

ARTÍCULO ORIGINAL

Acúfeno e implante coclear. Experiencia preliminar

Elisabeth Masgoret Palau, Jorge L. Merán Gil*, Cecilia Moreno Vidal, Juan C. Falcón González, Ovidio Artiles Cabrera y Ángel Ramos Macías

Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil, Las Palmas de Gran Canaria, España

Recibido el 4 de marzo de 2010; aceptado el 5 de julio de 2010

Disponible en Internet el 28 de septiembre de 2010

PALABRAS CLAVE

Acúfeno;
Implante coclear;
Hipoacusia

KEYWORDS

Tinnitus;
Cochlear
implantation;
Hypoacusia

Resumen

Objetivo: Valorar el efecto del implante coclear en pacientes con «acúfeno incapacitante».

Materiales: Realizamos una evaluación del efecto de la implantación coclear sobre la evolución del acúfeno incapacitante. Se han evaluado 3 adultos afectados de hipoacusia postlingual implantados en nuestro hospital, con acúfenos preimplantación. Los pacientes fueron evaluados de acuerdo con los efectos del acúfeno en las emociones de los pacientes y las actividades de la vida cotidiana.

Resultados: De los tres, uno declaró la supresión del acúfeno, otros dos atenuación tras la cirugía, en diversos grados, no encontrando ningún paciente con peores resultados tras la implantación.

Conclusiones: El efecto beneficioso de la implantación coclear sobre el acúfeno, reportado en nuestros pacientes, puede ser debido al enmascaramiento acústico, a través de la estimulación eléctrica del nervio acústico, y todo ello por la reorganización cerebral de las vías del sistema nervioso central (SNC) y las áreas de asociación cerebral tras la implantación coclear.

© 2010 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Tinnitus and cochlear implantation. Preliminary experience

Abstract

Objective: To assess the effect of cochlear implantation in patients with disabling tinnitus.

Materials: We conducted an evaluation of the effect of cochlear implantation on the development of disabling tinnitus. Three adults with pre-implantation tinnitus, implanted in our hospital, were evaluated for postlingual hearing loss. Patients were evaluated according to the effects of tinnitus on their emotions and activities of daily living.

*Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: ortarragona@hotmail.com, jlmeran@gmail.com (J.L. Merán Gil).

Results: One patient reported that the tinnitus disappeared and two reported different degrees of attenuation. We did not find any patients with worse outcomes after implantation. **Conclusions:** The beneficial effect of cochlear implantation on tinnitus reported in our patients may be due to acoustic masking, through electrical stimulation of the acoustic nerve, all from brain reorganisation of central nervous system (CNS) pathways and cerebral association areas after cochlear implantation.

© 2010 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El concepto de acúfeno ha sufrido una evolución progresiva. Paralela a los avances tecnológicos en su diagnóstico y tratamiento. Frente al concepto que limitaba el acúfeno simplemente a una alteración en el componente coclear, se ha dado paso a una visión más amplia, integradora y sistémica del proceso, implicando las distintas vías auditivas centrales y áreas relacionadas dentro del sistema nervioso central (SNC).

Entre las últimas actualizaciones del concepto, se expone la llevada a cabo por la teoría neurofisiológica del acúfeno, propuesta por Jastrebof y Hazell en 1991¹ como la percepción de un sonido resultante exclusivamente de actividad dentro del sistema nervioso, sin ninguna actividad mecánica vibratoria coclear correspondiente. Esta definición realza la importancia de otros componentes del SNC que asocian este síntoma. El acúfeno sería el resultado de una actividad aberrante producida en una o en varias localizaciones de la vía auditiva, desde la cóclea o el laberinto posterior hasta la corteza, que sufre una alteración en su procesamiento, y es interpretado erróneamente por los centros superiores como un ruido. El acúfeno es, pues, una alteración en el procesamiento de la señal auditiva.

El acúfeno es casi una experiencia común, afectando crónicamente al 4% de la población general². Es un síntoma frecuente en los candidatos a implante coclear, con una prevalencia del 66 al 86%³.

Una de las posibles terapias que se han revelado eficaces en el tratamiento del acúfeno es la estimulación eléctrica de la cóclea mediante un implante coclear⁴. En este estudio pretendemos exponer la experiencia inicial de nuestro

centro en la implantación de pacientes con acúfeno incapacitante. Mostramos nuestros resultados y los comparamos con los existentes en la literatura médica.

