

---

ARTÍCULO ORIGINAL

---

# Modificación de umbrales T en pacientes con implante coclear como una alternativa de programación en relación con el tiempo

Ayla Cecilia Fernández-Córdoba,\* Ileana del Socorro Gutiérrez-Farfán,\* Laura Elizabeth Chamlati-Aguirre,\* Alfonso Alfaro-Rodríguez,\*\* Alfredo Durand-Rivera\*\*\*

\*Servicio de Audiología, \*\*Laboratorio de Neuroquímica, \*\*\*Laboratorio de Neuroprotección,  
Servicio de Neurorrehabilitación, Instituto Nacional de Rehabilitación.

***Modification of thresholds T in cochlear implant patients as an alternative programming time in relation to the time***

## ABSTRACT

**Introduction.** Programming the cochlear implant (CI) has always been a challenge for all medical specialists in audiology, especially in pediatric patients without language secondary profound hearing loss. For this reason are searched alternatives to achieve normal hearing with the implant during programming in the shortest time possible. **Objective.** To analyze whether through modification threshold T we get faster audiological threshold, describe the differences in time found in patients with sensorineural hearing loss IC users with thresholds T at 10% modified, and T thresholds modified according to clinical responses after obtaining audiological threshold within normal parameters and report the speech coding strategies commonly used at the start of the program and to reach above the hearing threshold to language area. **Material and methods.** We performed an observational, cross-sectional, descriptive, comparative study in which we evaluated a total of 31 patients with sensorineural hearing loss, under six years, and both sexes, of cochlear implant users of Advanced Bionics, which were divided in two groups: Group I: 15 patients with modification of thresholds T to 10%, following the manufacturer's recommendations (unmodified) and Group II: 16 patients with T threshold modification according to clinical response cochlear (modified). Were reported strategies most used speech coding in both groups at the start of the program and to reach the threshold audiological within normal parameters. **Results.** In patients in group I (not modified) were 256 days on average to reach threshold audiological and group II (modified) was 335.6 days. Without statistic significant  $p = 0.197$ , with an average of 295.8 days for both groups and the speech coding strategy more used was the

## RESUMEN

**Introducción.** La programación del implante coclear (IC) siempre ha sido un reto para todos los médicos especialistas en audiolología, sobre todo si son pacientes pediátricos con ausencia de lenguaje secundaria a hipoacusia profunda, por lo que se buscan alternativas para lograr una audición normal con el implante durante la programación en el menor tiempo posible. **Objetivo.** Analizar si a través de la modificación del umbral T se llega más rápido al umbral auditivo esperado, describiendo las diferencias en tiempo encontradas en pacientes con hipoacusia neurosensorial usuarios de IC con umbrales T modificados al 10% y con umbrales T modificados de acuerdo con respuestas clínicas posterior a la obtención de umbral auditivo dentro de parámetros normales y reportar las estrategias de codificación del habla más utilizadas tanto al inicio de la programación como al llegar al umbral auditivo superior al área del lenguaje. **Material y métodos.** Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo y comparativo en donde se evaluó un total de 31 pacientes con hipoacusia neurosensorial profunda, menores de seis años y de ambos sexos usuarios de implante coclear de la marca Advanced Bionics, los cuales se dividieron en dos grupos: Grupo I: 15 pacientes con modificación de umbrales T al 10%, siguiendo las recomendaciones del fabricante (no modificados), y Grupo II: 16 pacientes con modificación de umbrales T de acuerdo con respuesta clínica coclear (modificados). Se reportaron las estrategias de codificación de habla más utilizadas en ambos grupos al inicio de la programación y al llegar al umbral auditivo dentro de parámetros normales. **Resultados.** En los pacientes del grupo I (no modificados) en promedio fueron 256 días para llegar a umbral auditivo y para el grupo II (modificados) fue de 335.6 días. Sin ser estadísticamente significativo,  $p = 0.197$ , con un promedio de 295.8 días para ambos grupos y la estrategia de codificación del habla más utilizada fue la Hi-Res P con Fidelity 120, modificándola en ambos grupos sólo un paciente desde el encendido

*Hi-Res P with Fidelity 120, modifying both groups only one patient from power up obtaining threshold. Conclusions. It was established that thresholds T patient's subjective threshold as compared to T of 10% automatically obtained by SoundWave is not necessary since there are no statistically significant differences in relation to time to take patients implanted normal hearing threshold. The speech coding strategies more widely used and accepted by the patient was the Hi-Res P with Fidelity 120.*

