

IMPLANTE COCLEAR. ESTADO ACTUAL Y FUTURO

COCHLEAR IMPLANT. CURRENT STATE AND FUTURE

DR. ÁNGEL RAMOS-MACÍAS (1), DRA. SILVIA BORKOSKI-BARREIRO (2), DR. JUAN C. FALCÓN-GONZÁLEZ (2), DR. ÁNGEL RAMOS DE MIGUEL (2).

(1) Profesor Titular Otorrinolaringología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Jefe de Servicio de ORL y Cirugía Cérvico Facial. Complejo Hospitalario Universitario Insular y Materno Infantil de Canarias. España.

(2) Unidad de Hipoacusia. Servicio de ORL y Cirugía Cérvico Facial. Complejo Hospitalario Universitario Insular y Materno Infantil de Canarias. España.

Email: ramosorl@idecnet.com

RESUMEN

La hipoacusia representa un importante problema de salud. La dificultad para oír y comunicarse es frustrante para la persona, provocando aislamiento social y baja autoestima, asociándose frecuentemente con depresión y con demencia en la senectud.

Hay muy pocas tecnologías en el área sanitaria que se hayan desarrollado tan rápidamente como el Implante Coclear. En éste artículo nos centraremos en los aspectos más importantes, como la innovación tecnológica, la innovación en las indicaciones y en la técnica quirúrgica, y como no, en la innovación en el aspecto educativo y el impacto social.

Probablemente queden aspectos por ver, pero en este apartado podremos recoger los aspectos más importantes de la técnica que ha revolucionado no solo la otorrinolaringología como especialidad, sino la forma de abordar un problema médico, social y comunicativo del ser humano.

Palabras clave: Implante coclear, hipoacusia, sistemas implantables.

SUMMARY

Hearing loss presents a major health problem. Patients with difficulty to hearing and communicating is

frustrating for them causing social isolation and low self-esteem, often being associated with depression and dementia in senescence. In health area there are very few developed technologies as quickly as Cochlear Implant. In this editorial we will focus on the most important aspects such as technological innovation, extension of indications and surgical technique, and specially in education aspect and social impact. Probably there are some aspects to investigate, these sections collect the most important issues of the technique that has revolutionized not only in Otorhinolaryngology field, however the way to deal medical condition, social and communicative human problem.

Key words: Cochlear implant, hearing loss, implantable hearing systems.

INTRODUCCIÓN

Hace un tiempo me preguntaba si Djournio y Chovard, realmente fueron conscientes de la puerta que habían abierto al estimular eléctricamente la cóclea. Recientemente tuve la oportunidad de estar de nuevo con el Prof. Chouard (aunque ya en los años ´80 tuve la oportunidad de conocerlo y formarme en mis inicios con él), y le hice la misma pregunta. Su respuesta fue sorprendente: "... ni siquiera

yo, que fui discípulo de ellos, era consciente de lo que iba a cambiar...".

La hipoacusia representa un importante problema de salud. La dificultad para oír y comunicarse es frustrante para la persona, provocando aislamiento social y baja autoestima, asociándose frecuentemente con depresión y con demencia en la senectud, siendo un motivo de consulta frecuente, tanto en atención primaria como en especializada, generando en numerosos casos incapacidad crónica y minusvalía. Es algo más frecuente en los hombres y puede aparecer en cualquier época de la vida, aumentando su frecuencia con la edad, siendo 1.5 a 1.6 por cada 1000 nacidos vivos mientras que en mayores de 65 años es el 70% y el 80-90% en mayores de 80 años.

Hay muy pocas tecnologías en el área sanitaria que se hayan desarrollado tan rápidamente, incluso pienso, que al publicarse este artículo su contenido ya esté desactualizado.

Sin embargo, intentaré centrar los aspectos más importantes en cuatro apartados:

- Innovación tecnológica.
- Innovación de las indicaciones.
- Innovación quirúrgica.
- Innovación educativa e impacto social.

Probablemente queden aspectos por ver, pero en estos apartados podremos recoger los aspectos más importantes de la técnica que ha revolucionado no solo la otorrinolaringología como especialidad, sino la forma de abordar un problema médico, social y comunicativo del ser humano.

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Hay muchas áreas que destacar, que son fundamentales para poder reconocer avances en el área de la implantación coclear:

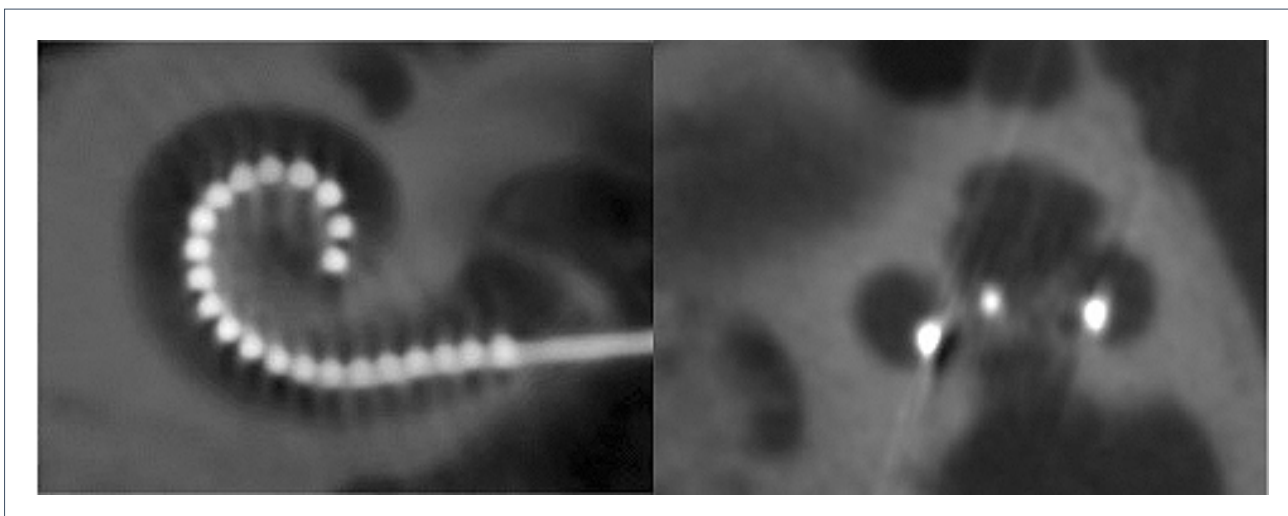
Diseños de nuevos sistemas implantables

En la actualidad, todos los sistemas del mercado han mejorado sus diseños. En todos los casos la "miniaturización", creando sistemas más flexibles y más estrechos que precisan menor área de integración quirúrgica. Por otro lado el desarrollo de los sistemas de estimulación (porta-electródos) se ha dividido en dos grandes grupos: los sistemas perimodiolares y los sistemas rectos o antimodiolares (situados en la pared externa de la cóclea). A ellos ha de sumarse sistemas cortos, sistemas de doble electrodo o sistemas específicos para malformaciones congénitas, a los que no vamos a entrar.

Los sistemas perimodiolares presentan un mejor resultado en la estimulación al evitar en mayor grado la interacción de canales, aunque no está claro si con los sistemas actuales producen un mayor daño coclear. Esto podría evitarse con los nuevos sistemas que reducen más de un 60% el diámetro de los modelos actuales y sólo precisan inserciones de 14mm. (Figura 1).

Por otro lado, los sistemas rectos, son más flexibles y permiten una inserción más profunda con estimulación directa de la región más apical. Aunque esto tampoco parece que suponga una mejora en el rendimiento global del sistema. Además su situación alejada del modiolos aumenta el consumo de las baterías al estar situada la región de esti-

FIGURA 1. ESTUDIO RADIOLÓGICO DE ELECTRODO PERIMODIOLAR COCHLEAR CI532, MEDIANTE CONEBEAM CT

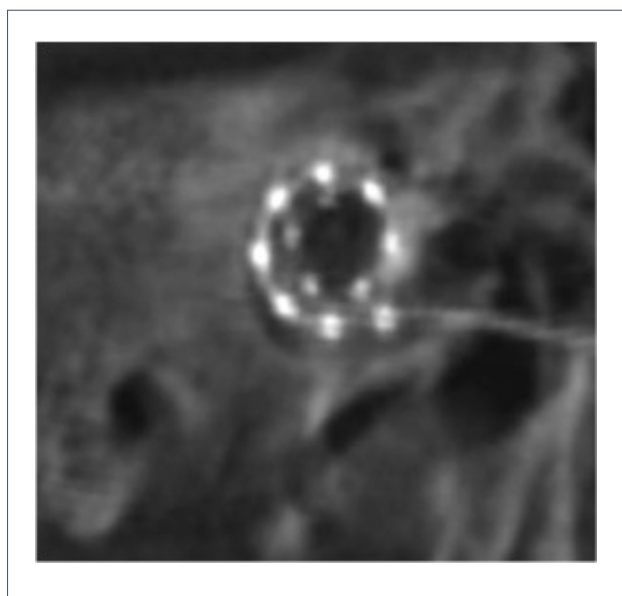


mulación más alejada de los electrodos, la posibilidad de interacciones y probablemente una estimulación menos específica (Figura 2).

Por eso no podemos situarnos de forma clara entre cual sistema parece el mejor, pero está claro que un sistema perimodiolar flexible y con posibilidad de estimular con mayor probabilidad por su cercanía al sistema neural, sería el más idóneo.

Sin duda alguna, la aparición de sistemas totalmente implantables en la actualidad ya existente (TIKI, *Cochlear* Ltd) es un futuro casi inmediato y evitará muchos de los inconvenientes que nuestros pacientes en la actualidad presentan.

FIGURA 2. ELECTRODO RECTO FLEXIBLE MED EL. ESTUDIO MEDIANTE TOMOGRAFÍA AXIAL DE ALTA RESOLUCIÓN



Diseño de nuevos tipos de estrategias

Este punto ha sido esencial, la mejora de percepción en ambientes ruidosos, ambiente de música y sonidos con mucha riqueza espectral de la audición, han sido demandas de los pacientes implantados, en este momento es necesario no solo poder con las nuevas estrategias de estimulación satisfacer estos deseos, sino también abrir a la posibilidad de integrar estos sistemas en los sistemas de comunicación de uso diario (tablets, teléfonos y otros sistemas).

En el mundo del implante coclear se entienden dos tipos de estrategias, la de **codificación** y la de **estimulación**.

La estrategia de codificación es aquella que se encarga de recoger un sonido y decidir qué electrodos se han de

estimular y de qué manera. En los inicios del implante coclear, en implantes monocanales no existía estrategia de codificación propiamente, la señal que se recogía de audio se aplicaba directamente al nervio auditivo, conocida como estrategia analógica. Esta estrategia no ofrecía inteligibilidad a los pacientes debido a la poca resolución frecuencial, solo tenían un electrodo, como a la mala representación del estímulo eléctrico, codificación analógica. En 1991 Blake Wilson desarrolló la estrategia de codificación *continuous interleaved sampling* (CIS) la cual recoge una señal de audio, la descompone en diferentes bancos de frecuencia y extrae la energía de cada banco. Una vez sabemos qué energía tiene cada banco, aplicamos una corriente proporcional a cada electrodo asociado a cada banco y los estimulamos de manera secuencial para evitar que la estimulación altere la de sus vecinos. Actualmente todas las estrategias, de una manera u otra están relacionadas con la estrategia CIS, por ejemplo, ACE, SPEAK, HiRes, FSP, FS4-p, las cuales trabajan para -con un número limitado de electrodos- tratar de aportar al paciente la mayor riqueza espectral, la menor interacción entre canales y el estímulo más natural posible.