Materiales y métodos

Realizamos un estudio de tres pacientes que presentan acúfenos como primer y principal motivo de consulta, con pérdida auditiva severo-profunda con gran repercusión en la calidad de vida (alteraciones del sueño, atención, stress) y antecedentes de ser usuarios de audífono, siendo el acúfeno persistente a pesar de su utilización. Dos de los pacientes presentaban hiperacusia expresada como molestias excesivas ante ruidos y sonidos externos.

El protocolo de evaluación utilizado para el estudio del acúfeno (tabla 1), es un conjunto de pruebas que investigan la implicación de los tres síntomas (acúfeno, hiperacusia e hipoacusia).

Anamnesis general: pretende obtener la mayor información sobre el paciente, en relación al acúfeno y los otros síntomas que le acompañan, hipoacusia e hiperacusia. Determinará la utilización del resto de pruebas.

Escala de molestia subjetiva: lectura de cinco situaciones diferentes en las que el paciente nos dirá con cual se identifica. Valora la implicación del acúfeno en su vida cotidiana.

Cuestionario de evaluación inicial mediante la escala visual analógica (EVA): califica la molestia en escalas numéricas. Aunque puede parecer repetitivo, es interesante utilizarlo siempre, ya que permite valorar la mejoría con el paso del tiempo.

Tabla 1 Protocolo de evaluación utilizado para el estudio del acúfeno: conjunto de pruebas que investigan la implicación de los tres síntomas (acúfeno, hiperacusia e hipoacusia)

Síntoma	Medida	Prueba para obtención de resultados
Acúfeno	Intensidad Timbre Nivel mínimo de enmascaramiento (NME) Grado de incapacidad	Acufenometría Test handicap inventory (THI) Escala de molestia subjetiva EVA: escala visual analógica Cuestionario de valoración inicial
Hiperacusia	Presencia y grado del síntoma	TH: Test de Hiperacusia Listado de actividades Escalas numéricas de molestias a sonidos Rango dinámico reducido
Hipoacusia	Exploración audiológica completa Localización de lesión Ganancia funcional	Audiometría tonal Audiometría vocal Campo libre sin audífono y con audífono

Tinnitus handicap inventory (THI): mide el nivel de incapacidad que provoca el acúfeno. Fue desarrollado por Newman et al²⁷ en EE.UU. y validado al castellano por Herráiz et al²⁸. Utiliza 25 preguntas, divididas en 3 subescalas: el paciente contestará a cada una de ellas, entre las tres posibilidades (sí —a veces— no). Se deberá dar una puntuación a cada respuesta: esto permitirá sumar las 25 respuestas. Con ello, podremos obtener los grados de incapacidad según valores obtenidos en el THI: no incapacidad (0–16%), incapacidad leve (18–36%) incapacidad moderada (38–56%) e incapacidad grave (58–100%).

Acufenometría: valora tres características: timbre, intensidad y nivel mínimo de enmascaramiento (NME).

Timbre: el paciente debe detectar un tono puro o de banda estrecha, semejante a la del acúfeno.

Intensidad: no hay relación clara entre intensidad y grado de incapacidad.

NME: nivel mínimo de enmascaramiento es la intensidad mínima de ruido necesario para que el paciente deje de percibir su acúfeno.

Test de hipersensibilidad al sonido (THS): mide el nivel de incapacidad que provoca el acúfeno. Fue desarrollado en Alemania por Neltin et al²⁹ y validado al castellano por Herráiz et al³⁰. Los test de hiperacusia se realizan cuando el paciente describa molestias a sonidos aunque tengan intensidades moderadas. El THS es un listado de preguntas que relacionan la actitud del paciente a sonidos externos donde el paciente contestará entre las siguientes opciones (nunca – en ocasiones – frecuentemente – siempre), nos permite obtener un porcentaje que determina en cuatro niveles la incapacidad que la molestia le genera.

Escala numérica de molestia a los sonidos: es una escala analógica visual que permite valorar de 0 a 10 la molestia que el sonido le produce al paciente.

