

Investigación Científica

Eficacia del implante coclear en la Clínica Visual y Auditiva del Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca

Efficacy of the cochlear implant in the Visual and Auditory Clinic of the Institute for Blind and Deaf Children of Valle del Cauca

PEDRO PABLO PEREA MAFLA¹, LUIS FERNANDO RENDÓN CAMPO², MARTHA CECILIA USECHE GÓMEZ³,
PAOLA TEJADA SERNA⁴, LUIS FELIPE GRANADA AGUIRRE⁵

Resumen

Introducción: La hipoacusia neurosensorial es un problema de especial importancia para el desarrollo intelectual y social de los niños. De su detección temprana y tratamiento oportuno depende un mejor resultado en términos de la ganancia auditiva y logros en el desarrollo del lenguaje y por tanto, en la comunicación. Se estima una incidencia de hipoacusia entre uno a tres por mil nacidos vivos. Cuando se presenta en etapas tardías o en adultos jóvenes produce grandes trastornos en la vida familiar, académica o laboral de las personas. Los implantes cocleares son ahora una alternativa terapéutica de elección en personas que no se benefician de otras ayudas auditiva o con pérdida profunda de su audición. **Material y métodos:** se realizó un estudio cuasi experimental tipo antes y después en 69 pacientes sometidos a implante coclear en el periodo 2013 a 2015 en el Instituto para niños ciegos y sordos

del Valle. Todos los pacientes tenían un diagnóstico de hipoacusia de origen neurosensorial bilateral profunda. Se evaluaron, además de las variables socio demográficas, las relacionadas con audimetrías y valoraciones de lenguaje y habla realizadas por personal experto antes y después de la realización del implante. **Resultados:** El 51% de los pacientes recibieron el implante en etapa prelingual con una mediana de edad de tres años (rango 2 a 12) y 35 pacientes lo recibieron en etapa poslingual (mediana de edad 43 años, rango de 3 a 76). La ganancia en audición fue mayor en pacientes poslinguales pues el 88% alcanzaron un nivel cuatro que corresponde a comprensión del lenguaje hablado. En pacientes prelinguales se observó una mayor variabilidad en los resultados. Todas las diferencias en cuando a la ganancia en audición o niveles de habla fueron estadísticamente significativas. **Conclusión:** El implante coclear mejoró sustancialmente los niveles de audición y desarrollo del lenguaje en ambos grupos de pacientes. Los factores de

¹ Director General, Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle, Cali, Colombia. Medico y cirujano, Maestría en salud ocupacional, Universidad Valle. Colombia. email: pedropablo.perea@ciegosysordos.org.co

² Coordinador, Oficina de Investigaciones, Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca. Profesor Asociado, Escuela de Salud Pública, Universidad del Valle, Cali, Colombia. Médico y cirujano, Magister en Salud Publica, Universidad del Valle, Colombia. e-mail: luis.rendon@correounivalle.edu.co

³ Coordinadora, Programa de Ayudas Auditivas Implantables, Instituto para Niños Ciegos y Sordos. Fonoaudiologa, Universidad de Buenos Aires, Argentina. e-mail: maruseche2002@yahoo.es

⁴ Médico Interno, Instituto para niños Ciegos y Sordos del Valle. Medico y Cirujano, Universidad San Martin, Colombia. e-mail: paola18tejada@gmail.com

⁵ Profesor Titular, Universidad Libre, Seccional Cali. Ingeniero mecánico, Universidad Autónoma de Occidente, Colombia, Doctor en Ciencias Técnicas, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba. e-mail: lfgranada70@hotmail.com

Recibido: enero 15 de 2018

Revisado: mayo 20 de 2018

Aceptado: junio 20 de 2018

Cómo citar: Perea Mafla PP, Rendón Campo LF, Useche Gómez MC, Tejada Serna P, Granada Aguirre LF. Eficacia del implante coclear en la Clínica Visual y Auditiva del Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca. *Rev Colomb Salud Libre*. 2018; 13 (1): 9-17.

mayor importancia pronostica fueron: duración de la hipoacusia, el momento de la aparición de la pérdida auditiva, el apoyo social y familiar y el tipo de rehabilitación realizado luego de la implantación.

