

Otología y Neurootología

# Correlación entre la prueba objetiva de telemetría de respuesta neural (AUTO-NRT) con las categorías de percepción del habla (ESP) en niños

*Correlation between the objective test of neural response telemetry (AUTO-NRT) with the categories of speech perception (ESP) in children*

*Correlação entre o teste objetivo de telemetria de resposta neural (AUTO-NRT) com as categorias de percepção de voz (ESP) em crianças*

Lic. Fga. Natalia Passirani <sup>(1)</sup>, Prof. Dr. Carlos Curet <sup>(1) (2)</sup>

## Resumen

**Introducción:** Este trabajo pretendió determinar la correlación entre los resultados de la prueba de telemetría de respuesta neural (NRT) con las categorías de percepción del habla (ESP) en un grupo de 34 niños implantados cocleares del COAT (centro otoaudiológico) de Clínica Curet, Córdoba, Argentina.

**Material y método:** Diseño prospectivo, transversal. La obtención de NRT fue mediante el software Custom Sound 4.4 y las categorías del ESP a través del test. Esos datos fueron volcados en una tabla matriz, analizados con el programa InfoStat y procesados para establecer dependencia entre variables. Los sujetos, fueron divididos en 3 grupos: A) con NRT en todos los electrodos. B) con NRT en algunos electrodos. C) Sin respuesta de NRT.

**Resultados:** Grupo A: 71% de los sujetos, el 42% pertenecen a categoría 6 del ESP, el 29% a categoría 1, el 21% a categoría 2, el 4% a categoría 3 y 4% a categoría 4. Grupo B: 20% de los sujetos, el 57% pertenece a categoría 1 del ESP, el 29% a categoría 6 y el 14% a categoría 3. Grupo C: 9% de los sujetos, el 100% pertenece a categoría 1 del ESP.

**Conclusiones:** El test de Chi-Cuadrado arrojó ausencia de dependencia entre las variables ( $p$ -valor =

0,2100), para los grupos A y B y presencia de dependencia de variable ( $p$ -valor = 0,0231) para el grupo C. Es decir, ausencia de NRT en todos los electrodos indica tendencia de rendimiento bajo y pobre desempeño en las habilidades de percepción auditiva del habla.

**Palabras clave:** Hipoacusia, niños, implantes cocleares, percepción del habla y telemetría de respuesta neural.

## Abstract

**Introduction:** This work aimed to determine the correlation between the results of the neural response telemetry test (NRT) with the speech perception categories (ESP) in a group of 34 cochlear implanted children of the COAT (oto-audiological center) of the Clinic Curet, Córdoba, Argentina.

**Material and method:** Prospective, transversal design. The NRT was obtained through the Custom Sound 4.4 software and the ESP categories through the test. These data were dumped in a matrix table, analyzed with the InfoStat program and processed to establish dependence between variables. The subjects were divided into 3 groups: A) with NRT in all the electrodes. B) with NRT in some electrodes. C) No response from NRT.

<sup>(1)</sup> Clínica Privada Curet SRL - COAT (Centro Oto-Audiológico de Alta Tecnología) - Córdoba - Argentina.

<sup>(2)</sup> Cátedra IIª de ORL - FCM-UNC. Córdoba - Argentina.

Mail de contacto: nataliapassirani@hotmail.com

Fecha de envío: 23 de abril de 2018 - Fecha de aceptación: 31 de julio de 2018.

**Results:** Group A: 71% of the subjects, 42% belong to category 6 of ESP, 29% to category 1, 21% to category 2, 4% to category 3 and 4% to category 4. Group B: 20% of the subjects, 57% belong to category 1 of the ESP, 29% to category 6 and 14% to category 3. Group C: 9% of the subjects, 100% belongs to category 1 of the ESP.

**Conclusions:** The chi-square test showed absence of dependence between the variables ( $p$ -value = 0.2100), for groups A and B and presence of variable dependence ( $p$ -value = 0.0231) for group C that is, the absence of NRT in all the electrodes indicates a tendency of low performance and poor performance in auditory speech perception skills.