También utilizamos para la valoración de la hiperacusia un listado con 10 actividades, que el paciente debe marcar si se han visto afectadas por la molestia. Estas actividades son: 1) asistir a conciertos; 2) restaurantes; 3) cines; 4) ir de compras; 5) hacer una vida social normal; 6) asistir a las funciones religiosas; 7) ir al trabajo; 8) conducir; 9) asistir a un espectáculo deportivo, y 10) cuidar niños.

Valoración auditiva: se realizará una audiometría completa con vía aérea, vía ósea, logaudiometría y umbral disconfor. Este último nos permite calorar la asociación del acúfeno con la hiperacusia y regular la prótesis de forma adecuada.

Valoración protésica; tonal y verbal con auriculares, campo libre sin audífonos y campo libre con audífonos.

En algunos casos, son criterio de terapia de reentrenamiento tinnitus (TRT) junto con el implante coclear, aquellos pacientes que después de la activación del implante coclear, no presentan suficiente mejoría del acúfeno. Se realiza terapia sonora mediante ruidos habituadores a través de la entrada de audio del procesador del implante coclear.

Paciente 1

Paciente varón de 57 años con antecedentes de enfermedad de ménière y acúfeno incapacitante, usuario de audífono bilateral, presenta hipoacusia severa en oído izquierdo (OI) y profunda en oído derecho (OD). El paciente refiere la existencia de un acúfeno bilateral constante en OI y

fluctuante en OD de tonalidad 250 Hz e intensidad 5 dB, sin utilización de ruido habituador.

Se realiza implante coclear utilizando sistema Advanced Bionics 90K-Hi Focus, en OD, utilizando procesador Auria[®] y audífono analógico intracanal en el lado contralateral.

Paciente 2

Paciente mujer de 55 años, afecta de otosclerosis, con hipoacusia severa OD, profunda OI y varios años de privación auditiva OI y usuaria de audífono OD. Presenta acúfeno incapacitante, de mas de 20 años, en ambos oídos, constante en OI y fluctuante en OD, de tonalidad 250 Hz e intensidad 5 dB. Escala subjetiva de 5, THI 94%, EVA 10, 100% horas de acúfeno, con alteraciones del sueño.

Se realiza implante coclear utilizando sistema cochlear Nucleus[®] Freedom, en OI, se aplicó ruido habituador rosa 2 K modulado a través de la entrada de audio del implante coclear, utilizando sistema MP3 especialmente diseñado para este estudio.

Paciente 3

Mujer de 32 años con hipoacusia OD con descenso abrupto en frecuencias agudas no compensable con audífono. El OI presenta una hipoacusia de características similares al OD. Presenta acúfeno incapacitante de tono puro constante de tonalidad 6.000 Hz e intensidad 4 dB.

Se implanta a la paciente con IC híbrido L cochlear nucleus OD y adaptación con audífono en OI. No utiliza ruido habituador.

No presenta hiperacusia en la valoración inicial, por tal motivo no se valoró posteriormente.

Se realiza una tabla comparativa de los tres pacientes sometidos al estudio mediante el protocolo de evaluación para el estudio del acúfeno (tabla 2).

Respecto a la programación del implante coclear, en la metodología utilizada se identificó la banda frecuencial del acúfeno, para incrementar la intensidad de los electrodos colaterales hasta la anulación del propio acúfeno, según la percepción del paciente. Este incremento oscila entre 1 y 6 mV. En el resto de la programación se actúa como en una programación habitual buscando la mejor percepción auditiva del paciente.

Para realizar una valoración postimplante coclear se analizan los parámetros anteriormente señalados (THI, EVA, escala subjetiva del acúfeno, porcentaje de tiempo que percibe el acúfeno, escala numérica de hiperacusia, THS y número de actividades afectadas en tres evaluaciones subjetivas:

- 1.^a Evaluación: 1 mes postimplantación en activación.
- 2.^a Evaluación: 3 meses postimplantación y habiendo realizado TRT (en los casos que ha sido necesaria la utilización de sonidos asociados).
- 3.^a Evaluación y sucesivas: cada 6 meses.