**Key words.** Sensorineural hearing loss. Cochlear implant. M thresholds. Thresholds T. Coding strategies.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las opciones terapéuticas para el manejo de la hipoacusia neurosensorial profunda bilateral tanto en pacientes prelingüísticos como pacientes poslingüísticos, el más eficaz es el implante coclear (IC), que es un dispositivo electrónico implantable en la cóclea que funciona como un transductor de señal, mediante la transformación de señales acústicas en señales eléctricas que estimulan al nervio auditivo. Los estímulos eléctricos son enviados a través de la vía auditiva a la corteza cerebral y son reconocidos como sonidos. Actualmente el diseño de los IC consta de electrodos múltiples que permiten la estimulación tonotópica y selectiva de diferentes porciones de la cóclea, con lo que el paciente implantado percibe una gran cantidad de sonidos con una discriminación adecuada.<sup>1,2</sup>

Desde su advenimiento a finales de los 60s y su aprobación por la FDA en 1984 para uso en adultos y en 1990 para niños, los implantes cocleares han sido un instrumento trascendental para el tratamiento de pacientes con hipoacusias neurosensoriales profundas, en quienes los auxiliares auditivos no proporcionan un resultado satisfactorio.<sup>3,4</sup> Si bien es cierto que existen grandes ventajas y evidencia clara del potencial y del aporte tan importante de los IC, éstos requieren de una adecuada selección de los pacientes, quienes previamente deben ser estudiados por un equipo multidisciplinario, además de contar con una cirugía exitosa, una programación adecuada y de terapia, para ser efectivos.<sup>2,4,5</sup>

La programación inicia con la activación o el encendido del IC. Para esto es necesario seleccionar el modo y la estrategia de estimulación y activar los diferentes electrodos que lo constituyen, pudiéndose comprobar su correcto funcionamiento. Esto se lleva a cabo aproximadamente cuatro semanas después de la cirugía, donde se procede a adaptar los elementos externos del implante. La programación se inicia creando el mapa auditivo, que consta de un programa individualizado para escuchar, guardado en la

hasta la obtención del umbral. **Conclusiones.** Se estableció que los umbrales T según umbral subjetivo del paciente en comparación de T al 10% obtenidos automáticamente del SoundWave, no es necesario, ya que no existen diferencias estadísticamente significativas en relación con el tiempo para llevar a los pacientes implantados al umbral auditivo normal. La estrategia de codificación del habla más utilizada y mejor aceptada por el paciente fue la Hi-Res P con Fidelity 120.

**Palabras clave.** Hipoacusia neurosensorial. Implante coclear. Umbrales M. Umbrales T. Estrategias de codificación.

memoria del procesador de sonido, basado en las respuestas de los pacientes con diferencias en volumen y tonalidad.

Para crear el mapa es necesario determinar previamente el umbral de detección de audición (nivel T) y el umbral confortable para cada uno de los electrodos (nivel M) previa selección de la estrategia de codificación del habla y del modo de estimulación. En el mapa auditivo, el umbral de audición denominado umbral T se define como la mínima cantidad de corriente que produce una sensación auditiva. Se entiende por umbral de confort, umbral M el máximo nivel de estimulación auditiva cómoda para el paciente. La diferencia de ambos umbrales delimita el rango dinámico de estimulación eléctrica. La programación tradicional establecida por el software SoundWave de Advanced Bionics recomienda utilizar la programación automática de los niveles de sonoridad de los umbrales T; los umbrales M se determinan a través de la imagen de respuesta neural o en forma subjetiva con respuesta del paciente, permitiendo niveles de volumen con rapidez y precisión sin comprometer el rendimiento del mismo. La capacidad de establecer niveles por canales múltiples simultáneamente ahorra tiempo, ya que la medición de los niveles de umbral en cada electrodo necesarios para ajustarlo en forma manual consume mayor tiempo y no siempre se cuenta con la colaboración fiable del paciente. Los umbrales T se ajustan automáticamente al 10% de los umbrales M basados en el promedio del rango dinámico eléctrico de 20 dB a través de cada electrodo.<sup>6-8</sup> En el Instituto Nacional de Rehabilitación (INR), de acuerdo con la respuesta clínica y con el avance del niño en la terapia de lenguaje, se decide modificar los umbrales T a través del condicionamiento de los pacientes.

## OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue analizar si a través de la modificación del umbral T se llega más rápido al umbral audiológico esperado.

## MATERIAL Y MÉTODOS

De un total de 64 pacientes menores de seis años, de ambos sexos, implantados en el INR de noviembre 2007 a diciembre 2012, se excluyeron 12 pacientes que se implantaron con la marca Cochlear y 21 pacientes implantados con Advanced Bionics; tres de éstos por explantación secundaria a complicaciones y el resto (18 pacientes) por no alcanzar el umbral auditivo normal y las estrategias de codificación del habla utilizadas en ambos grupos, al inicio y al final.

- Grupo I. Quince pacientes con modificación de umbrales T al 10%, siguiendo las recomendaciones del fabricante (no modificados).
- Grupo II. Dieciséis pacientes con modificación de umbrales T de acuerdo con respuesta clínica coclear (modificados), la cual se obtuvo enviando estímulos de intensidad ascendente hasta que el paciente percibiera el sonido.

Los parámetros de ancho de pulso, volumen, sensibilidad, índice de rango dinámico (IDR), mezcla del sonido, filtros, etc., fueron modificados en forma automática siguiendo la sugerencia del software del fabricante, con el objeto de tener menos variables. Se tomaron en consideración para este

estudio los mapas y las audiometrías obtenidas al iniciar las programaciones, lo cual fue un mes posterior a la cirugía y al obtener umbral auditivo dentro de parámetros normales. Se comparó el tiempo en que tardaron los pacientes en llegar al umbral auditivo normal y las estrategias de codificación del habla utilizadas en ambos grupos, al inicio y al final.

La recolección de datos se obtuvo del software Sound Wave de Advanced Bionics. Para el caso de este análisis se utilizó el umbral T, pues el propósito de esta investigación fue analizar si a través de la modificación del umbral T no sugerida por el fabricante se llegaba más rápido al umbral auditivo esperado. Para el caso de la audiometría tonal se utilizó un audiómetro Orbiter 922 de Madsen en cámara sonoamortiguada.

Se procedió a pasar al paciente tonos puros a través de audífonos TDH 39. Primero en oído de recho y posteriormente en izquierdo. En las frecuencias de 125, 250, 500, 1,000, 2,000, 4,000 y 8,000 Hz. En cuanto el paciente detectó los sonidos respondió mediante señal-mano o se realizó audiometría lúdica convencional, corroborando las respuestas por triplicado. La audiometría por campo libre se realizó con el implante coclear encendido, dentro de una cabina sonoamortiguada a una distancia aproximadamente de un metro de la fuente sonora, utilizándose tonos puros por medio de las frecuencias de 125 a 8,000 Hz. Se tomó

Cuadro 1. Manejo estadístico del tiempo en días en ambos grupos.

Grupo	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
Estadísticos del grupo				
Tiempo				
1	16	335.63	189.799	47.450
2	15	256.13	139.601	36.045
Prueba de muestras independientes				
Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
				Diferencia de medias
				Error tip. de la diferencia
				Inferior
				Superior
Tiempo				
Se han asumido varianzas iguales	0.346	0.561	1.321	29
No se han asumido varianzas iguales			1.334	27.496
				0.193
				79.492
				60.183
				-43.597
				202.58
				-42.67
				201.653

Tiempo en días. Grupo 1: no modificados. Grupo 2: modificados. No se observaron diferencias significativas.

en cuenta el promedio de tonos puros para determinar el umbral auditivo del paciente en dBHL. Sólo se analizaron los mapas del encendido y el obtenido en el momento en que los pacientes llegaron a umbral de audición mediante la audiometría por campo libre. También se reportaron las estrategias de codificación utilizadas en ese momento.