Palabras clave: *Hipoacusia neurosensorial, Implante coclear, Ganancia auditiva, Desarrollo de lenguaje.*

Abstract

Introduction: Sensorineural hearing loss is a problem of special importance for the intellectual and social development of children. From its early detection and timely treatment depends a better result in terms of hearing gain and achievements in language development and therefore, in communication. An incidence of hearing loss is estimated between one to three per thousand live births. When it occurs in late stages or in young adults, it produces great disturbances in the family, academic or work life of the people. Cochlear implants are now a therapeutic alternative of choice in people who do not benefit from other hearing aids or with profound loss of hearing. **Material and methods:** a quasi-experimental type before and after study was performed in 69 patients undergoing cochlear implantation in the period 2013 to 2015 at the Instituto para niños ciegos y sordos del Valle. All the patients had a diagnosis of hearing loss of profound bilateral sensorineural origin. In addition to the socio-demographic variables, those related to audiometries and speech and language assessments carried out by expert personnel before and after the implant was evaluated. **Results:** 51% of the patients received the implant in the prelingual stage with a median age of three years (range 2 to 12) and 35 patients received it in the postlingling stage (median age 43 years, range 3 to 76). The gain in hearing was higher in post-lingual patients because 88% reached a level four corresponding to the understanding of spoken language. In prelingual patients a greater variability in the results was observed. All differences in when hearing gain or speech levels were statistically significant. **Conclusion:** The cochlear implant significantly improved hearing and language development in both groups of patients. The most important predictors were: duration of hearing loss, the time of onset of hearing loss, social and family support and the type of rehabilitation performed after implantation.

Keywords: *Sensorineural hearing loss, Cochlear implant, Hearing gain, Language development.*

Introducción

La hipoacusia neurosensorial es un trastorno muy común. Tiene un amplio espectro que va desde un indetectable grado de discapacidad hasta una profunda alteración en la integración social en el caso de las hipoacusias profundas (cofosis). El hecho de que tenga una aparición insidiosa y esté con frecuencia acompañada de sutiles estrategias compensatorias hace que su detección se vea retrasada en muchas ocasiones, tanto por el médico como por el paciente. El órgano auditivo es un sistema complejo que para su correcto funcionamiento depende de la integridad de varios mecanismos. Una audición normal depende de la integridad macroscópica del oído externo y medio (cuyo fallo provoca hipoacusia transmisiva o de conducción), pero, sobre todo, de la integridad microscópica y celular del órgano de corti o cóclea y de la adecuada función del sistema nervioso central, tanto del viii par craneal como de las vías acústicas y en las de la corteza cerebral.

La hipoacusia, o disminución de la percepción auditiva, es un problema de especial importancia durante la infancia, pues está involucrado el desarrollo intelectual y social del niño íntimamente ligado a las aferencias auditivas al sistema nervioso central (SNC). La hipoacusia es una deficiencia sensorial cuyo potencial incapacitante depende en gran medida de la precocidad con que se realice el diagnóstico y se instaure el tratamiento y la rehabilitación. Cuanto más tarde se detecte a lo largo de la etapa prelingüística, ya sea congénita o adquirida, peores serán los resultados de cualquier intervención terapéutica. El momento óptimo para la identificación es antes de los seis meses de edad, según estudios prospectivos sobre identificación e intervención temprana en hipoacusia. La incidencia de sordera neurosensorial bilateral varía según distintos trabajos de 0,5-1 por 1.000 a 1-3 por 1.000 recién nacidos¹.

Desde la década de 1970, se describe una población de recién nacidos de alto riesgo auditivo con mayor incidencia de hipoacusia, con cifras del 3 al 5%, en la que resulta obligatorio el tamizaje auditivo². El Comité conjunto para la Audición Infantil identificó, desde el año 1994, factores de riesgo para pérdida auditiva neurosensorial o conductiva. Estos son: peso al nacer menor de 1.500 gramos, hiperbilirrubinemia con un valor en suero que requiere exanguinotransfusión, puntuaciones de Apgar de cero a cuatro al minuto o de cero a seis a los cinco minutos, ventilación mecánica de cinco o más días de duración, medicamentos ototóxicos como aminoglucósidos o diuréticos de asa o la combinación de ellos. Durante el embarazo o en la etapa neonatal se han identificado: meningitis bacteriana, infecciones perinatales como herpes, citomegalovirus, toxoplasmosis, rubéola, sífilis, etcétera; anomalías craneofaciales congénitas que incluyan al conducto auditivo externo, antecedentes familiares de hipoacusia y hallazgos correspondientes a síndromes que pueden asociarse con hipoacusia.