**Key words:** Hearing loss, children, cochlear implants, speech perception and telemetry of neural response.

## Resumo

**Introdução:** Este estudo procurou determinar a correlação entre os resultados dos testes de telemetria de respostas neurais (NRT) categorias de percepção da fala (ESP) em um grupo de 34 crianças coclear do COAT (centro oto-audiológica) implantado Clinic Curet, Córdoba, Argentina.

**Material e método:** Delineamento transversal prospectivo. A NRT foi obtida através do software Custom Sound 4.4 e das categorias ESP através do teste. Esses dados foram despejados em uma tabela de matriz, analisados com o programa InfoStat e processados para estabelecer dependência entre variáveis. Os sujeitos foram divididos em 3 grupos: A) com NRT em todos os eletrodos. B) com NRT em alguns eletrodos. C) Nenhuma resposta da NRT.

**Resultados:** Grupo A: 71% dos sujeitos, 42% pertencem à categoria 6 da ESP, 29% à categoria 1, 21% à categoria 2, 4% à categoria 3 e 4% à categoria 4. Grupo B: 20% dos sujeitos, 57% pertencem à categoria 1 do ESP, 29% à categoria 6 e 14% à categoria 3. Grupo C: 9% dos sujeitos, 100% pertence à categoria 1 do ESP.

**Conclusões:** O teste do qui-quadrado mostrou ausência de dependência entre as variáveis ( $p$ -valor = 0,2200), para os grupos A e B e presença de dependência variável ( $p$ -valor = 0,0231) para o grupo C. Ou seja, a ausência de TSN em todos os eletrodos indica uma tendência de baixo desempenho e baixo desempenho nas habilidades de percepção auditiva da fala.

**Palavras-chave:** Perda auditiva, crianças, implantes cocleares, percepção de fala e telemetria de resposta neural.

## Introducción

El sonido captado por el pabellón auricular y que ingresa al canal auditivo externo presiona so-

bre la membrana timpánica, a la que moviliza; a su vez transmite el sonido (onda física de presión sonora que contiene HZs. y dBs.) mediante la cadena osicular (huesecillos: martillo, yunque y estribo) en forma de movimientos vibratorios hasta el oído interno, donde se movilizan los líquidos peri y endolinfáticos del oído interno. Este movimiento hidrodinámico desplaza a la membrana basilar que agita a las células ciliadas del órgano de Corti. En este punto se transforma (transduce) la energía física acústica en energía bioeléctrica intracelular, generando *dos potenciales entra-citoplasmáticos: el microfónico coclear y el potencial de sumación*, que actúan sobre las vesículas sinápticas de las células ciliadas internas, generando la liberación de los neurotransmisores químicos a la sinapsis, y desde allí en forma de potencial de acción del VIII par craneal, se difunde por una serie de estaciones neurales de la vía auditiva correspondiente hasta los centros auditivos corticales. <sup>(1)</sup>

De una manera simple podemos afirmar que según cuál sea el sector neural lesionado desde la cóclea hasta las últimas estaciones de la vía auditiva aferente ventral coclear, se tendrá un defecto en la audición con características clínicas distintivas, de allí que tendremos una clasificación específica y topográfica para las hipoacusias neurosensoriales (HNS). Éstas son endococleares, retrococleares y centrales. <sup>(1)</sup>

La severidad y las características de las hipoacusias se clasificaron de acuerdo al grado de pérdida auditiva en dB y al promedio de las tres frecuencias principales de percepción del habla (500, 1.000 y 2000 Hz). (Tabla 1)

Los datos estadísticos mundiales coinciden en que 1 de cada 1.000 nacidos vivos presentan HNS profunda (OMS 1989). Mientras que 1 de cada 750 neonatos de alto riesgo sufren una lesión auditiva permanente e irreversible, que generará consecuencias sobre el desarrollo de la percepción y el proceso comunicativo del niño, comprometiendo el desarrollo infantil en diferente grado de acuerdo a la edad del diagnóstico.