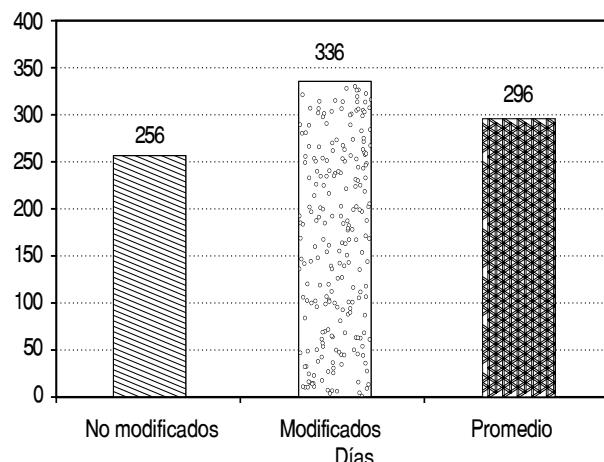


Figura 1. Tiempo en días en llegar a umbral auditivo normal en ambos grupos.

Se consideró como tiempo 0 a la búsqueda del umbral T, umbral M y la estrategia de codificación del habla. En el tiempo 1 se consideraron los mismos parámetros obtenidos al llegar a audición normal o por encima del área de lenguaje. La diferencia de estos tiempos se obtuvo en días y se compararon ambos grupos utilizando estadística descriptiva (media y desviación estándar) y t de Student para muestras independientes, tomando como significativo una  $p \leq 0.05$ . En el caso de las estrategias sólo se realizó análisis de frecuencias para el antes y después.

## RESULTADOS

El tiempo para llegar al umbral auditivo en los pacientes del grupo I fue de 256.1 días con una desviación estándar de 139.6 y para el grupo II fue de 335.6 días con una desviación estándar de 189.7, obteniéndose una  $p$  no significativa de  $p = 0.197$  (Cuadro 1 y Figura 1). En ambos grupos la estrategia más utilizada fue la Hi-Res P con Fidelity 120 (Cuadro 2). En el grupo I de no modificado sólo un paciente cambió de estrategia, el cual pasó de Hi-Res S a Hi-Res P con Fidelity 120 (Figura 2A). En el grupo II de pacientes con

Cuadro 2. Comparación de estrategias más utilizadas en ambos grupos.

	Con T al 10%		Con T modificado		Total	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
HiRes-S	1				1	
HiRes-P			1		1	
HiRes-SFidelity 120	4	4	1	2	5	6
HiRes-PFidelity 120	10	11	14	14	24	25

Estrategias de codificación.

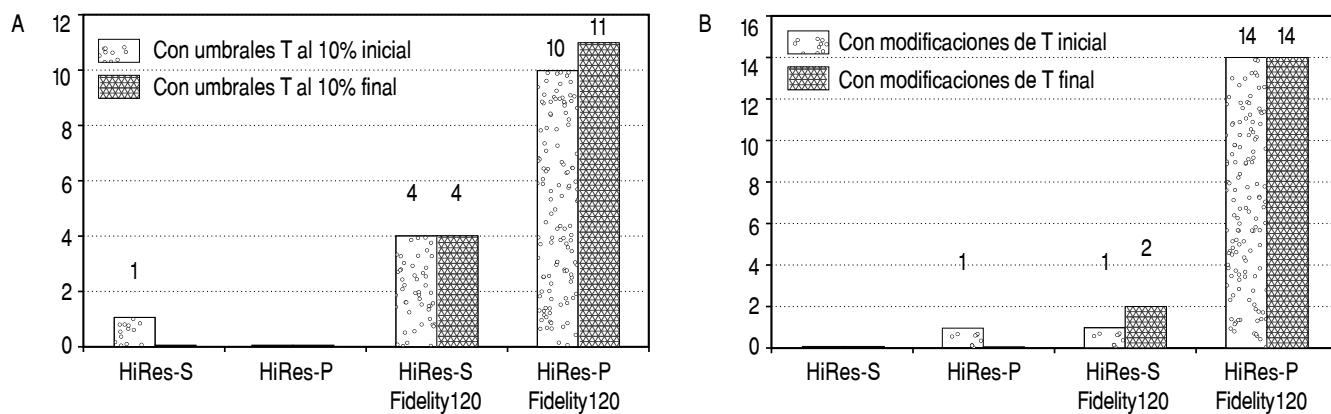


Figura 2. Estrategias más utilizadas. A. Pacientes del grupo I. B. Pacientes del grupo II.