Los avances en los dispositivos utilizados para el tratamiento paliativo de la hipoacusia y su eficacia comprobada hacen necesaria la revisión de sus indicaciones y la descripción detallada de los sistemas audioprotésicos empleados. Éstos pueden ser clasificados en prótesis externas no implantables (audífonos) y prótesis implantables³. El grupo de las prótesis implantables se subdivide a su vez en implantes activos de oído externo, implantes activos de oído medio, implantes cocleares e implantes auditivos de tronco cerebral (IATC). Las indicaciones establecidas para cada grupo audioprotésico se definen por la tipología y la topología de la enfermedad subyacente y por las características anatomofuncionales y socioculturales de cada paciente. En esta cuestión debe hacerse hincapié en el protagonismo del especialista a la hora de elegir y seguir el tratamiento. Como norma general, se procura favorecer el acceso del paciente hipoacúsico a su entorno sonoro realzando la comprensión de

la palabra hablada, restableciendo la binauralidad, y a la vez, se busca mantener la plasticidad de las vías auditivas centrales a través de la estimulación proporcionada por cualquiera de estos sistemas⁴. Un implante coclear puede ser definido como un aparato que transforma los sonidos y ruidos del medio ambiente en energía eléctrica capaz de actuar sobre las aferencias del nervio coclear, desencadenando una sensación auditiva en el individuo a través de múltiples electrodos dispuestos estratégicamente dependiendo de la necesidad⁵. Los implantes cocleares están indicados en pacientes que presentan una hipoacusia neurosensorial bilateral profunda de origen coclear, que se benefician de forma insuficiente o nula con el uso de audífonos y que además cumplan con el protocolo establecido para recibir un implante coclear. Partiendo de los criterios de la "Federal Food and Drug Administration", esta indicación se concreta en individuos con umbrales auditivos bilaterales superiores a 90 dB de media en las frecuencias de 500 Hz, 1 kHz y 2 kHz, que además presentan, en campo libre con la utilización de audífonos unos umbrales superiores a 55 dB y una discriminación de la palabra inferior al 40%, empleando listas abiertas de palabras.

Reseña histórica

El concepto de estimulación eléctrica para producir sensaciones auditivas en el paciente con una hipoacusia profunda no es nuevo. Volta, en 1800, colocó unas varillas de metal en sus dos oídos y las conectó a una fuente eléctrica. Aparentemente, antes de perder el conocimiento, oyó un sonido parecido al burbujeo del agua. A lo largo del siglo XIX y primera mitad del XX otros autores como Politzer, Ritter, Gradenigo, Andreef, Gersuni, Volokhov, Jones, Stevens y Lurie, efectuaron experiencias algo más sofisticadas aplicando corriente alterna a electrodos ubicados en las proximidades del oído obteniendo así sensaciones auditivas en los pacientes. El primer implante coclear fue realizado por A. Djurno y C. Eyries en Francia en 1957. Ellos insertaron un único hilo de cobre dentro de la coclea de un varón

de 50 años totalmente sordo logrando éste percibir el ritmo del lenguaje^{6,7}.

En 1961, W. House realizó sus dos primeras implantaciones colocando un electrodo de oro en la escala timpánica. Posteriormente en 1968, llevó a cabo otros implantes, empleando esta vez un sistema de seis electrodos que había sido elaborado por su colaborador J. Urban. El éxito obtenido en estos casos constituyó un empuje decisivo para el desarrollo de los implantes cocleares.