El sentido de la audición es esencial para el desarrollo comunicativo, cognitivo y académico del niño. El acceso completo a la señal del habla es indispensable para el desarrollo de funciones centrales de procesamiento y, al mismo tiempo, para la adquisición del lenguaje verbal. Las conclusiones del trabajo de investigación realizados por Dettman SJ et al. <sup>(5,6)</sup>, sugieren que el periodo sensitivo para el desarrollo del lenguaje hablado se encuentra por debajo de los 12 meses de edad.

Para lograr un desarrollo de lenguaje (audio-oral) adecuado, es necesario umbrales auditivos dentro de los rangos de normalidad. <sup>(2)</sup>

Actualmente el implante coclear (IC) es el tratamiento de elección para las hipoacusias neurosensoriales severas y profundas, de tipo endococlear.

El IC es un dispositivo médico electrónico que sustituye la función del oído interno dañado. Al contrario de las prótesis auditivas acústicas (otoamplifonos), que amplifican el sonido, los IC reemplazan el trabajo de las partes dañadas del oído interno, por medio de electrodos, para proporcionar señales sonoras al cerebro y requieren la programación de cada electrodo con el fin de obtener los niveles adecuados de la estimulación eléctrica a las células nerviosas del ganglio bipolar, en el modiolos de la cóclea. Esta programación se realiza en el procesador del habla del paciente, lo que determina la forma en que se analiza y codifica un discurso. La unidad de estimulación utilizada para la programación de los electrodos es arbitraria y se denomina “**unidad de corriente**” (UC) y varía de **1 a 255**, correspondiendo aproximadamente a **0,01 mA** y **1,75 mA**, respectivamente.

El éxito del paciente y su satisfacción con el implante son altamente dependientes de la adecuación del programa en el procesador de habla (llámese programación, fitting o calibración), pues es ese mapa el que determina la cantidad de sonido y con qué características se codifica el mismo. Sin embargo, en niños pequeños y sin lenguaje desarrollado este tipo de procedimiento exige atención y consume tiempo, ya que ellos no son capaces de especificar voluntariamente la sensación auditiva generada por la estimulación eléctrica. En estos casos, la obtención de los umbrales comportamentales queda limitada y las respuestas pueden ser inconsistentes, reflejando niveles de percepción y de incomodidad inadecuados. La dificultad puede ser mayor aún en niños con pérdidas auditivas congénitas, o con malformaciones de oído interno y displasia del nervio coclear. También en pacientes con múltiples deficiencias (multi-handicaps) <sup>(4)</sup> donde están combinadas la sordera con déficits neurológicos y otros.

Hay medidas objetivas que vienen siendo estudiadas y realizadas con la intención de predecir los niveles de estimulación para la construcción de los primeros mapas y también para la verificación de la integridad de todo el sistema. Es natural que estos niveles sufran pequeños cambios en el tiempo y deban ser complementados, ajustándose con las dimensiones psicoacústicos para aumentar en

un individuo su capacidad de detectar, reconocer y responder consistentemente con el estímulo sonoro. <sup>(3)</sup> Así, la medida objetiva de la actividad del nervio auditivo más recientemente utilizada en usuarios de implantes cocleares, es el electric action potential (EAP) o potencial de acción eléctrico. El EAP se compone típicamente de un pico negativo (**N1**) con una latencia aproximada de **0,2 a 0,4 ms**, seguido de un pico positivo (P1). La **amplitud de la respuesta (medida entre N1 y P1)** varía en función del aumento de la intensidad del estímulo eléctrico y se **mide en  $\mu\text{V}$** .

