



Relación entre el desarrollo del lenguaje preoperatorio y las respuestas neurales intraoperatorias

Relationship between the preoperative language and the intra-surgical neural response

José A. Caraballo, MD* ; Román Velandia, MD* ; Leonardo E. Ordóñez, MD** ; Rafael Jaramillo, MD. ** ; José E. Guzmán, MD*** ; José G. Lora, MD. *** ; José A. Prieto, MD. ***

RESUMEN

***Introducción:** La presencia de un potencial de acción compuesto generado por la estimulación del nervio auditivo por un implante coclear se considera un predictor del desempeño del lenguaje posoperatorio. Aquellos niños con un desempeño del lenguaje preoperatorio superior tienen mayor posibilidad de mejor desempeño.*

* Residente de Otorrinolaringología, Universidad Militar Nueva Granada. Servicio Integrado Hospital Militar Central de Bogotá y Hospital Universitario Clínica San Rafael.

** Otorrinolaringólogo, Fellow de Otología de la Universidad Militar Nueva Granada. Servicio Integrado Hospital Militar Central de Bogotá y Hospital Universitario Clínica San Rafael.

*** Otorrinolaringólogo, otólogo-profesor de la Universidad Militar Nueva Granada. Servicio Integrado Hospital Militar Central de Bogotá y Hospital Universitario Clínica San Rafael.

Correspondencia:

José Agustín Caraballo
Teléfono 57-1-3486868 extensión 5550
joseagustincaraballo@gmail.com

Recibido: 06/VII/2008

Aceptado: 02/VIII/2008

Objetivos: Determinar la relación entre el lenguaje preoperatorio y las respuestas neurales intraoperatorias.

Metodología: Estudio descriptivo prospectivo de pacientes del programa de implante coclear del Hospital Militar Central y el Hospital Universitario Clínica San Rafael. Se incluyeron pacientes prelinguales o en proceso de adquisición del lenguaje a quienes se le hayan tomado respuestas neurales intraoperatorias.

Resultados: 184 pacientes fueron implantados entre el año 2000 y 2007. De ellos 32 cumplieron los criterios de inclusión, 29 fueron prelinguales y 3 en proceso de adquisición del lenguaje. En 12 casos con implante Cochlear -Nucleus 24- (22 electrodos) la correlación entre el IT-MAIS y las respuestas neurales fue directamente proporcional ($r = 0,37$). En 20 casos con implante Advanced Bionics (16 electrodos) la correlación también fue directamente proporcional ($r = 0,19$).

Conclusiones: Se encontró una relación directa entre el desempeño del lenguaje preoperatorio y las respuestas neurales intraoperatorias.

Palabras clave: implante coclear, hipoacusia, desarrollo del lenguaje, respuestas neurales.

ABSTRACT

Introduction: The compound action potential measured through neural responses of the cochlear implant is considered a predicting factor of postoperative speech development. Those children with a higher score in the preoperative language have more chances for better results.

Objectives: To determine the relationship between the preoperative language and the intrasurgical neural response thresholds.

Methods: Prospective-descriptive study of patients from the cochlear implant program in the Hospital Militar Central and Hospital Universitario Clínica San Rafael, Bogotá-Colombia. Prelingual patients and patients in the process of acquisition of spoken language with neural responses obtained intraoperatively were included

Results: 184 patients were implanted between 2000 and 2007. Thirty two patients met the inclusion criteria. Twenty nine were prelingual and three were in the process of acquisition of spoken language. Twelve cases implanted with Cochlear -Nucleus 24- (22 electrodes) had a directly proportional relationship ($r = 0,37$) between IT-MAIS and neural responses. In 20 cases implanted with Advanced Bionics (16 electrodes) the relationship was directly proportional as well ($r = 0,19$).

Conclusion: There is a strong relationship between preoperative language and neural responses measured during cochlear implant surgery.

Key words: cochlear implant, hearing loss, speech development, neural response.

INTRODUCCIÓN

Las variables que se asocian con el desarrollo del lenguaje posimplante coclear han sido ampliamente debatidas y las indicaciones para implante coclear han cambiado con el tiempo. De forma general se considera que la edad de implantación, número de electrodos insertados, desarrollo del lenguaje preoperatorio, etiología de la hipoacusia y grupo socioeconómico, son factores relacionados de forma importante con el desarrollo del lenguaje posoperatorio (1, 2). De estos dos factores: la edad de implantación y el desarrollo del lenguaje preoperatorio son los dos factores que más se asociaron con el resultado (3).

