para implante coclear que es una intervención quirúrgica que no tiene límite de edad.

Los progresos de la otología durante los últimos decenios han sido impresionantes. Las lesiones del oído medio y cadena osicular pueden ser reconstruidas por trasplantes o sistemas plásticos (timpanoplastias-estapedectomías). Corresponde el mérito al departamento de otorrinolaringología del Hospital San José el haber iniciado esta cirugía en Colombia en el año de 1951 cuando se introdujo el microscopio en cirugía del oído lo que ha permitido a oftalmólogos y neurorrijanos practicar intervenciones por microcirugía.

El aporte más importante de la otología y la ingeniería electrónica de las últimas décadas ha sido el de los implantes co-

cleares en la rehabilitación de pacientes con sordera profunda congénita o adquirida, que no oyen con los audífonos convencionales. Son prótesis que se implantan en la cavidad mastoidea y sus electrodos se introducen directamente a la cóclea a través de la ventana redonda para remplazar las fibras nerviosas y las células ciliadas del órgano de Corti y transmitir directamente el sonido a la corteza cerebral por medio del nervio auditivo.

El implante coclear fue aprobado en 1982 por la F.D.A. de los Estados Unidos y hasta la fecha se han operado en el mundo cerca de 20.000 pacientes y le corresponde a la medicina colombiana y a la Fundación Santa Fe haber sido pioneros en América Latina con esta tecnología. El primer paciente sordo profundo, niño de 3 años de edad, fue intervenido en septiembre de 1992 y hasta la fecha se han operado 65 pacientes. Esta valiosa experiencia ha sido presentada por los doctores Juan Manuel García y Augusto Peñaranda en congresos mundiales de otología en Australia, Francia, Estados Unidos y Argentina; hasta la fecha no se ha presentado ninguna complicación de rechazo del implante en los pacientes operados por este equipo médico.

El éxito del programa ha sido posible gracias al permanente trabajo coordinado de un equipo multidisciplinado confor-

mado por los otólogos de la Fundación Santa Fe, con la colaboración de los departamentos de cirugía, anestesiología y enfermería. Igualmente ha sido valiosa la colaboración de las fonoaudiólogas Clemencia Barón y Silvia Campos quienes han sido encargadas de la rehabilitación de los 65 pacientes implantados. Gracias a este equipo se han rehabilitado pacientes sordos que hoy se hallan incorporados al mundo de los oyentes y han roto las barreras del silencio.

ABSTRACT

Cochlear implant constitutes the sole efficient surgical treatment modality for the rehabilitation of patients with profound deafness; by allowing the perception of sounds and language, the implant constitutes a most significant improvement of the patient's communication abilities. In Colombia, there are approximately 30.000 individuals with profound neurosensorial deafness that could benefit with this technology. Up to August 1996, our research groups has placed implants in 62 patients, with favorable result in both children and adult persons. In this paper we report on the findings and results in the different groups of rehabilitated patients, as well as on their respective characteristics pertaining to limitations and benefits.

REFERENCIAS

- Hinojosa R, Green J D, Marion M S: Ganglion Cell Populations in Labyrinthitis Ossificans. *Am J Otol* 1991; 12 (suppl): 3-7.
- Linthicum FH, Fayad J, Otto S, Galey F M, House W: Inner Ear Morphologic changes resulting from cochlear implantation. *Am J Otol* 1991; 12 (suppl): 8-10.
- Nadol J B, Young Y S, Glynn R J. Survival of Spiral Ganglion cells in profound sensorineural hearing loss: implications for cochlear implantations. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1988; 98:411-5
- Staller S J, Dowell R S, Beiter A L, Brimacombe J: Perceptual abilities of children with Nucleus 22-channel Cochlear Implant. *Ear Hearing* 1991 (Aug); 12 (4) (suppl): 34-47
- Pfingst B I: Stimulation and encoding strategies for cochlear prostheses. *Otol Clin North Am* 1986; 19 (2): 219-236
- Beiter A L, Staller J S, Dowell R L: Evaluation and device programming in children. *Ear Hearing* 1991 (Aug); 12 (4) (suppl): 25-33
- Yune H Y, Miyamoto R T: Medical Imaging in Cochlear Implant Candidates. *Am J Otol* 1991; 12 (suppl): 11-7
- Gantz B J: Issues in candidate selection for a cochlear implant. *Otolaryngol Clin North Am* 1989; 22: 239-247
- Miyamoto R T, Maddox E, Balkany T, House W: Medical and surgical issues in cochlear implant. *Am J Otol* 1991; 12 (suppl): 18-21
- Barón de Otero: Criterios audiológicos de selección del candidato para implante coclear. *Acta ORL Cir Cabeza y Cuello* 1994; 22 (3): 76-82
- García J M, Barón C, García J, Peñaranda A, Niño C, Campos S: Surgical treatment and rehabilitation of prelingually and perilingually deafened children and adults with the Nucleus multichannel cochlear implant. *ENT J* 1994; 73 (3): 169-75
- García J M, Barón de Otero C, Peñaranda A et al: Resultados con el implante coclear multicanal en pacientes con sordera profunda bilateral de larga y corta duración. *Acta ORL Cir Cabeza y Cuello* 1994; 22 (3): 92-101
- Gantz B et al: Evaluation of five different cochlear implant designs: Audiologic assessment and predictors of performance. *Laryngoscope* 1993; 103, 1100-6
- Facer G W, Peterson A M, Brey R H, Marion M, Cevette M, Balko K: The Mayo Clinic experience with the cochlear implant. *ENT J* 1994; 73 (3): 149-55
- Webb R L, Lenhardt E, Clark G M, Laszing R, Pyman B G, Franz B K: Surgical complications with the cochlear multichannel cochlear implant. Experience at Hannover and Melbourne. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991; 100: 131-6
- Shespherd R K, Clark G M, Black R C, Patrick J F: The histopathological effects of chronic electrical stimulation in the cat cochlea. *J Laryngol Otol* 1983; 97: 331-41.

Correspondencia:

Jorge García-Gómez. Centro Médico de Los Andes. Carrera 9 No. 117-20, Cons. 201. Santafé de Bogotá, D. C.