La estrategia de estimulación, en cambio, es la que se encarga de configurar los electrodos para que el impulso eléctrico estimule el nervio auditivo. Actualmente y de uso clínico existen tres modos de estimulación (Figura 3):

-Monopolar: Se aplica una diferencia de potencial entre un electrodo intracoclear y otro extracoclear.

-Bipolar: Se aplica una diferencia de potencial entre dos electrodos intracocleares.

-Common Ground: Se aplica una diferencia de potencial entre un electrodo intracoclear y todos los demás intracocleares.

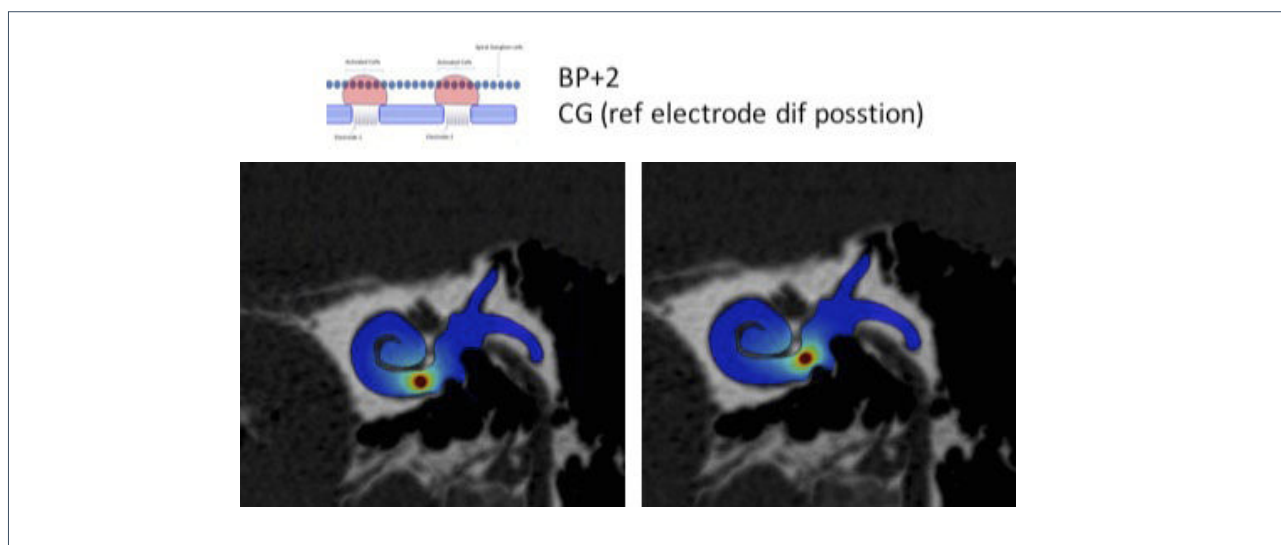
De estos tres modos de estimulación, los más empleados son el monopolar y el bipolar. El bipolar tiene la ventaja de focalizar mejor la estimulación pero tiene un elevado coste energético. El monopolar en cambio no tiene tanta capacidad de focalización, pero consume mucho menos.

En la actualidad se está trabajando en nuevas estrategias de estimulación multipolar que permitan reducir el consumo, debido a la estimulación y focalizar el estímulo eléctrico en una región del nervio.

Mejora en partes externas

Los datos de fiabilidad de todas las compañías de implante coclear informan tanto del CFP (*Cumulative Failure Percentage*) que es el porcentaje de supervivencia acumulado

FIGURA 3. REPRESENTACIÓN DE 2 ELECTRODOS BASALES Y SU SISTEMA DE ESTIMULACIÓN BIPOLAR



de un dispositivo en un periodo de tiempo dado, que ha mejorado de forma exponencial en los últimos años. Así mismo el CSP (Porcentaje Acumulado de Fallo), es decir, el porcentaje acumulado de dispositivos que ya no funcionan dentro de un periodo de tiempo dado ha mejorado también. Por otro lado, la incorporación de sistemas de conectividad tales como (*bluetooth*, *wireless* 2.4GHz), sistemas de micrófonos multidireccionales, resistencia al agua y adaptación a entornos complejos, han hecho de las partes externas una mejora continua.

En la actualidad ya existen modelos de procesadores que constan de una sola pieza y tiene integrado todos los componentes externos, por lo que no necesita cables y permiten a los portadores de implante coclear dejar libre la zona posterior de la oreja. Esto mejora la estética y si a esto asociamos la posibilidad de conexión mediante sistemas inalámbricos, la "libertad" del paciente aumenta de forma considerable.

También es esencial la compatibilidad con otras tecnologías, y en especial con la resonancia magnética nuclear (RMN). Actualmente existen implantes como el modelo *Synchrony* de Medel que se ha diseñado para poder ser utilizado en RMN de hasta 3 Tesla, permitiendo mejor calidad de imagen en la prueba de RMN (1).

INNOVACIÓN DE LAS INDICACIONES

Edad:

En la actualidad 1 de cada 1000 recién nacidos sufre una sordera total en el momento del nacimiento. Esta sordera, en la mayor parte de los casos, impedirá el desarrollo del lenguaje, produciendo una importante minusvalía.

Parece que no existe límite inferior de edad en la implantación coclear. De hecho, la implantación precoz ha demostrado de forma clara los beneficios auditivos en el niño así como los beneficios en el desarrollo lingüístico. Está claro que los beneficios por debajo de los dos años de edad son esenciales y estadísticamente significativos. Así mismo parece que aquellos niños implantados alrededor del año de vida o menos mejoran las habilidades de adquisición lingüística (2,3).