La medición del potencial de acción compuesto resultante de la estimulación eléctrica del implante coclear se ha llamado respuesta neural (4, 14). Dos casas productoras de implantes cocleares miden estas respuestas y le han dado nombres diferentes. La casa Advanced Bionics lo llama NRI (del inglés: “Neural Response Imaging”) y la casa Cochlear lo llama NRT (del inglés: Neural response telemetry”) y los han usado especialmente para determinar si los electrodos están dentro de la cóclea y para lograr una mejor adaptación del implante. (6, 7, 9).

Como la respuesta neural se presenta sólo si hay una vía auditiva que pueda ser estimulada, se podría pensar que la respuesta neural es un predictor del desarrollo del lenguaje luego del implante coclear. Como es claro que el desempeño posoperatorio se relaciona con el nivel de desarrollo del lenguaje preoperatorio (12), se podría esperar que aquellos pacientes con mejor lenguaje preoperatorio tengan mejor respuesta neural que aquellos con lenguaje más pobre. Queremos demostrar que también es un buen factor predictivo tener buena puntuación en las escalas de desarrollo del lenguaje de IT-MAIS (Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale) y Nottingham correlacionado con la presencia de respuesta neural intraoperatoria (2, 18).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo prospectivo en busca de determinar la relación entre la valoración del lenguaje preoperatorio y la respuesta neural intraoperatoria entre los pacientes del programa de implante coclear de los hospitales HMC y HUCSR.

Los criterios de inclusión para los sujetos del estudio son: pacientes prelinguales implantados en el HMC o el HUCSR, valoración del lenguaje preoperatorio mediante las

escalas de IT-MAIS y Nottingham (2, 18) (realizadas el mes anterior al implante), disponibilidad de las respuestas neurales realizadas al momento de activar el implante. Se excluyeron los pacientes poslinguales y aquellos de quienes no se disponga de la información completa preoperatoria, operatoria y de activación del implante.

La información se obtuvo de la base de datos del programa de implante coclear de las instituciones involucradas, se dispone de datos desde enero del año 2000 hasta marzo de 2008. Al revisar la información se encontró que la base de datos se creó con datos retrospectivos desde diciembre de 2006 hacia atrás y prospectivos entre enero de 2007 y marzo de 2008. Al revisar la base de datos se encontró que la información retrospectiva fue incompleta y no permitía obtener las variables de interés, por ello el estudio se limitó a los pacientes operados a partir de enero de 2007, es decir, se realizó de manera prospectiva.

Los pacientes que son implantados en los servicios participantes utilizan el mismo protocolo diagnóstico-terapéutico. Brevemente, se consideran como candidatos aquellos pacientes con umbrales auditivos determinados por BERA de frecuencia específica y/o estado estable mayores a 90 dB en las frecuencias del habla que no han respondido de forma adecuada a la amplificación con audífonos. Resultados que deben ser consistentes con los de la impedanciometría, otoemisiones acústicas y audiometría infantil. Se hace un estudio imagenológico consistente en TAC y RNM de oídos, en los que como puntos importantes se busca determinar la permeabilidad coclear y la presencia de nervio auditivo. Si el paciente finalmente es considerado buen candidato se lleva a cirugía, procedimiento que se hace por vía retroauricular realizando la cocleostomía a través de una timpanostomía posterior. La activación del implante se hace aproximadamente un mes después de la cirugía.

La evaluación del lenguaje preoperatoria fue realizada por las fonoaudiólogas del grupo de implante coclear de cada servicio el mes anterior a la implantación, utilizando la descripción que hay en la literatura para su ejecución (3, 16). Las respuestas neurales al momento de la activación (aproximadamente un mes posoperatorio) fueron tomadas por las audiólogas utilizando los equipos y software proveído por cada casa comercial.