Resultados

La valoración del acúfeno e hiperacusia en los tres pacientes se resume:

Tabla 2 Tabla comparativa de los tres pacientes del estudio mediante el protocolo de evaluación del acúfeno

	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3
Localización	Bilateral	Bilateral	Holocraneal
Presentación	OI constante OD fluctuante	OI constante OI fluctuante	Constante
Tonalidad	250 Hz	250 Hz	6000 Hz
Intensidad	5 dB	5 dB	4 dB
Tipo de implante	90 K Hi-focus OD	Cochlear nucleus freedom OI	Híbrido L cochlear freedom OD
Ruido habituador	No	Sí	No
THI	^a	94	46
Escala subjetiva	4	5	4
EVA	10	10	7
% tiempo	100	100	100
N.º actividades (THS)	6	5	–
EVA hiperacusia	10	10	–

^aNo se realiza THI por ansiedad elevada.

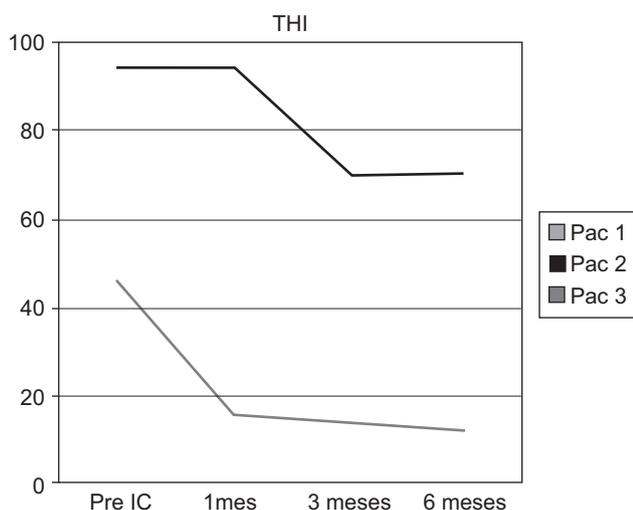


Figura 1 Resultados del THI donde observamos una reducción de la incapacidad del 94 al 70% en el segundo paciente y una evidente mejoría en el tercer paciente a los 6 meses del implante.

THI: no se realiza THI del primer paciente por dificultades derivadas de su estado de ansiedad elevada. En el segundo paciente, con incapacidad previa al implante coclear del 94%, a los 6 meses presenta una incapacidad del 70%. En el tercer paciente con una incapacidad moderada, no presenta incapacidad a los seis meses del implante (10%) (fig. 1).

EVA: en el primer y tercer paciente se reduce drásticamente la cuantificación de la molestia en escala numérica (de 10 a 1 y de 9 a 4 respectivamente) mientras que encontramos mejoría muy discreta en la segunda paciente (fig. 2).

Escala subjetiva: mejoría franca en la implicación del acúfeno en su vida cotidiana en el primer y último paciente, mientras que leve mejoría en la segunda paciente (fig. 3).

% tiempo: en el primer y último paciente encontramos una reducción significativa del tiempo de percepción del acúfeno que, incluso, se anula en el tercero, mientras que permanece en la segunda paciente (fig. 4).

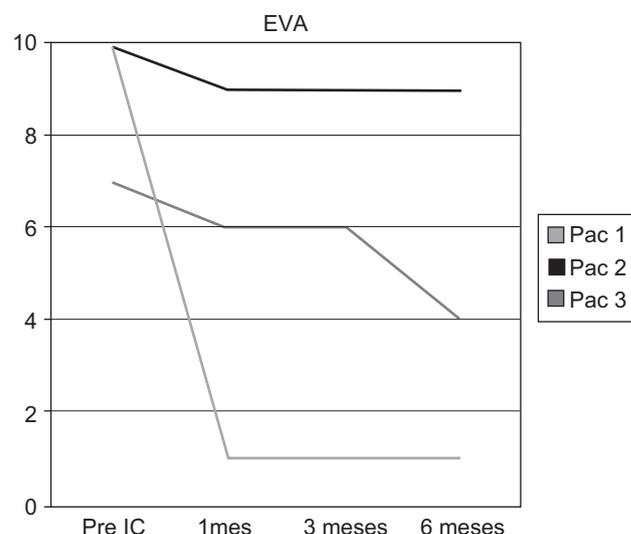


Figura 2 Evidente mejoría en la escala numérica de la molestia (EVA) en el primer y tercer paciente a los 6 meses de la implantación.