En general las ventajas de una implantación coclear en un niño de corta edad son:

La potencial obtención de *mejores resultados*, lo que significa que, en el caso de sorderas prelocutivas, cuanto antes se inicie la estimulación auditiva con un implante coclear mejores resultados se obtienen.

La segunda ventaja sería la de dotar al niño de un *código de comunicación oral* para el momento en el que se inicia la escolarización.

La tercera ventaja al llevar a cabo la colocación de un implante coclear, inmediatamente después de haber alcanzado el diagnóstico de hipoacusia profunda bilateral, es *reducir la ansiedad de los padres y los efectos negativos* que esta puede ejercer en el seno de la familia y por lo tanto en el niño.

Por otro lado, hablar de un límite por encima de los 65 o 70 años, tampoco parece que tenga sentido. Estudios sobre el desarrollo cognitivo y las mejoras en el deterioro intelectual relacionado con la edad, parecen tener un menor efecto e el paciente implantado frente aquel que no recibe el implante coclear (4).

Indicaciones audiológicas

Otra de las evoluciones naturales de esta tecnología es el paso de indicaciones basadas exclusivamente en pérdidas profundas bilaterales postlinguales, hacia indicaciones que por un lado incluyen pacientes con hipoacusias severas (o lo que es lo mismo con restos auditivos) y pacientes en situaciones bimodales o con hipoacusias asimétricas incluso hipoacusias unilaterales.

Implantación coclear bilateral

La implantación bilateral permite mejorar la localización de la fuente sonora. Las razones para considerar la colocación de un segundo implante coclear pueden ser las siguientes: La posibilidad de capturar el oído auditivamente mejor.

Mejorar la localización de los sonidos. Las personas normo-oyentes tienen una excelente capacidad para localizar los sonidos, de forma que son capaces de distinguir en el plano horizontal dos sonidos separados 1º-2º. En este grupo de normalidad, la detección de diferencias interaurales de tiempo puede ser tan pequeña como 10µs y la detección de diferencias interaurales de intensidad tan bajas como 0,5-1dB.

Evitar el efecto de “sombra” de la cabeza.

Mejorar la percepción de la palabra en ambiente de ruido. Alcanzar una estimulación bilateral de las vías y centros auditivos durante el periodo de mayor plasticidad neural.

En este punto es necesario definir dos conceptos:

BINAURAL: capacidad del cerebro de combinar ambas señales acústicas, que provienen de cada oído, permitiendo al extraer la información sobre ubicación de la fuente sonora o filtrado de ruido ambiental, que permitirá una mejor comprensión de la palabra en ruido. La información sonora que llega a los dos oídos converge en las neuronas del tronco del encéfalo para crear una representación binaural a nivel central. Efecto que se observa en niños implantados cocleares de manera bilateral y simultánea antes de los dos años de edad o implantación bilateral secuencial antes de los dos años de edad.

BILATERAL: el beneficio bilateral es la capacidad para utilizar el “mejor” oído (mejor relación señal-ruido) en cualquier circunstancia. El efecto “sombra de la cabeza” se refiere a que cuando se escucha en ambiente de ruido, la cabeza actúa como una barrera frente al sonido, la cual atenúa el ruido sobre el lado opuesto a la señal. Efecto que se observa en niños implantados cocleares de manera bilateral-secuencial en la que el primer oído es implantado antes de los 3 años de edad y el segundo antes de los 12 años de edad.

Existen ciertas situaciones, en las cuales es recomendable la implantación coclear bilateral (ICB) que se puede realizar mediante dos técnicas quirúrgicas:

En dos tiempos o secuencial: la implantación se realiza en cada oído en dos diferentes tiempos quirúrgicos, separados desde meses hasta incluso años.

En un tiempo o simultánea: con esta técnica ambos implantes son colocados en una sola cirugía.

Si bien está claro que la implantación coclear bilateral simultánea ha demostrado en todas las agencias de evaluación de tecnologías sanitarias su eficacia respecto a la implantación unilateral, se plantean dudas en casos de implantación secuencial. Los criterios fundamentales para considerar el segundo implante coclear, se deben basar en dos puntos:

1. El tiempo entre el primero y el segundo implante.
2. Lo que es más importante, el tiempo y características del segundo oído a implantar, de tal forma que un oído “prelingual” con mucho tiempo de privación auditiva no tendrá un buen resultado, si comparamos con uno oído “postlingual” (segundo a implantar) de poco tiempo de privación auditiva, incluso teniendo en cuenta la fecha del primer implante.

Una modalidad absolutamente extendida y demostrada su eficacia es la estimulación bimodal que es aquella en la que un lado se estimula con un implante coclear y el contralateral con audífono (5-7).

Estimulación Electroacústica

La estimulación electroacústica puede dar información de frecuencias altas, a través del implante, mientras que el audífono puede dar información de las frecuencias graves. Esta situación mejora la percepción del lenguaje, la calidad sonora y la percepción musical (8).

La **estimulación eléctrica** tiene como elementos fundamentales:

1. El procesador de sonido externo capta el sonido y lo transforma en señales digitales.
2. El procesador de sonido envía señales digitales y energía al implante.
3. El implante recibe la información del procesador y envía el estímulo a cada electrodo del haz de electrodos intracoclear la respuesta auditiva del nervio provocada por la estimulación eléctrica y acústica se envía al cerebro, que las combina percibiendo un sonido.

La **estimulación por acústica**, por otro lado se caracteriza por:

1. El procesador de sonido externo envía los sonidos de baja

frecuencia al componente acústico.

2. El componente acústico amplifica los sonidos de baja frecuencia y los envía a través de la vía auditiva natural los sonidos amplificados excitan los nervios auditivos. La respuesta auditiva del nervio provocada por la estimulación eléctrica y acústica se envía al cerebro, que las combina percibiendo un sonido

Implantación coclear en hipoacusias asimétricas (*Single-Sided Deafness (SSD)*, Acúfenos)

Hoy en día está aceptado el uso de los implantes cocleares en sorderas asimétricas, especialmente en casos de hipoacusias unilaterales. La mayor experiencia está en casos de hipoacusias unilaterales asociadas a acúfenos.