Los umbrales del EAP pueden ser útiles para predecir los niveles mínimos y máximos de unidades de corriente que deberán ser utilizados en el mapeo de los electrodos para la programación del procesador de habla, facilitando ese proceso en los niños y determinando los parámetros de estimulación que resultarán en una calibración con niveles más adecuados y para mejorar el rendimiento o respuesta del individuo. *Los umbrales del EAP se pueden utilizar para estimar los niveles eléctricos de unidades de corriente de estimulación, pero no pueden predecir los valores exactos de las medidas auditivas psicofísicas.*

Este estudio (EAP) se puede realizar fácilmente gracias a las características del implante coclear Nucleus 24<sup>®</sup> (CI24) y la existencia de un software específico. La telemetría de respuesta neural es un sistema o mecanismo de captación de eventos a distancia, en el cual el primer paso puede ser usado para tomar las impedancias o la resistencia eléctrica de cada electrodo, monitoreando la adecuación de los generadores de corriente eléctrica. El segundo paso, la telemetría de respuesta neural (NRT), es el método que posibilita la captación del potencial de acción eléctrico (EAP) de la porción distal del nervio auditivo, utilizando el propio implante para generar el estímulo y grabar las respuestas.

**De esta manera, los umbrales del EAP podrían ser utilizados en los casos de pacientes que no logren determinar con precisión los niveles de respuesta por medio del método comportamental o subjetivo psicofísico.**

Así mismo es muy importante que, una vez implantado, el paciente realice terapia de rehabilitación o rehabilitación auditiva, donde se apunte a que el niño logre niveles de desarrollo cognitivo audiolingüístico semejantes al de sus pares oyentes, quedando esto a expensas y dependiente de la edad de implantación.

**CATEGORÍA**

- 0 No detecta el habla.
- 1 Detecta el habla.
- 2 Percepción de patrones suprasegmentales del habla.
- 3 Comienzo de identificación de palabras con múltiples diferencias espectrales.
- 4 Identificación de palabras a través del reconocimiento de vocales.
- 5 Identificación de palabras a través del reconocimiento de consonantes.
- 6 Reconocimiento de palabras en formato abierto.

**Objetivo**

El objetivo del presente trabajo fue correlacionar los resultados de la prueba de telemetría de respuesta neural (NRT) con las categorías de percepción del habla (ESP) en la que se encuentran niños implantados en la Clínica Curet SRL, de Córdoba, Argentina.

**Material y método**

**Diseño de la investigación: Prospectivo y transversal.**

El estudio incluyó a 34 niños.

La selección de los sujetos muestrales estuvo bajo los siguientes criterios de inclusión:

- 1) HNS bilateral severa o profunda, que hayan sido implantados con IC Nucleus 24 Freedom® Contour Advance Electrode (CI24 CA).
- 2) Que concurren en forma sistemática y regular a las calibraciones.
- 3) Que hubieren sido tomadas las respuestas de Auto-NRT en al menos tres electrodos.
- 4) Que hayan realizado rehabilitación auditiva desde el momento del encendido.
- 5) Y tomado pruebas de percepción del habla periódicamente.

Cabe señalar que la mayoría está implantada claramente en forma bilateral (n 20) con estimulación bielectrica y que, en caso de estar implantados unilateralmente, la estimulación es bimodal (n14), ya que el oído contralateral se encuentra equipado con audífono.

Excluidos: todos aquellos que no cumplían con los criterios anteriores y/o que tenían otro tipo o modelo de implante, a los fines de homogeneizar la muestra.

La obtención de la telemetría de respuesta neural se realizó utilizando el software Custom Sound 4.4, instalado en una computadora portátil conectada a la interfaz de programación portátil (POD) y al procesador de voz modelo Freedom®, ambos producidos por Cochlear.

Se midieron en cada sujeto las respuestas neurales de entre tres y siete electrodos, con los paráme-

Tabla 1: Clasificación grado de las hipoacusias:

dB HL de pérdida auditiva promedio en 0.5-1.0-2.0 Khz	Grado (ANSI 1969)
21-40	Moderada
41-70	Grave
71-90	Severa
> 91	Profunda

ANSI: American National Standards Institute. dB: decibel. HL: Haerín level. Khz: Kilohz.

tros de programación recomendados por la empresa proveedora de implantes.