Como hay dos tipos de implantes cocleares colocados y la forma como cada casa comercial mide y presenta la respuesta neural es diferente, se hicieron dos grupos separados para el análisis de los resultados (Advanced Bionics: NRI, y Cochlear: NRT). La respuesta neural con los implantes de la casa Advanced Bionics, se obtiene de cuatro

zonas frecuenciales en que dividen la cóclea (graves, graves-medias, medias-agudas y agudas) y se expresa como presencia o ausencia del NRI en cada zona. De otro lado el NRT es obtenido de cada electrodo individual y por tanto, se pueden obtener (presencia o ausencia) de los 22 electrodos.

Análisis estadístico: se realizó un análisis univariado describiendo las características generales de la población. Como principal medida de asociación se calculó el coeficiente de regresión simple (coeficiente de correlación de Pearson, *r*), para cada una de las posibles asociaciones: IT-MAIS-Respuesta neural y Nottingham-Respuesta neural. El punto de corte para la significancia estadística fue un valor de $p < 0,05$. El análisis se realizó empleando el paquete estadístico SPSS versión 11.5.

RESULTADOS

189 pacientes fueron implantados en los servicios de ORL del HMC y HUCSR entre enero del año 2000 y febrero de 2008. De ellos 38 fueron prelinguales y tuvieron la información requerida, por lo que constituyen el grupo de estudio. 23 pacientes tienen un implante Hi-Res 90K (Advanced Bionics) y constituyen el grupo I; y 15 pacientes tienen implantes de la casa Cochlear, que constituyen el grupo II (13 pacientes con Nucleus 24 RE Contour-Advance y dos pacientes con Nucleus 24 RE K). La tabla 1 muestra las características generales de los sujetos del estudio. Aunque la edad de implantación y la duración de la sordera fueron mayores en el grupo II que en el grupo I, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, $p > 0,05$, pruebas t de Student.

Tabla 1. Línea de base de los sujetos del estudio

	Grupo I*	Grupo II**	Total	<i>p</i>
No. de pacientes	23	15	38	
Edad (meses, media \pm DE)	39,2 \pm 26,8	51,8 \pm 37,8	44,2 \pm 31,7	0,24 ¹
Hombres/Mujeres	11/12	10/5	21/17	0,33 ²
Oído derecho/Oído izquierdo	18/5	8/7	26/12	0,06 ²
HMC/HUCSR	6/17	13/2	19/19	0,001 ³
Discapacidades asociadas(sí/no)	7/16	2/13	9/27	0,44 ³
Etiología				
No determinada	10	8	18	
Hipoaxia/anoxia perinatal	3	3	6	
Prematurez	4	2	6	
Meningitis	1	0	1	
Malformación del oído interno	1	2	3	
Genética sindromática	2	0	2	
Ototoxicidad	1	0	1	
Kernicterus	1	0	1	
Duración de la hipoacusia (meses, media \pm DE)				
Severa a profunda	38,1 \pm 25,4	51,5 \pm 38,1	43,4 \pm 31,2	0,20 ¹
De cualquier grado	38,6 \pm 25,9	51,4 \pm 38,1	43,8 \pm 31,5	0,23 ¹

* Implante coclear Hi-Res 90K (Advanced Bionics)

** Implante coclear Nucleus: 13 pacientes con Nucleus 24 RE Contour-Advance y dos pacientes con Nucleus 24 RE K (Cochlear)

¹ Prueba t de Student

² Prueba de Chi cuadrado

³ Prueba exacta de Fisher

Los hallazgos operatorios se presentan en la tabla 2. Todas las cirugías realizadas fueron primarias y se abordaron por vía retroauricular. Se presentó sólo un caso de osificación coclear que comprometía la vuelta basal de la cóclea y requirió un “drill-out” (grupo I). Encontramos que en el grupo

I se expuso la duramadre con mayor frecuencia que en el grupo II y que la transición del lecho de la antena receptor a la mastoides se hizo mediante túnel, diferencias estadísticamente significativas, $p < 0,05$, Prueba exacta de Fisher.