El concepto de acúfeno o tinnitus ha sufrido una evolución progresiva. Paralela a los avances tecnológicos en su diagnóstico y tratamiento. Frente al concepto limitado a una alteración en el componente coclear defendida hace años, 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 1991 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 se asocian a este síntoma (9, 10). 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 general. Es un síntoma frecuente en los candidatos a implante coclear, con una prevalencia del 66 al 86% (11). El estudio de cómo la percepción del acúfeno cambia tras la inserción del electrodo dentro de la cóclea y la activación coclear puede dar un nuevo planteamiento sobre los mecanismos patogénicos y el tratamiento del acúfeno.

En nuestra experiencia, el acúfeno desaparece en la gran mayoría de nuestros pacientes, lo que concuerda con otros autores consultados. Soulière y cols. muestran una mejoría tras la implantación en 54% de los pacientes.

Aschendorff y cols. encontraron que los acúfenos desaparecen o se reducen en silencio en el 75% de los pacientes postimplante. Demajumdar y cols. encuentran una supresión o mejoría en 63% de los pacientes (12-15). La razón por la cual los implantes cocleares tienen un efecto positivo en los acúfenos está aún bajo investigación. Así mismo, es importante reseñar que los pacientes presentan un nivel de audición con hipoacusia moderada o severa grado I en el lado contralateral utilizando audífono (Figura 4).

La estimulación eléctrica directa de la cóclea puede jugar un papel importante en la supresión del acúfeno inducida por el implante coclear. Mo y cols. 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 coclear (16).

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 *Tinnitus Handicap Inventory* (THI) sugiere que la mayoría de los pacientes se habitúa al acúfeno gradualmente, que es consistente con el modelo de Jastreboff (10).

Los resultados en hipoacusias unilaterales es así mismo excelente en la mayor parte de los estudios realizados (17,18).

En casos de hipoacusias asimétricas en niños prelinguales congénitos los resultados sin embargo son más variables y aún presentan dudas en su indicación (19).

INNOVACIÓN QUIRÚRGICA

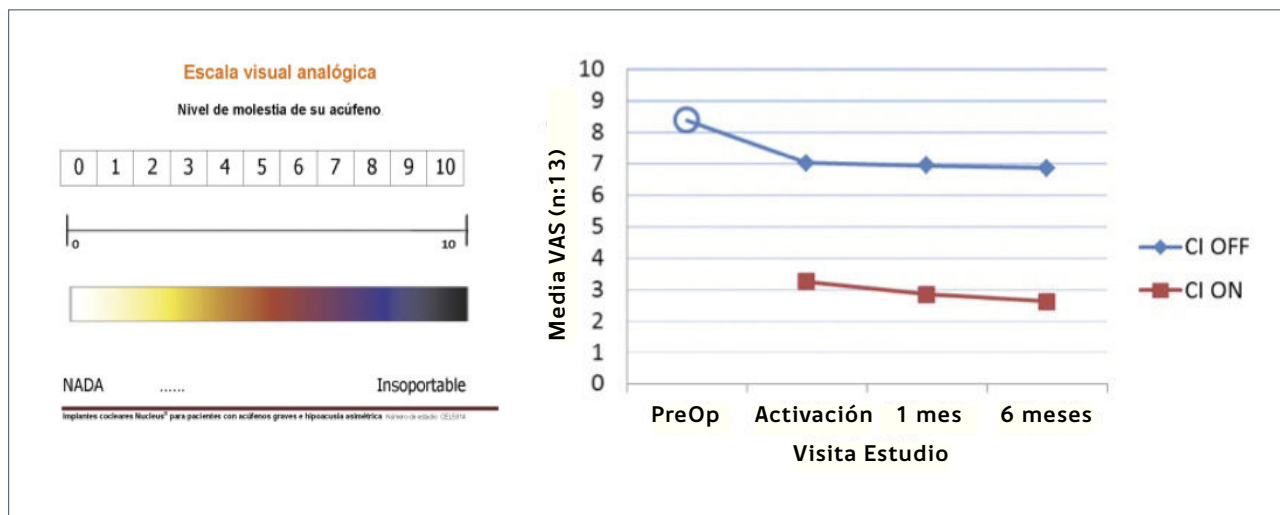
Aunque se han extendido los sistemas de control y monitorización intraoperatoria en casos complejos como las malformaciones congénitas, nos centraremos en el concepto de cirugía atraumática.

En trabajos previos el sistema de preservación auditiva, se fundamenta en la aparición de:

Lesiones Mayores (pueden derivar en pérdida de los elementos neurales de la cóclea), son aquellas en las que se producen traumatismos de la lámina espiral ósea y rotura de la membrana basilar.

Lesiones Moderadas (se producen daños parciales o menores de las estructuras neurales), son aquellas en las que se producen microtraumatismos de la membrana basilar.

FIGURA 4. RESULTADOS EN LA SUPRESIÓN DEL ACÚFENO, DE ACUERDO CON LA ESCALA ANALÓGICA VISUAL EN PACIENTES IMPLANTADOS CON UN SEGUIMIENTO DE 6 MESES



(Tomado de Ramos et al 2015).

Lesiones menores no alteran la función neural, pero a medio plazo pueden producir deterioro de los restos auditivos, son las derivadas del trauma del ligamento espiral y el traumatismo producido en la apertura del endostio.