Posteriormente se procedió a realizar la calibración correspondiente, y luego se efectuaron pruebas de percepción del habla para poder ubicar a cada individuo en la categoría del ESP correspondiente.

Los datos obtenidos se volcaron en una tabla matriz y fueron analizados con el software del programa InfoStat.

**Resultados**

De los 34 individuos estudiados, el 44% eran de sexo femenino, mientras que el 56% eran de sexo masculino, el promedio de edad fue de 9 años con desvío estándar de 3 años, siendo el más pequeño implantado a la edad de 1 año y el más grande a los 14 años. El tiempo de uso del procesador transcurrido desde que se realizó el encendido del implante hasta el momento de la prueba, donde se tomaron las mediciones de NRT y ESP, fue en promedio de 4 años ± 3 años (desvío estándar).

En cuanto al tipo de implantación, el 59% de los sujetos fueron implantados bilateralmente y 41% unilateralmente. Éstos últimos se encuentran equipados con audífono en el oído contralateral. (Tabla 2)

Tabla 2 - Media, desvío estándar (D.E.), mínimo (Min) y máximo (Max) para tiempo desde que se encendió el procesador hasta que se realizó la prueba. Y edad del sujeto al momento del IC para cada tipo de implantación.

Variable	Implantación	Media	D.E.	Min.	Máx.
Tiempo de uso en años del implante	Unilateral	3,50	2,65	0	10
	Bilateral	5,10	2,88	0	11
Edad al implante	Unilateral	7,43	3,55	2	14
	Bilateral	4,05	2,24	1	9
Tipo de implantación	Unilateral	41%			
	Bilateral	59%			

DE: Desvío estándar. Max: Máximo. Min: Mínimo.

De los 34 sujetos, en el 71% (24 individuos) obtuvieron respuestas de NRT en todos los electrodos evaluados (**Grupo A**). En el 20% (7 individuos) solo en algunos electrodos (**Grupo B**) y en el 9% (3 individuos) no se obtuvieron respuestas de NRT (**Grupo C**). (Gráfico 1)

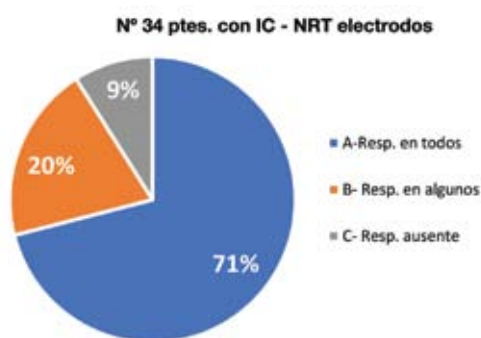


Gráfico 1: Porcentajes por grupo.

De los sujetos estudiados que tuvieron respuesta NRT en todos los electrodos evaluados, el 42% se corresponde con la categoría 6 del ESP, el 29% con la categoría 1, el 21% con la categoría 2, el 4% con la categoría 3 y otro 4% con la categoría 4.

De los sujetos que tuvieron respuesta NRT sólo en algunos de los electrodos estudiados, el 57% se corresponde con la categoría 1 del ESP, el 29% con la categoría 6 y el 14% con la categoría 3.

De los sujetos estudiados que no obtuvieron respuesta de NRT en ninguno de los electrodos evaluados, el 100% se encuentran en la categoría 1 del ESP. (Gráfico 2)

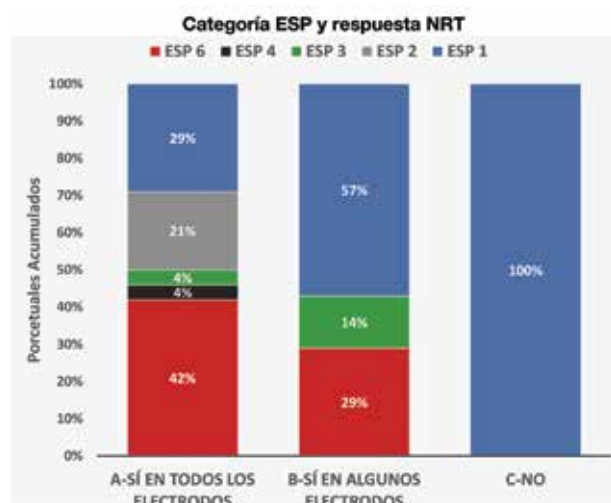


Gráfico 2. De barras apiladas para las categorías de percepción del habla (ESP) en función de la telemetría de la respuesta neural (NRT).