Tabla 2. Hallazgos y procedimientos intraquirúrgicos en el grupo de estudio

	Grupo I	Grupo II	Total	<i>p</i>
No. de pacientes	23	15	38	
Malformación coclear (sí/no)	1/22	2/13	3/35	0,55 ¹
Tipo de incisión quirúrgica				
Convencional	8	4	12	
En “C” mínima	6	5	11	
En “S” mínima	9	6	15	0,83 ¹
Exposición de la duramadre en el lecho para la antena/receptor (sí/no)	17/6	5/10	22/16	0,02 ¹
Fijación con suturas de la antena receptor (sí/no)	13/10	8/7	21/17	1,0 ¹
Transición lecho-mastoides* (túnel/canal)	20/3	6/9	26/12	0,004 ¹
Número de electrodos insertados (Medía) (mínimo/máximo)	15,9 (14-16)	20,8 (13-22)	—	—
Complicaciones intraquirúrgicas				
Ninguna	20	14	34	
Fístula LCR (Gusher)	2	1	3	0,69 ¹
Desgarro piel posterior del CAE	1	0	1	

* La transición desde el lecho de la antena receptor a la mastoides. Túnel: túnel subcortical que permite que la serie de electrodos quede fijada. Canal: canal labrado en el hueso para colocar sobre él la serie de electrodos.

¹Prueba exacta de Fisher

En la tabla 3 se presenta la matriz de correlación entre la valoración del lenguaje preoperatorio y las respuestas neurales al momento de la activación.

Se presentaron tres inserciones parciales, una en el grupo I (14 electrodos, NRI en tres zonas frecuenciales) y dos en el grupo II (13 y 14 electrodos, con NRT en 13 y 14 electrodos,

respectivamente). Para el análisis del grupo II se utilizaron las variables del lenguaje y el número de electrodos disponibles para obtener NRT (el 100%, ya que las dos inserciones parciales tuvieron NRT en todos los electrodos insertados). Sin embargo, para el grupo I se creó una nueva variable que fue el porcentaje de electrodos disponibles para obtener el NRI y se utilizó como covariable (Análisis de la covarianza: ANCOVA).

Tabla 3: Correlación entre la valoración del lenguaje preoperatoria y la respuesta neural al momento de la activación del implante coclear

	Respuesta Neural	
	Grupo I NRI	Grupo II NRT
Escala IT-MAIS r^* (p) R^2	0,05 (0,8) 0,003	0,19 (0,52) 0,036
Escala Nottingham r^* (p) R^2	0,14 (0,54) 0,19	0,18 (0,54) 0,31

* Coeficiente de correlación de Pearson

DISCUSIÓN

Respecto a los factores predictores del “éxito” o “fracaso” en el desarrollo del lenguaje de los pacientes implantados diversas series han demostrado que la edad de la implantación es uno de los más importantes, pacientes menores de 3-4 años han adquirido un desarrollo de lenguaje superior a pacientes implantados posterior a estas edades (12, 16). Se entiende con este argumento que a mayor tiempo de privación auditiva menor va a ser el desarrollo del lenguaje posimplante (16, 17). El otro factor importante es el desarrollo del lenguaje preoperatorio, que supone que hay estimulación auditiva y por tanto la vía debe estar en proceso de maduración, lo que permitiría que se puedan detectar respuestas neurales.

Se encontró una relación directamente proporcional entre las respuestas neurales y el desarrollo del lenguaje preoperatorio, con mayor coeficiente de correlación con el NRT que con el NRI. Para explicar esto se debe tener en cuenta que el NRT se hace en los 22 canales y el NRI en cuatro zonas frecuenciales lo que supone una pérdida de información estadística en las NRI.

Además de predecir el desarrollo posterior del lenguaje las respuestas neurales también dan al cirujano información valiosa con respecto a la posición del electrodo dentro de la cóclea y la respuesta inicial del nervio auditivo (11), un predictor adicional de desarrollo del lenguaje posimplante es tener buena puntuación en el desarrollo preimplante medido con las escalas de IT-MAIS y Nottingham asociado a respuestas neurales presentes intraoperatorias, es decir, a

mayor puntaje de las escalas mencionadas mejor respuesta neural intraoperatoria encontrada, como nuestros resultados así lo demuestran a pesar que la asociación fue débil.