Escala numérica de hiperacusia: mejoría casi total del primer paciente (de 10 a 1) a los 6 meses mientras que muy discreta en la segunda paciente. El tercer paciente no presentaba hiperacusia (fig. 5).

Actividades afectadas que el paciente no puede realizar: franca mejoría en las actividades del primer paciente. No modificación de la segunda (fig. 6).

Cuestionario de valoración protésica: de los tres pacientes, dos utilizan el implante todo el día con agrado y que le ayuda a prescindir de su acúfeno, excepto la segunda, que lo utiliza de manera discontinua (8 h diaria) y le ayuda levemente a prescindir de su acúfeno (tabla 3).

Discusión

En nuestro estudio vemos que el acúfeno desaparece en dos de nuestros pacientes y mejora en otro tras la implantación

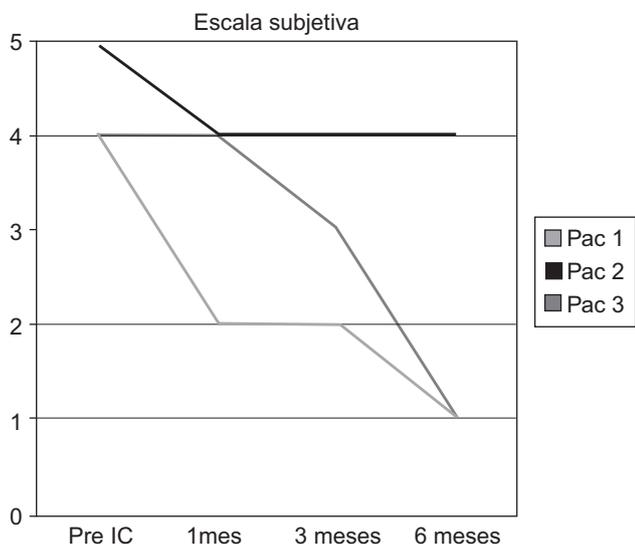


Figura 3 Franca mejoría en la escala subjetiva de implicación del acúfeno en su vida cotidiana en el primer y último paciente.

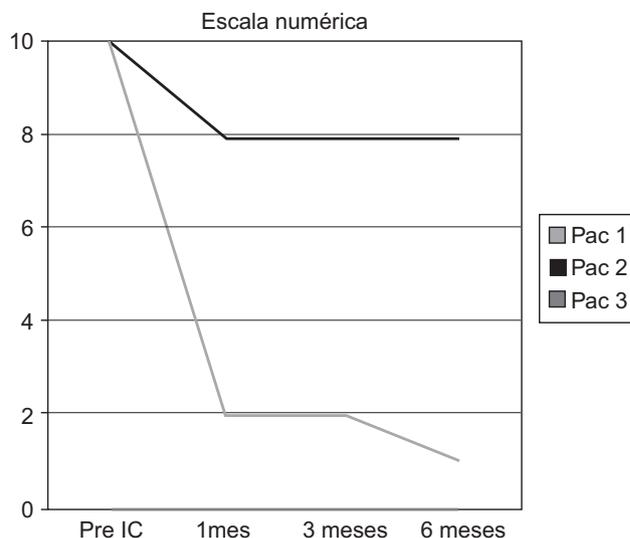


Figura 5 Mejoría casi total del primer paciente a los 6 meses y discreta en el segundo.

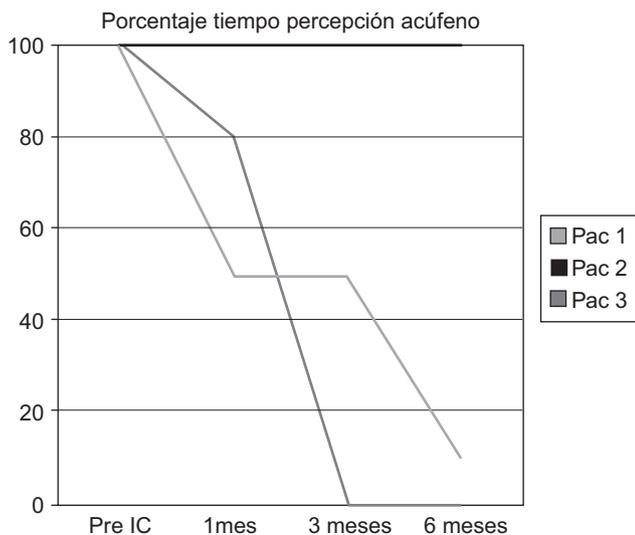


Figura 4 Reducción significativa del tiempo de percepción del acúfeno (se anula en el tercer paciente) a los seis meses de seguimiento.