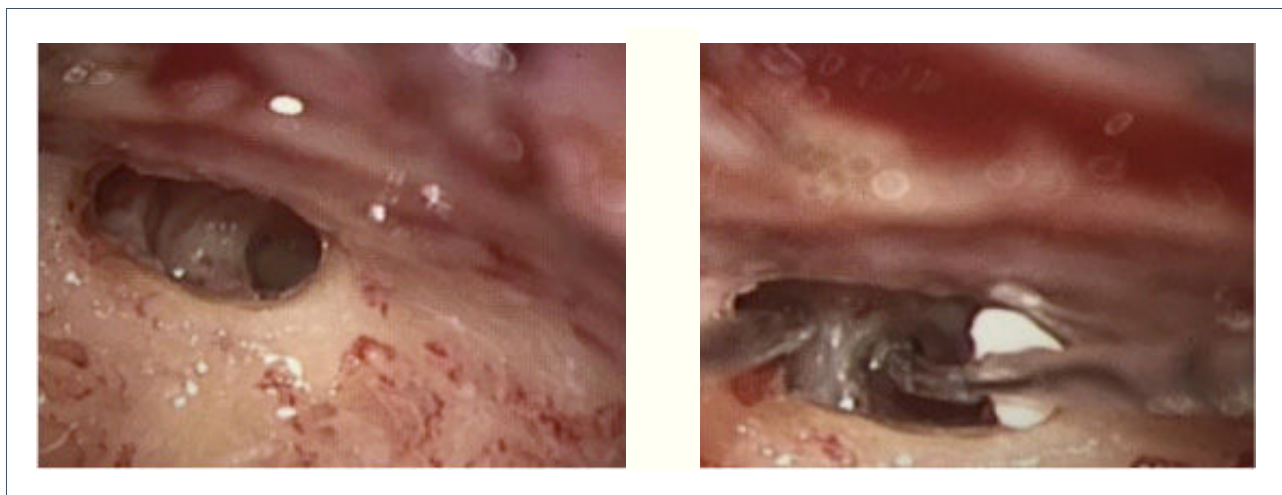
En 1987 Franz y Clark realizan una revisión comparando la inserción del porta-electrodo por la ventana redonda (VR) y mediante la realización de una cocleostomía anterior. Dichos autores encontraron más beneficiosa la vía de abordaje mediante la cocleostomía al encontrar menor incidencia de secuestros óseos intracocleares. Así mismo describieron mayor número de inserciones dificultosas en relación a la peculiar anatomía de la cresta fenestra en la región de la VR, con un mayor índice de complicaciones en dicho abordaje (20). El hecho de que la cocleostomía parezca ser la mejor forma de acceso a la cóclea, debe ser cuestionada en la actualidad, ya que se dispone de electrodos lo suficientemente finos y flexibles que los harían más adecuados para su inserción por la VR, minimizando la posibilidad de inserciones en otras escalas diferentes a la timpánica, lo cual llevaría a una mayor incidencia de lesiones intracocleares. La VR ha adquirido últimamente mayor relevancia como sitio de elección para la inserción del haz de electrodos, ya que es el orificio natural en donde se inicia la escala timpánica y hace innecesaria la cocleostomía promontorial; pero por otro lado existe una dificultad en la inserción por VR debido a la situación de la porción posterosuperior del nicho de la ventana, a la cresta fenestra. Por ello es necesario fresar la ceja ósea, para intentar lograr una línea de inserción que, teniendo una dirección de posterosuperior a anteroinferior, coin-

cida con el axis de la escala timpánica y evite provocar lesiones endococleares. La cocleostomía por membrana de ventana redonda respeta el endostio. Anatómicamente desde final de la semana 20 de gestación se produce un crecimiento acelerado de todas las paredes de la ventana redonda, especialmente la anterior por donde transcurren la arteria timpánica inferior y el nervio timpánico y esto también puede influir en su acceso (Figura 5).

En caso de cocleostomía, el tamaño y sistema de apertura del endostio debe ser del menor diámetro posible (1.2 - 1.5mm). Debe evitarse la introducción de elementos ajenos hacia la cóclea (polvo de hueso), de aquí la importancia del lavado frecuente durante las maniobras de fresado. La apertura brusca o aspirado de los líquidos intracocleares pueden dañar las estructuras nobles. En la actualidad está altamente difundida la utilización de un sistema que permita no modificar la homeostasis y en cierta medida "lubricar" el mecanismo de inserción, mediante la utilización de ácido hialurónico en forma de gel.

La inserción del haz de electrodos debe ser realizado de forma lenta y atendiendo a las resistencias. Las zonas de mayor problema o compromiso durante la inserción, en relación a la producción de lesiones y preservación de restos auditivos se localizan en dos áreas principalmente (Figura 6):

1. Región correspondiente al final de la espira basal (8-12mm), en esta región que coincide con una profundidad de inserción de 140°-180°, existe el primer compro-

FIGURA 5. IMAGEN DE INSERCIÓN POR VENTANA REDONDA, DE UN SISTEMA PERIMODIOLAR (COCHLEAR CI532)

miso de espacio entra las dimensiones y orientación de la escala timpánica y el porta-electrodos. De aquí que ciertos estudios concernientes a la preservación de las estructuras cocleares, no exceden esta localización.

2. Región por encima de los 400° de inserción, en este punto el compromiso de espacio es muy grande por lo que salvo en casos con diseños muy flexibles y estrechos de electrodos, es muy difícil no producir daño en las estructuras cocleares. La inserción de los electrodos activos se practica introduciendo el implante de 17 a 22mm.