Estudios posteriores con un número mayor de pacientes pueden aclarar las dudas, lo mismo que investigar la relación directa entre la respuesta neural y el desempeño del lenguaje posoperatorio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez I. *Medidas de potencial de acción compuesto en pacientes con implante coclear*. Departamento de Cirugía y Especialidades Universidad de Granada, Granada, España. Editorial Universidad de Granada. Junio 2007.
2. Archbold S, Lutman M, Marshall D. *Categories of auditory performance*. Ann Otol Rhinol Laryngol ,1995; 104 (suppl. 166): 312-314.
3. Battmer R, Dillier *et al*. Medizinische Hochschule Hannover, Hannover. Germany. ‘University Hospital Zürich. Zürich. Switzerland. University of Iowa Hospitals and Clinics. Iowa City. IA. USA. ‘New York University School of Medicine, New York, NY, USA, ‘Cochlear GmbH Hannover. Hannover. Germany”, Cochlear Technology Center, Mechelen, Belgium. Evaluation of the Neural Response Telemetry (NRT) capabilities of the Nucleus Research Platform 8: initial results from the NRT trial. *International Journal of Audiology* 2004; 43: S10-S15.
4. Briaire, Jeroen J, Frijns Johan HM. ENT-Department, Leiden University Medical Center, P.O. Box 9600, 2300 RC Leiden, The Netherlands. Unraveling the electrically evoked compound action potential. *Hearing Research* 2005; 205: 143-156.
5. Caner, Gül. Olgun, Levent. Gültekin, Gürol and Balaban, Muzaffer. SB Izmir Research and Training Hospital, Ear-Nose-

- Throat Clinic, Izmir, Turkey. Optimizing Fitting in Children Using Objective Measures Such as Neural Response Imaging and Electrically Evoked Stapedius Reflex Threshold. *Otol & Neurotol*, 2007.
6. Frijns, Johan HM, Briaire, Jeroen J, De Laat Jan APM and Grote, Jan J. *ENT-Department, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands*. Initial Evaluation of the Clarion CII Cochlear Implant: Speech Perception and Neural Response Imaging. *Ear & Hearing*, vol. 23 No. 3.
 7. Gordon K, Papsin B, Harrison R. Department of Otolaryngology, Brain an Behaviour Program. The Hospital for Sick Children, University of Toronto. Toronto, Ontario, Canada. Programming cochlear implant stimulation levels in infants and children with a combination of objective measures. *International Journal of Audiology* 2004; 4. 1:S28-S32.
 8. Gordon K, Papsin B, Harrison R. *Department of Otolaryngology, Brain an Behaviour Program. The Hospital For Sick Children, University Of Toronto*. Toronto, Ontario, Canada. Toward a Battery of Behavioral and Objective Measures to Achieve Optimal Cochlear Implant Stimulation Levels in Children. *Ear & Hearing*, october 2004; 25; 5.
 9. Frijns Johan HM, Briaire, Jeroen J, De Laat Jan APM. and Grote, Jan J. *ENT-Department, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands*. Initial Evaluation of the Clarion CII Cochlear Implant: Speech Perception and Neural Response Imaging. *Ear & Hearing*, 23; 3.
 10. Manrique M, Huarte A. *Implantes cocleares*. Edit. MASSON. Barcelona, España. 2002.
 11. Mason S. Evoked Potentials Clinic, Medical Physics Department. Queens Medical Centre, Nottingham, UK. Electrophysiologic and objective monitoring of the cochlear implant during surgery: implementation, audit and outcomes. *International Journal of Audiology* 2004; 43: S33 S38.
 12. O'Donoghue GM, Nikolopoulos TP, Archbold SM. Determinants of speech perception in children after cochlear implantation, *The Lancet*, August 5, 2000; 356.
 13. Rubinstein JT. *Departments of Otolaryngology and Bioengineering, The University of Iowa*. Iowa City. IA. USA Department of Otolaryngology.
 14. Leiden University Medical Center. Leiden. The Netherlands. An introduction to the biophysics of the electrically evoked compound action potential. *International Journal of Audiology* 2005.
 15. Staller S, Parkinson A, Arcaroli J, Arndt P. *Cochlear Corporation*. Englewood Colorado. Pediatric outcomes with the Nucleus 24 contour: North America clinical trial. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2002; 111.
 16. Uziel AS, Sillon M, *et al*. Department of Otolaryngology and Neurotology, Montpellier University Hospital, and INSERM U583, Institut de Neurosciences de Montpellier; Institut Saint Pierre, Palavas; and Department of Biostatistics, Institut Universitaire de Recherche Clinique, Université Montpellier 1, Montpellier, France. Ten-Year Follow-Up of a Consecutive Series of Children With Multichannel Cochlear Implants. *Otol & Neurotol* 2007; 28: 615 y 628.