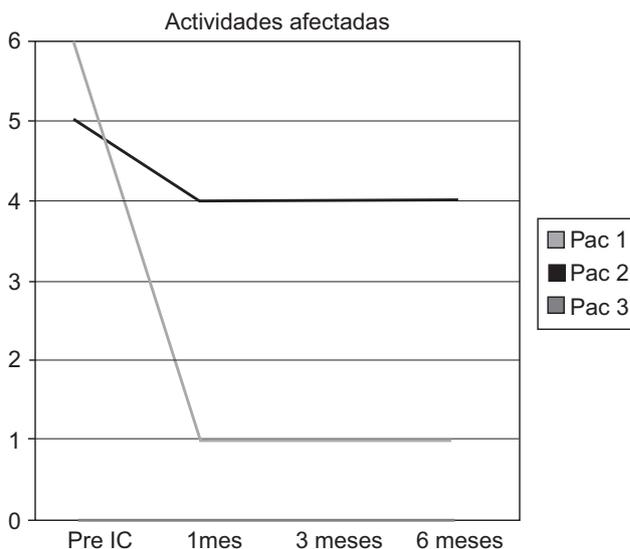


Figura 6 El primer paciente presenta evidente mejoría de las actividades afectadas, sin modificación del resultado en el segundo paciente.

coclear, lo que concuerda con otros autores consultados. Soulière et al²³ muestran una mejoría tras la implantación en 54% de los pacientes. Aschendorff et al¹⁵ encontraron que los acúfenos desaparecen o se reducen en silencio en el 75% de los pacientes postimplante. Demajumdar et al¹⁷ encuentran una supresión o mejoría en 63% de los pacientes. Como media, entre el 60 y el 90 % de los pacientes con acúfeno incapacitante tratados mediante implantación coclear reportaran una mejoría total o parcial de su sintomatología en los diferentes estudios citados⁴⁻²⁶. En menos de un 10% de los casos⁴⁻²⁶ empeoró el acúfeno con la implantación coclear o apareció un acúfeno de cualidades distintas al anterior del paciente.

La razón por la cual los implantes cocleares tienen un efecto positivo en los acúfenos está aún bajo investigación. La primera razón propuesta sugiere que el implante coclear

tiene un efecto de máscara acústica en el acúfeno³¹. Esta hipótesis por sí sola no es suficiente para entender el efecto beneficioso del implante sobre el acúfeno. De hecho, si el implante provoca una reducción o supresión total del acúfeno, el efecto parece que persiste cuando el implante está apagado. Además, en muchos casos, el efecto de la implantación coclear es bilateral.

La estimulación eléctrica directa de la cóclea puede jugar un papel importante en la supresión del acúfeno inducida por el implante coclear. Mo et al (2002) observaron que la capacidad de la implantación de suprimir el acúfeno fue significativamente mayor que con los audífonos, y atribuía este efecto a la estimulación eléctrica de las fibras nerviosas realizada a través del implante coclear¹³.

De los tres tipos de implante coclear en nuestro estudio, se observó una preservación de restos auditivos en el uso del

Tabla 3 Cuestionario de valoración protésica de los tres pacientes sometidos al estudio

Paciente	1	2	3
Horas de utilización del IC	Todo el día	Discontinuo	Todo el día
¿Lo utiliza con agrado?	Sí	Sí	Sí
¿Le ayuda a prescindir de su acúfeno?	Sí	Un poco	Sí

sistema coclear «Hybrid L», lo cual permite mejorar las condiciones de estimulación eléctrica y probablemente afecte a la franca mejoría del acúfeno de dicha paciente.