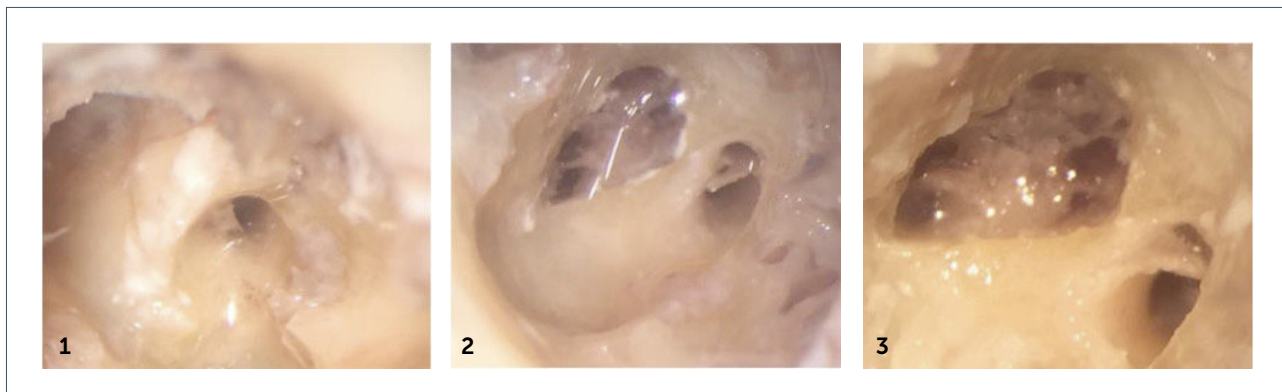
La existencia de diversos tipos de electrodos ha permitido el desarrollo de diferentes técnicas de inserción. Por un lado aquellas que utilizan insertores y por otro, técnicas totalmente manuales donde se insertan los electrodos dentro de la cóclea sin ningún tipo de mecanismo o bien porta-electrodos dotados de sistemas, como el denominado

“advance off stylet”, en el que tras la retirada gradual de un estilete se obtiene una posición perimodiolar durante la inserción que reduce riesgos de lesionar el oído interno (21,22).

El diseño de Implantes Totalmente implantables aún permitirá una mejora sustancial de la técnica, al evitar el “estigma” que implica la colocación de una prótesis.

A pesar de todos los avances no debemos olvidar las **limitaciones de la técnica** en la actualidad

- 1.** Contraindicación de la electrocirugía con bisturís monopolares
- 2.** Imposibilidad de aplicar diatermia sobre el receptor estimulador
- 3.** Contraindicación de terapias convulsivas
- 4.** Contraindicación de terapia con radiaciones ionizantes sobre el área donde se encuentra el implante

FIGURA 6. SECUENCIA ANATÓMICA DEL ABORDAJE POR VENTANA REDONDA

- 1.** Ventana redonda (se visualiza los pilares anterior y posterior y la región de la cresta fenestra).
- 2.** Orientación de la espira basal una vez diseccionadas todas las estructuras de la ventana redonda.
- 3.** Situación del final de la espira basal y correlación con la escala vestibular.

5. Aparición de efecto de sombra en la RMN y/o Imposibilidad de su realización con algunos tipos de implantes (Figura 7).

FIGURA 7. IMPLANTE COCLEAR COCLOCADO EN HUMANO



Sistema de extracción de imagen que permite evitar toda señal (Universidad de Las Palmas).

INNOVACIÓN EDUCATIVA E IMPACTO SOCIAL

En España la cartera común de servicios del Sistema Nacional de Salud (SNS) incluye los implantes cocleares, dentro de los implantes quirúrgicos, recogidos en el anexo VI del Real Decreto 1030/2006, del 15 de septiembre, por el que se establece la cartera de servicios comunes del SNS y el procedimiento para su actualización.

Sin embargo, aunque seamos muy exquisitos en la selección y cirugía de los pacientes hay tres aspectos que son fundamentales en el éxito de la implantación coclear:

- Entorno familiar
- Entorno educativo
- Centro de Implantes Cocleares

Es de suma importancia la tarea de elegir el entorno educativo más apropiado para facilitar el desarrollo lingüístico y auditivo del niño implantado. Las opciones no siempre se definen claramente ya que hay muchos factores que afectan el éxito de los niños en un ambiente u otro y hay recomendaciones profesionales muy variadas con respecto a los distintos sistemas. Cada niño llega al proceso de implante con características completamente distintas unos de otros y los resultados son siempre individualizados. Así mismo la motivación y las esperanzas de las familias pueden no ser realista. El punto central detrás de todo esto es que no hay una sola ubicación educativa correcta para un niño con un implante coclear. La situación familiar es fundamental y las necesidades comunicativas pueden necesitar cambiar sobre la base de la evaluación del éxito que un niño obtenga en un ambiente educativo determinado. Es necesario que las opciones de ubicación educativa sean continuamente evaluadas para asegurar que el alumno se encuentra en el ambiente educativo correcto.

Por último solo reseñar que es necesario que el desarrollo de esta tecnología debe estar centralizada en el denominado "Centro de Implantación Coclear", donde profesionales cirujanos, audiólogos, logopedas, ingenieros, educadores etc., deben integrar un equipo, sin ello, todo lo escrito en este texto carecería de sentido.

Los autores declaran no tener conflictos de interés, en relación a este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Risi F, Saldanha A, Leigh R, Gibson P. Magnetic resonance imaging safety of Nucleus 24 cochlear implants at 3.0 T. *International Congress Series* 2004 1273 (pp. 394-398).
2. Ramos-Macías A, Borkoski-Barreiro S, Falcón-González JC, Plasencia DP. Results in cochlear implanted children before 5 years of age. A long term follow up. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2014 Oct 19;78(12):2183-2189.
3. McConkey Robbins A, Green JE, Waltzman SB. Bilingual oral language proficiency in children with cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004 May;130(5):644-7.
4. Ramos A, Guerra-Jiménez G, Rodríguez C, Borkoski S, Falcón JC, Perez D. Cochlear implants in adults over 60: a study of communicative benefits and the impact on quality of life. *Cochlear Implants Int*. 2013 Nov;14(5):241-5.
5. Moore JK. Maturation of human auditory cortex: implications for speech perception. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology* 2002; 111: 7-10.
6. Moore JK, Guan Y. Cytoarchitectural and axonal maturation in

human auditory cortex. *JARO* 2001; 2: 297-311.