## Discusión

La presente investigación pretendió determinar la correlación entre los resultados de la prueba de telemetría de respuesta neural (AutoNRT) con las categorías de percepción del habla en las que se encuentran niños implantados en la Clínica Curet SRL-COAT, Córdoba, Argentina.

Se realizó un test de Chi-Cuadrado donde **no se observó dependencia (p-valor = 0,2100)**, entre las variables analizadas en aquellos individuos en que se obtuvieron presencia de NRT, sea en todos los electrodos o parcialmente. Lo que se traduciría en que no hay una correlación estadísticamente significativa, para los **grupos A y B**, entre la respuesta de telemetría neural NRT y la categoría del ESP en la que se encuentra el sujeto. No sucediendo lo mismo en el **grupo C** con los casos que mostraron ausencia de NRT en todos los electrodos, donde ninguno pasó de la categoría 1 del ESP. En el test de **Chi-Cuadrado se observó una dependencia entre estas variables (p-valor = 0,0231)**. (Gráfico 3)



Gráfico 3. De barras apiladas para la correlación en función de la respuesta NRT con detección del habla, percepción de patrones suprasegmentales, identificación o reconocimiento del habla.

Fue superior en el grupo A (en el 71% de n 24 casos), donde hubo respuestas de NRT en todos los electrodos; y en el grupo B (en el 43% de n7 casos) donde hubo respuestas sólo en algunos electrodos.

Una vez finalizado el trabajo surgieron varios puntos a discutir que fueron considerados importantes, ya que quizás podrían dejar la posibilidad de profundizar las observaciones en futuras investigaciones.

I) En primer lugar se planteó el tema de la edad de implantación. Debido a que hay muchos años de diferencia entre un sujeto y otro, podría ser conveniente juntarlos en grupo de edades para realizar un análisis más exhaustivo en relación a la categoría del ESP y la edad de implantación. Así mismo, como ya se sabe, “el tiempo de privación o carencia auditiva es muy importante a la hora de poder trazar expectativas con respecto al desarrollo del lenguaje en los niños”, como así también en la producción del habla, por lo

que niños implantados a edades más tardías y que no han recibido equipamiento pertinente con anterioridad, poseerían menos recursos para alcanzar categorías de percepción del habla más elevadas.

II) En segundo término se pone en discusión el tipo de audición y de estimulación auditiva. Si los niños oyen bilateralmente a través de sendos procesadores del habla (59% de los sujetos evaluados), o si tienen una modalidad auditiva mixta, donde por un oído oyen a través del procesador (estimulación eléctrica) y por el otro a través de un audífono (estimulación acústica), lo que constituye una audición bimodal (41% del total de la muestra). Siendo el modo y la calidad de audición diferentes con ambos tipos de equipamientos, podría influenciar en los resultados obtenidos. Si bien en los casos bimodales la prueba de percepción del habla se realizó solo con el oído equipado con implante, el desarrollo, la rehabilitación y la vida diaria de esos sujetos transcurre con la utilización de ambos equipamientos.

III) **En tercer lugar también se debería haber tenido en cuenta la edad cronológica y la edad auditiva brindada por el uso previo de equipamientos auditivos (audífonos)**, ya que el grado de desarrollo del lenguaje y del habla previos a la utilización del implante también podrían hacer variar los resultados.

IV) El cuarto punto a tener en cuenta es el hecho de haber realizado rehabilitación luego de encendida la prótesis implantada. Si bien se planteó como requisito haber hecho rehabilitación, no se contempló el tiempo, la cantidad y la duración de las sesiones, como así tampoco por las profesiones por las que fue atendido el sujeto (fonoaudiólogo y/o profesora de sordos).