Aunque la mejoría del acúfeno puede ser atribuida a la activación de las fibras nerviosas inducidas por el implante, las recientes investigaciones sobre la patogenia del acúfeno sugieren que la reorganización de las vías auditivas centrales puede jugar un papel importante. Como consecuencia directa de este mecanismo, la influencia de los implantes cocleares sobre el acúfeno no sólo se espera que sea ipsilateral, sino también al acúfeno contralateral. Muchos estudios en la literatura demuestran las modificaciones plásticas extensas en muchas áreas del sistema nervioso central tras el uso del implante coclear. Yasuhito et al³² estudiaron tres pacientes con acúfenos con resultados de PET en dos condiciones diferentes: durante la percepción del acúfeno y el implante apagado, y durante la inhibición residual del acúfeno obtenido con el implante encendido. Este estudio demostró la activación del hemisferio cerebral derecho mientras que se percibía el acúfeno, y la activación del Gyrus temporal anterior y superior durante la inhibición del acúfeno. Un estudio realizado por Giraud et al³² en pacientes implantados, la reorganización del área cerebral asociada al uso del implante puede también explicar la mejoría del resultado del THI³³ que se ve en nuestros pacientes.

Se puede asumir que la estimulación eléctrica directa puede implicar una supresión unilateral a corto plazo en la supresión del acúfeno unilateral, así como las modificaciones plásticas pueden jugar un papel en la supresión del acúfeno bilateral y a largo plazo. En la postimplantación, la reducción estadísticamente significativa del THI sugiere que la mayoría de los pacientes se habitúan al acúfeno gradualmente, que es consistente con el modelo de Jastreboff³⁴.

La activación del implante distrae al paciente de los acúfenos hacia los sonidos del ambiente, así disminuye la percepción del acúfeno y consecuentemente reduce los estados emocionales negativos asociados al acúfeno³⁵.

Conclusiones

Debido al efecto positivo del implante coclear sobre los acúfenos, se puede sugerir considerar como indicación de implante una hipoacusia neurosensorial bilateral severa asociada a acúfeno bilateral severo; así, el acúfeno se consideraría como criterio de selección para implantación. También podemos sugerir al paciente el bajo riesgo de empeoramiento del acúfeno tras la implantación.

En la actualidad, se continúa en nuestro centro en esta línea de trabajo, utilizando en casos muy avanzados de acúfenos incapacitantes, el sistema «Hybrid L».

Bibliografía

- Hazell JWPI, Jastreboff JP. Curso sobre terapéutica del acúfeno. Unidad ORL. Madrid: Hospital Ruber Internacional; 1996.
- Ottavani A, Bergomi A. Eziopatogenesi. In: Motta G, editor. Gli Acufeni. Tai LXX Congresso Nazionale Della Società Italiana di Otorinolainfoiatria e Chirurgia Cerviño-Facciale. Bologna, maggio, 1998. p. 25–8.
- Quaranta N, Wastaff S, Baguley D. Tinnitus and cochlear implantation. *Int J Audiol.* 2004;43:245–51.
- Van de Heyning P, Vermeire K, Diebl M, Nopp P, Anderson I, De Ridder D. Incapacitating unilateral tinnitus in single-side deafness treated by cochlear implantation. *Am J Audiol.* 2009;18:144–51.
- Kleinjung T, Steffens T, Strutz J, Langguth B. Curing tinnitus with a Cochlear Implant in a patient with unilateral sudden deafness: a case report. *Cases J.* 2009;2:7462.
- Quaranta N, Fernández Vega S, D'elia C, Filipo R, Quaranta A. The effect of unilateral multichannel cochlear implant on bilaterally perceived tinnitus. *Acta Otolaryngol.* 2008;128:159–63.
- Portmann D, Felix F, Negrevergne M, Bourdin M, Lagourgue P, Coulomb-Faye F, et al. Bilateral cochlear implantation in a patient with long-term deafness. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord).* 2007;128:65–8.
- Di Nardo W, Cantore I, Cianfrone F, Melillo P, Scorpecci A, Paludetti G. Tinnitus modifications after cochlear implantation. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2007;264:1145–9.
- Quaranta N, Wagstaff S, Baguley DM. Tinnitus and cochlear implantation. *Int J Audiol.* 2004;43:245–51.
- Miyamoto RT, Bicheley BG. Cochlear implantation for tinnitus suppression. *Otolaryngol Clin North Am.* 2003;36:345–52.
- Lusting LR, Yeagle J, Niparko JK, Minor LB. Cochlear implantation in patients with bilateral Ménière's syndrome. *Otol Neurotol.* 2003;24:397–403.
- GReimel kv, Meco C, Mair A, Kohlböck G, Albegger K. How is tinnitus influenced by cochlear implantation? *HNO.* 2003;51:226–31.
- Mo B, Harris S, Lindbaek M. Tinnitus in cochlear implant patients—a comparison with other hearing-impaired patients. *Int J Audiol.* 2002;41:527–34.
- Ruckenstein MJ, Hedgepeth C, Rafter KO, Montes ML, Bigelow DC. Tinnitus suppression in patients with cochlear implants. *Otol Neurotol.* 2001;22:200–4.
- Aschendorff A, Pabst G, Klenzer T, Laszig R. Tinnitus in Cochlear Implant Users: The Freiburg Experience. *Int Tinnitus J.* 1998;4:162–4.
- Vernon JA. Masking of tinnitus through a cochlear implant. *J Am Acad Audiol.* 2000;11:293–4.
- Demajumdar R, Stoddart R, Donaldson I, Proops DW. Tinnitus, cochlear implants and how they affect patients. *J Laryngol Otol Suppl.* 1999;24:24–6.
- Ito J. Tinnitus suppression in cochlear implant patients. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;117:701–3.
- Miyamoto RT, Wynne MK, McKnight C, Bichey B. Electrical Suppression of Tinnitus via Cochlear Implants. *Int Tinnitus J.* 1997;3:35–8.