Otros grupos en San Francisco (Schindler, Merzenich y Michaelson), Francia (Chouard), Alemania (Banfai) y Austria (Burian), iniciaron protocolos clínicos con implantes cocleares en la década de los 70. En Australia, G.M. Clark de la Universidad de Melbourne, comenzó en 1967 una serie de trabajos de investigación sobre la fisiología de la estimulación eléctrica del nervio coclear en animales. En 1978 y 1979 practicó sus dos primeras implantaciones con un prototipo multicanal intracoclear, obteniendo resultados altamente esperanzadores. Un Implante coclear le ofrece a la mayoría de los niños la posibilidad de tener acceso a la detección de todos los sonidos del habla y un nivel auditivo promedio de 30 decibeles para todas las frecuencias. Solo la habilitación o rehabilitación específica va a permitir que el niño aproveche óptimamente la información provista por el dispositivo implantado⁸.

Materiales y métodos

Se realizó una investigación evaluativa tipo antes y después. La población de estudio estuvo constituida por pacientes implantados en el instituto para niños ciegos y sordos del Valle del Cauca durante el periodo del 2013 a 2015.

Se estudiaron los pacientes con diagnóstico de hipoacusia de origen neurosensorial bilateral profunda los cuales fueron evaluados previamente por el comité de oído integrado por otorrinolaringólogos, otólogos, fonoaudiólogos, psicólogos, audiologas y rehabilitadores.

La población evaluada estuvo constituida por aquellos que habían asistido de forma periódica a controles médicos, audiológicos y demás requisitos establecidos para determinar la eficacia del procedimiento. Las variables consideradas en el estudio fueron: edad, género, diagnóstico principal, comorbilidades, médico tratante, entidad aseguradora, audiometría pre, fecha de programación y realización de la cirugía, audiometría pos, valoración del nivel del lenguaje y audición y tipo de implante.

Resultados

La descripción de los pacientes atendidos (n=69) en cuanto a sus variables demográficas se muestra en la Tabla 1.

Con relación a los diagnósticos previos a la cirugía, todos los pacientes figuran con diagnóstico de hipoacusia bilateral profunda. Los diagnósticos asociados según el tipo de paciente se muestran en la Tabla 2.

En los pacientes prelinguales las mayores frecuencias en los diagnósticos son: Idiopática (53%) e hipoxia perinatal (12%). Para los pacientes catalogados como pos linguales las mayores frecuencias se observan en las hipoacusias progresivas de causa no especificada, las ototoxicidades y la meningitis. El tiempo de uso del implante se observa en la Tabla 3.

Con relación a los datos relacionados a la cirugía, 25 pacientes (36.2%) fueron operados en el 2013, 24 (34.7%) en el 2014 y 20 (28.9%) en el 2015. El 74% fueron unilaterales. Los resultados en cuanto al nivel de audición y habla se muestran en las Tablas 4 y 5.

Se observa un mayor nivel de ganancia en audición en los pacientes poslinguales pues 22 de 35 de ellos (63%) alcanzaron el nivel 4 que corresponde a la comprensión del lenguaje hablado. En los pacientes prelinguales se observa una mayor variabilidad en los resultados del

Tabla 1. Características socio-demográficas de los pacientes evaluados

Variable		Frecuencia	%
Genero	Mujeres	28	40.5
	Hombres	41	59.4
Edad (años)	Rango	2-76	
	Mediana	7.5	
	p25	3	
	p75	43	
EPS	Nueva EPS	14	20.2
	Emssanar	13	18.8
	Caprecom	5	7.2
	S.O.S	5	7.2
	Cafesalud	4	5.8
	Cooमेवा	4	5.8
	Sura	4	5.8
	ASMET salud	3	4.3
	Mallamas	3	4.3
	Otras		20.3
Tipo de paciente	Prelingual	34	50.7
	Postlingual	35	49.2
Edad (años) prelingual	Mediana	3	
	Rango	2-12	
Edad (años) postlingual	Mediana	43	
	Rango	3-76	

Fuente: Base de datos estudio.