T modificados, se observó que un paciente cambió de la estrategia Hi-Res P a Hi-Res S con Fidelity 120 (Figura 2B).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Diversos autores han realizado cambios en los parámetros de la programación de los implantes cocleares con el objetivo de lograr una mejor discriminación del habla, una adquisición del lenguaje y obtención del umbral auditológico lo más parecido a una audición normal.<sup>9-11</sup> Holden, *et al.*, en 2007 realizaron un estudio en el que compararon el habla suave y la discriminación del habla en ambiente ruidoso, dividiendo en dos grupos con modificación del rango dinámico de 30 y 40 dB, los niveles de tono en frecuencia modulada y que el umbral de sonidos fue menor en el grupo de 40dB, no teniendo resultados significativos.<sup>11</sup> Holden, en 2011, reportó que los niveles T más altos que los sugeridos al 10% del M y un IDR más amplio permiten una mejor percepción del habla suave; sin embargo, sus resultados no son estadísticamente significativos.<sup>9</sup> Spahr, *et al.*, en 2005, evaluaron la percepción del habla con programas T al 10% y con programas T con percepción subjetiva del paciente, sin encontrar diferencias significativas, lo cual está acorde con los resultados obtenidos en el presente estudio,<sup>12</sup> el cual sugiere que no es necesario establecer umbrales T según el umbral subjetivo del paciente, ya que no existen diferencias significativas con respecto a los umbrales T al 10% obtenidas por medio del Sound Wave en relación con el tiempo necesario para llevar a los pacientes implantados al umbral auditivo normal o al área de lenguaje. Las estrategias de codificación del habla más utilizadas y mejor aceptadas por el paciente fue la Hi-Res P con Fidelity 120, lo que apoya el empleo de una estimulación simultánea de dos canales y de 120 bandas espectrales con múltiples fuentes de corriente que permiten estimular dos o más electrodos al mismo tiempo, repercutiendo en una mejor discriminación del habla y en la adquisición del lenguaje en pacientes infantiles.

## REFERENCIAS

1. Manriquez M, Huarte A. Implantes cocleares. Cap. 1. España: Ed. Masson; 2003.
2. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Dr. Ismael Cosío Villegas" (INER). Procedimiento Técnico Administrativo de Implantes Cocleares. 2011. Disponible en: <http://www.iner.salud.gob.mx/descargas/manuales/lineamientos/dirmedica/implantescocleares.pdf>
3. Chong-Sun K, Seung Ha O, Sun C. Management of Complications in cochlear implantation. *Acta otolaringologica* 2008; 128: 408-14.
4. Balkany T, Hodges A, Miyamoto R, Gibbin K, Odabasi O. Cochlear implants in children. *Otolaryngologic Clinics of North America* 2001; 34(2): 455-65.
5. Tambyraja R, Gutman M, Megerian C. Cochlear Implant Complications. *Arch Otolaryngol Head Neck Surgery* 2005; 131, 245-50.
6. Advanced Bionics Corporation. Converting Patients from Conventional Strategies to HiResolution™ Sound Processing. Junio 2003.
7. Advanced Bionics Corporation. HiRes Fidelity 120® Sound Processing. Implementing Active Current Steering for Increased Spectral Resolution in Harmony® HiResolution® Bionic Ear Users. Marzo 2009.
8. Advanced Bionics Corporation. New Methodology for Fitting Cochlear Implants. Junio 2003.
9. Holden L, Reedera R, Firszt J, Finley C. Optimizing the perception of soft speech and speech in noise with the advanced bionics cochlear implant system. *Int J Audiol* 2011; 50(4): 255-69.
10. Giordano C, Albera R, Beatrice F. Audiometría clínica. Torino: Ed. Minerva Medica; 2003.
11. Holden L, Skinner M, Fourakis M, Holden T. Effect of increased IDR in the Nucleus Freedom cochlear implant system. *J Am Acad Audiol* 2007; 18: 778-91.
12. Spahr A, Dorman M. Effects of minimum stimulation setting for the Med El Tempo+ speech processor on speech understanding. *Ear Hear* 2005; (26): 2S-6S.

Reimpresos:

**Dr. Alfredo Durand-Rivera**

Servicio de Neurorrehabilitación  
Instituto Nacional de Rehabilitación  
Clz. México-Xochimilco, Núm. 289  
Col. Arenal de Guadalupe  
14389, México, D.F.  
Tel.: 5999-1000, Ext. 19305  
Fax: 3095-3020  
Correo electrónico: alfredo.durand@gmail.com

Recibido el 03 de abril 2013.

Aceptado el 25 de febrero 2014.