20. Ito J, Sakakihara J. Tinnitus suppression by electrical stimulation of the cochlea wall and by cochlear implantation. *Laryngoscope*. 1994;104(6 Pt1):752–4.
21. Ito J, Sakakihara J. Suppression of tinnitus by cochlear implantation. *Am J Otolaryngol*. 1994;15:145–8.
22. Kou BS, Shipp DB, Nedzelski JM. Subjective benefits reported by adult Nucleus 22-channel cochlear implant users. *J Otolaryngol*. 1994;23:8–14.
23. Souliere Jr CR, Kileny PR, Zwolan TA, Kemink JL. Tinnitus suppression following cochlear implantation. A multifactorial investigation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1992;118:1291–7.
24. Tyler RS, Kalsay D. Advantages and disadvantages reported by some of the better cochlear-implanted patients. *Am J Otol*. 1990;11:282–9.
25. Despreaux G, Tison P, Van den Abbeele T, Moine A, Frachet B. Tinnitus and implants. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*. 1990;107:462–5.
26. Hazell JW, Meerton LJ, Conway MJ. Electrical tinnitus suppression (ETS) with a single channel cochlear implant. *J Laryngol Otol Suppl*. 1989;18:39–44.
27. Newman CW, Jacobson GP, Spitzer J. Development of Tinnitus Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1996;122:143–8.
28. Herráiz C, Hernández Calvín J, Plaza G, Tapia MC, de los Santos G. Evaluación de la incapacidad en pacientes con acúfenos. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2001;52:534–8.
29. Nelting M, Rienhoff NK, Hesse G, Lamparter U. Die Erfassung des subjektiven Leidens unter Hyperakusis mit einem Selbstbeurteilungsbogen zur Geräuschüberempfindlichkeit (GÜF). *Laryngo-Rhino-Otol*. 2002;81:327–34.
30. Herráiz C, de los Santos G, Diges I, Díez R, Aparicio JM. Evaluación de la hiperacusia: test de hipersensibilidad al sonido. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2006;57:303–6.
31. Battermer R, Heermann R. Suppression of tinnitus by electric stimulation in cochlear implant patients. *HNO*. 1989;37:148–52.
32. Yasuhiro A, Osaka A. Neural mechanism of residual inhibition of tinnitus in cochlear implant users. *Neuroreport*. 2005;16:1625–8.
33. Giraud A, Price C. Functional plasticity of language-related brain areas after cochlear implantation. *Brain*. 2001;124:1307–16.
34. Jastreboff P. Phantom auditory perception—Tinnitus: mechanisms of generation and perception. *J Neuroscience Research*. 1990;4:221–54.
35. Baguley DM, Atlas MD. Cochlear implants and tinnitus. *Prog Brain Res*. 2007;166:347–55.