Tabla 2. Diagnostico según tipo de pacientes INCYS 2013-2015

Diagnostico	Paciente Post linguales	%	Pacientes pre- linguales	%	Total
Idiopático	2	5,7	18	52,9	20
Hipoacusia progresiva	9	25,7			7
Meningitis	5	14,3			5
Hipoxia perinatal			4	11,8	4
Ototoxicidad	3	8,6	1	2,9	4
Ototoxicidad por diálisis	3	8,6			3
Acueducto vestibular ensanchado	1	2,9	1	2,9	2
Parálisis facial congénita			2	5,9	2
Prematurez			2	5,9	2
Síndrome de Menier	2	5,7		0,0	2
Sepsis multisistémica	1	2,9	1	2,9	2

Accidente cerebro vascular	1	2,9			1
Diabetes mellitus	1	2,9			1
Fistula cráneo facial	1	2,9			1
Hiperbilirubinemia/N			1	2,9%	1
Incompatibilidad RH	1	2,9			1
Kerniicterus	1	2,9			1
Malformación de oído			1	2,9%	1
Otoesclerosis progresiva	1	2,9			1
Parálisis cerebral			1	2,9%	1
Rubeola congénita			1	2,9%	1
Sin dato	1	2,9			1
Hipoacusia súbita	1	2,9			1
Sufrimiento fetal			1	2,9%	1
Trauma craneoencefálico	1	2,9			1
Total	35	100	34	100	69

Fuente: Base de datos estudio.

Tabla 3. Tiempo de uso del implante

Mediana tiempo uso implante (meses)	Percentil 25 tiempo de uso (meses)	Percentil 75 tiempo de uso (meses)
16,8	9,7	29,0
17,3	6,1	27,1

Fuente: Base de datos estudio.

Tabla 4. Nivel de audición. Pacientes con implante coclear

Nivel audición	Post lingual	% post lingual	Pre lingual	% prelingual	Total
0			2	5,9	2
1			1	2,9	1
2	4	11,4	9	26,5	13
3	9	25,7	13	38,2	22
4	22	62,9	9	26,5	31
Total	35	100,0	34	100,0	69

Nota: 0=No detecta sonidos, 1=Detecta sonidos del habla, 2=Identifica palabras en contexto cerrado, 3=Identifica palabras y frases, 4=Comprende el lenguaje hablado.

Test de Fisher: p=0.02

Fuente: Base de datos estudio.

Tabla 5. Ganancia en la valoración del nivel de habla

Nivel habla	Post lingual	% post lingual	Pre lingual	% prelingual	Total
1			10	29,4 %	10
2	1	2,9 %	8	23,5 %	9
3	1	2,9 %	14	41,2 %	15
4	33	94,3 %	2	5,9 %	35
Total	35	100,0 %	34	100,0 %	69

Nota: 0=No balbuceo, 1=Balbuceo enriquecido, 2=Producción de palabras, 3=Producción de frases, 4=Producción de lenguaje conectado.

Test de Fisher: p=0.001

Fuente: Base de datos estudio.

nivel de habla concentrando las frecuencias en los niveles 2 a 4 (78%). Las diferencias en las frecuencias entre los dos grupos fueron estadísticamente significativas. Los pacientes poslinguales no presentan cambios en la producción de lenguaje luego del implante coclear tal como era lo esperado. Para los pacientes prelinguales se observó una mayor variabilidad de los resultados encontrando un 47% de pacientes en los niveles de producción de frases y lenguaje conectado.

Análisis y discusión

El programa de implante coclear se inició en el año 2002 en el Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca y hasta el día de hoy se han implantado 358 pacientes provenientes de todo el Sur Occidente Colombiano. El programa cuenta con un equipo médico y técnico multidisciplinario donde participan otólogos, terapeutas del lenguaje, audiologas psicólogos y trabajadores sociales para garantizar una mirada integral del paciente que se va a someter a un procedimiento de implante coclear. El INCYS cuenta con la posibilidad de tener una gran población de niños que asisten de manera regular a los programas de rehabilitación, lo cual le da al programa un sistema de validación continuo y permite realizar un seguimiento permanente a la evolución del proceso luego de la implantación. Dentro del grupo de exalumnos, se cuenta con profesionales en los distintos campos laborales como odontología, ingeniería de sistemas, ingeniería industrial, diseño gráfico y arquitectura, entre otras. La muestra de este estudio retrospectivo cuenta con 69 pacientes analizados durante los años 2013 al 2015 donde se observa que el 97% de los pacientes obtuvieron ganancia tanto en el área de audición como el área del habla.