7. Morera C., Manrique M., Ramos A., Garcia-Ibanez L., Cavalle L., Huarte A., Et al. Advantages of binaural hearing provided through bimodal stimulation via a cochlear implant and a conventional hearing aid: a 6-months comparative study. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 2005 Jun;125(6):596-606.
8. James CJ, Fraysse B, Deguine O, Lenarz T, Mawman D, Ramos A, Ramsden R, Sterkers O. Combined electroacoustic stimulation in conventional candidates for cochlear implantation. *Audiol Neurotol*. 2006;11 Suppl 1:57-62.
9. Hazell JWPI, Jastreboff JP. Curso sobre terapéutica del acúfeno. Unidad ORL. Madrid: Hospital Ruber Internacional, 1996.
10. Jastreboff P 1990 Phantom auditory perception - Tinnitus: mechanisms of generation and perception.
11. Ottaviani A, Bergomi A et al (198) Eziopatogenesi. In Motta G (Ed) Gli Acufeni. *Tai LXX Congresso Nazionale Della Società Italiana di Otorinolaringoiatria e Chirurgia Cervicofacciale*. Bologna, maggio, pp 25-28.
12. Quaranta N, Wastaff S, Baguley D Tinnitus and cochlear implantation. *Int J Audiol* 2004 43:245-251.
13. Soulière J, Kileny P, Zwolan T, Kermink J Tinnitus supresion following cochlear implantation: a multifactorial investigation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1992 118:1291-1297.
14. Aschendorff A, Oabst G, Kletzner T, Laszig R Tinnitus in cochlear implant users: the Freiburg experience. *Int Tinnitus J* (1998) 4:162-164.
15. Demajumdra R, Stoddart R Tinnitus, cochlear implants and how they affect patients. *J Laryngol Otol Suppl* 1999 24:24-26
16. Mo B, Harris S, Lindbaek M Tinnitus in cochlear implant patients: a comparison with other hearing-impaired patients. *Int J Audiol* (2002) 41:527-534.
17. Yasuhiro, Osaka. Neural mechanism of residual inhibition of tinnitus un cochlear implant users. *Neuroreport* 2005 16(15):1625-1628.
18. Ángel Ramos, Cecilia Moreno, Juan Carlos Falcón, Jorge Merán, Silvia Borkoski, Ovidio Artiles, Ángel Osorio. Cochlear Implantation in patients with Sudden Unilateral Sensorineural Hearing Loss an Associated Tinnitus. *Audiology Neurotology*. Año 2011; 16 (suppl 1): 3-25.
19. Ramos Macías Á, Borkoski-Barreiro SA, Falcón González JC, Ramos de Miguel Á. AHL, SSD and bimodal CI results in children. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2016 Jun;133 Suppl 1:S15-20.
20. Franz BK, Clark GH. "Refined surgical technique for insertion of banded electrode array" *Ann. Otol Rhinol Laryngol* 1987; 96 (suppl 128): 15-16.
21. Lenhardt E. "Intracochlear placement of cochlear implant electrodes in sofá surgery technique" *HNO* 1993; 41(7): 356-359.
22. Ramos A, Morera C, Manrique M, Garcia L, Perez D, Caballe L, Huarte A. Perimodiolar electrode position. Effects on thresholds cpmfort levels, impedance measurements and neural response telemetry. *Mediterr J Otol* 2007; 3: 140-144.

BIBLIOGRAFIA ADICIONAL

- Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS). *Implantes cocleares*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo - Instituto de Salud "Carlos III". AETS. *Evaluación Epidemiológica de Tecnologías de la Salud* 2003.
- Cochlear implant in adults and children. *NIH Consensus Statement* 1995. 13(2): 1-30.)
- Battmer RD, Gupta SP, Allum-Mecklenburg, Lenarz T. Factors influencing cochlear implant perceptual performance in 132 adults. *Ann Otol Rhinol Laryngol suppl* 1995. Apr 165:185-187.
- Ramos A, Cervera J, Valdivielso A, Perez D, Vasallo, Cuyas, JM. "Malformaciones Congenitas en Implantación Coclear" *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2005, 56 : 343-348.
- Lenarz T, Lesinski-Schiedat A, Von der Haar-Heise S, Illg A, Bertram B, Battmer RD. Cochlear implantation in children under the age of two: the MHH experience with the clarion cochlear implant. *Medizinische Hochschule Hannover. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1999; 177: 44-49.
- Fraysse B, Ramos A, Sterkers O et al. Residual Hearing Conservation and elecgtroacoustic stimulation with the nucleus contour advance cochlear implant. *Otol & Neurotol* 2006 54 : 34 - 42.
- Gantz B, Tyler R, Rubinstein JT, Wolaver A, et al. Binaural cochlear implants placed during the same operation. *Otology and Neurotology* 2002; 23: 169-180.
- Moore JK. Maturation of human auditory cortex: implications for speech perception. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* 2002; 111: 7-10.
- Elliott LL. Performance of children aged 9 to 17 years on a test of speech intelligibility in noise using sentence material with controlled word predictability. *J Acoust Soc Am* 1979;66: 651-653.
- Lehnhardt E. Intracochleäre plazierung der cochlear-implant elektroden in soft surgery technique. *HNO* 1993; 41: 356-359.
- Leake PA, Hradek GT, Snyder RL. Chronic electrical stimulation by a choclear implant promotes survival of spiral ganglion neurons after neonatal deafness. *J Comp Neurol* 1999; 412: 543-562.
- Govaerts PJ, De Beukelaer C, Daemers K, De Ceulaer G, Yperman M, Somers T, Schatteman I, Offeciers FE. Outcome of Cochlear Implantation at Different Ages from 0 to 6 Years. *Otol Neurotol* 2002; 23:885-890.