V) Finalmente, realizar alguna prueba estadística, que corrobore la relación entre las respuestas NRT y las categorías del ESP, en función del tiempo de uso del procesador.

En la bibliografía internacional se menciona la importancia de la medición de la NRT en dos aspectos: 1) por un lado durante la cirugía, como elemento indicador que llega estímulo eléctrico al nervio auditivo; 2) por el otro se destaca la importancia de la misma como elemento de soporte para el mapeo de la programación del procesador, es decir para el "fitting" del implante.

En nuestro trabajo, al intentar correlacionar estos datos obtenidos con estudios similares y que tuvieran el mismo objetivo, no encontramos investigaciones que ya lo hayan hecho, ni bibliografía escrita en español ni en inglés.

No hay descripciones que correlacionen las respuestas de NRT con el desarrollo de las habilidades de percepción del habla en la bibliografía consultada, siendo precisamente éste el motivo original de investigación en este trabajo.

## Conclusión

A partir de los datos que se obtuvieron se puede concluir que en un amplio porcentaje de los 34 sujetos estudiados (**n 31: 91% del total**), se logró obtener respuesta en la medición de NRT, los cuales pertenecen a las categorías más elevadas del ESP (39% de los sujetos estudiados se encuentran en categoría 6); sin embargo se puede observar que en los sujetos en los que se obtuvieron respuestas de NRT sólo en algunos electrodos, la mayoría se encuentra en las categorías más bajas del ESP y en el grupo que no se obtuvieron respuestas NRT en ninguno de los electrodos, todos se encuentran en la categoría más inferior del ESP 1.

Por lo que la ausencia de NRT en todos los electrodos indica una tendencia de rendimiento bajo y pobre desempeño. Sin embargo, en los casos con presencia de respuesta NRT, sea parcialmente en algunos electrodos (Grupo B) o en todos los electrodos (Grupo A), en algunos pocos casos se obtuvo categoría 1 del ESP. En base a ello, no puede afirmarse que la presencia y la cantidad de respuestas de NRT garantizarían la permanencia a una categoría del ESP elevada. ***Pero sí es claro que, mayoritariamente, aquellos con presencia de NRT alcanzan las categorías más altas del ESP.***

**Los autores no manifiestan conflictos de interés.**

## Bibliografía

1. Curet Carlos. ERA audiometría por respuestas eléctricas. Fisiología de la audición, cap. II, Edit. Científica y Tec. Médica, Bs. As, Argentina; 16-22,1988.
2. López ML, Importancia del equipamiento auditivo en niños. IX Manual de la Asociación Argentina de ORL y Fonoaudiología Pediátrica. Bs. As.; 2016.
3. Cardoso Guedes M, Rubens de Brito N, Goffi Gómez MV, Giorgi Sant'Anna SB, Ornelas Peralta CG, Castilho AM, et al. Telemetría de respuesta neural intra-operatória em usuários de implante coclear. Rev. Bras. otorrinolaringol. vol.71 no.5 - São Paulo Sept./ Oct. 2005.
4. Diamante V, Pallares N. Estado actual y futuro de los implantes cocleares - Revisión bibliográfica Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza y Cuello 2003; 63: 197-206.
5. Shani Joy Dettman, Richard Charles Dowell, Dawn Choo, Wendy Arnott, Yetta Abrahams, Aleisha Davis, et al. Long-term Communication Outcomes for Children Receiving Cochlear Implants Younger Than 12 Months: A Multicenter Study. Otology & Neurotology: February 2016 - Volume 37 - Issue 2 - p. e82-e95.
6. Dettman, Shani J.; Pinder, Darren; Briggs, Robert J. S.; Dowell, Richard C.; Leigh, Jaime R. - Communication Development in Children Who Receive the Cochlear Implant Younger than 12 Months: Risks versus Benefits. Ear and Hearing: April 2007 - Volume 28 - Issue 2 - p. 115-185.