El número de procedimientos quirúrgicos de implante coclear que se realizan en la clínica Visual y Auditiva del INCYS tiene un alto factor de éxito frente al resultado clínico esperado

cercano al 97%, ya que solo dos implantados no tuvieron la respuesta esperada.

Los 10 casos del grupo prelingual que aparecen en nivel uno de evolución del habla (Balbuceo enriquecido) corresponde a niños quienes tienen menos de un año de uso del implante. El nivel de habla esperado, en los pacientes prelinguales es del 97.2% y en la fase pos lingual, el 47.1% de los pacientes alcanzaron un nivel del habla donde se comunican con palabras y frases. Es válido también afirmar que con la continuidad del proceso de rehabilitación estos indicadores pueden mejorar⁹⁻¹¹.

En cuanto al nivel de audición esperado en la fase prelingual, el 64.7% y en la fase pos lingual, el 88.6% de los pacientes alcanzaron un nivel de audición donde identifican palabras y frases y el 26% de prelingual y el 62% de pos lingual, evidencian comprensión de la audición. Estos resultados también pueden mejorar con la continuidad del proceso de rehabilitación llegando al 88.6% en la fase poslingual¹². Los factores de mayor importancia pronostica son: la duración de la hipoacusia, el momento de la aparición de la pérdida auditiva, el entorno social y familiar y el tipo de rehabilitación al cual este expuesto después de la implantación¹³⁻¹⁵.

Existe unanimidad por parte de todos los autores en afirmar que los resultados tienden a ser significativamente mejores en aquellos individuos en los que el tiempo de privación auditiva es menor. Esta regla es aplicable a hipoacúsicos pos o prelocutivos, si bien en estos últimos, adquiere mayor relevancia. Por ello, la precocidad en el tratamiento es esencial, especialmente en los niños con sorderas congénitas en quienes la aplicación de implantes cocleares en torno a los dos años de edad facilitará unos resultados óptimos¹⁶. En los estudios de Ann Geers se observa que los niños a quienes se les identificó su pérdida auditiva en un promedio de un año y tres meses y que recibieron un implante coclear tempranamente mostraron

una ventaja en el desarrollo del lenguaje oral comparado con la población general de niños con hipoacusia profunda bilateral implantados después de los cinco años¹⁷.

Los receptores de implante coclear poslinguales ensordecidos a menudo recuperan la capacidad de entender y usar el lenguaje hablado con o sin ayuda de la entrada visual, esto es debido a que en ellos existe una "memoria auditiva" que les permite interpretar más fácilmente la información sonora enviada por el implante coclear. Sin embargo, hay una amplia variación en los resultados individuales después de la implantación.

La activa colaboración del paciente su familia y el entorno social es esencial para desarrollar un adecuado proceso de rehabilitación que repercutirá en unos mejores resultados, lo mismo que un programa educativo con una fuerte orientación hacia el uso y el desarrollo del lenguaje oral.

Otros estudios publicados muestran resultados muy similares con diferentes centros que han publicado sus experiencias con pacientes implantados¹⁸⁻²⁰. Como se ha comentado los resultados tanto en el área de desarrollo de habilidades auditivas como en el área del desarrollo del lenguaje oral depende de todos los factores que son determinantes en el éxito de un procedimiento de implante coclear. Entre los factores que mas peso tiene se encuentra el proceso de rehabilitación que debe tener una adherencia permanente tanto del paciente como de su familia, especialmente, en el caso de los niños prelinguales. Este proceso debe estar acompañado por un grupo interdisciplinario que debe vigilar que todos los procesos se estén dando de acuerdo al tiempo de uso del dispositivo auditivo. El cuidado y mantenimiento de los componentes externos del implante es un tema de mucha importancia debido a que de esto depende el uso permanente del equipo.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración prestada por los funcionarios, directivos y pacientes de la clínica visual y auditiva del INCYS de Cali para la realización de este estudio. A la Universidad Libre, Seccional Cali, por su apoyo y tutoría en la realización del trabajo de investigación que soporta este artículo y tesis de grado del investigador principal.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses en el presente manuscrito.

Referencias

1. Ferreira R, Basile L, Munyo A, Añazo G. Emisiones otoacústicas en recién nacidos con factores de riesgo auditivo. *Arch Pediatr Urug.* 2003;74(3):197-202.
2. Boothroyd A, Geers A, Moog J. Practical implications of cochlear implants in children. *Ear and Hearing.* 1991;12(Suppl):81-9.
3. Geers A, Moog J. Effectiveness of cochlear implants and tactile aids for deaf children: The sensory aids study at Central Institute for the Deaf. *Volta Review.* 1994;96(3):68-72.
4. Arts HA. Cochlear implants in young children. *Otolaryngol Clin North Am.* 2002;35(4): 925-43
5. Manrique M, et al. Revisión de los criterios audiométricos en el tratamiento de la hipoacusia neurosensorial mediante audífonos y prótesis auditivas implantables. *Act Otorrinolaringológica Española.* 2008; 59(1): 30-38.
6. Balkany TJ. Cochlear implants in children. *Otolaryngol. Clin North Am.* 2001;34(2): 447-52
7. Schwartzman J. Historia del implante coclear. *Rev Integr [Internet].* 2002;(22). Available from: <http://aice.org.es/documentos/implante/historia.pdf>
8. Geers A, Moog J. Effectiveness of cochlear implants and tactile aids for deaf children: The sensory aids study at Central Institute for the Deaf. *Volta Review.* 1994;96(1):78-79
9. Osberger MJ, Maso M, Sam LK. Speech intelligibility of children with cochlear implants, tactile aids, or hearing aids. *J Speech Hear Res.* 1993;36(1):186-203. [PubMed]
10. Connor CM, Craig HK, Raudenbush SW, Heavner K, Zwolan T. The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: Is there added value for early implantation? *Ear and Hearing.* 2006;27(6):628-44. [PubMed]

11. Pyman BC, Blamey P, Lacy P, Clark G, Dowell RC. The development of speech perception in children using cochlear implants: Effects of etiologic factors. *Am J Otol.* 2000;21(1):57-61. [PubMed]
12. Geers A. Speech, language and reading skills after early cochlear implantation. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery.* 2004;130(1):634-8. [PubMed]
13. Blamey P, Sarant JZ, Paatsch LE, Barry JG, Wales CP, Wright M, et al. Relationships among perception, production, language, hearing loss and age in children with impaired hearing. *Journal of Speech, Language and Hearing Research.* 2001;44(2):64-85. [PubMed]
14. Holt RF, Kirk K. Speech and language development in cognitively delayed children with cochlear implants. *Ear and Hearing.* 2005;26(2):132-64. [PubMed]
15. Pyman BC, Blamey P, Lacy P, Clark G, Dowell RC. The development of speech perception in children using cochlear implants: Effects of etiologic factors. *Am J Otol.* 2000;21(1):57-61. [PubMed]
16. Stacey PC, Fortnum H, Barton GR, Summerfield AQ. Hearing-impaired children in the United Kingdom, I: Auditory performance, communication skills, educational achievements, quality of life, and cochlear implantation. *Ear and Hearing.* 2006;27(2):161-86. [PubMed]
17. Geers A. Factors influencing spoken language outcomes in children following early cochlear implantation. In: Moeller AR, editor. *Cochlear and brainstem implants.* Basel: Karger; 2006. pp. 50-65. [PubMed]
18. Dawson P, Busby P, McKay C, Clark G. Short-term auditory memory in children using cochlear implants and its relevance to receptive language. *Journal of Speech, Language and Hearing Research.* 2002;45(1):789-801. [PubMed]
19. Geers A, Brenner C, Davidson L. Factors associated with development of speech perception skills in children implanted by age five. *Ear Hear.* 2003;24(1 Suppl):24S-35S. [PubMed]
20. Allen MC, Nikolopoulos TP, O'Donoghue GM. Speech intelligibility in children after implantation. *Am J Otol.* 1998; 19(6):742-746.