

PRÓTESIS AUDITIVAS IMPLANTABLES

IMPLANTABLE HEARING DEVICES

DRA. GLORIA RIBALTA (1), DRA. CONSTANZA DÍAZ (2)

(1) Departamento de Otorrinolaringología, Clínica Las Condes. Santiago, Chile.

(2) Médico Cirujano, Programa de Capacitación en Otorrinolaringología, Clínica Las Condes. Santiago, Chile.

Email: gribalta@clc.cl

RESUMEN

Si bien aún la mayoría de los pacientes con hipoacusia se siguen beneficiando con los audífonos convencionales, las prótesis auditivas implantables han evolucionado vertiginosamente, existiendo en el presente una gran variedad de ellas.

Los implantes cocleares siguen siendo las más usadas y en las que se tiene mayor experiencia. Las prótesis de conducción ósea implantables o semi implantables cambiaron el manejo de las atresias y malformaciones de oído externo y medio. Pese a lo prometedor que se visualiza el presente y futuro con el uso de estos dispositivos, siempre se debe tener presente que requieren de un acto quirúrgico para su implantación y que no están exentas de complicaciones, por lo cual se debe elegir juiciosamente la prótesis a usar.

Palabras clave: Hipoacusia, implantes cocleares, oído medio, amplificación.

SUMMARY

While still most patients with hearing loss continue to benefit from conventional hearing aids, implantable hearing devices have rapidly evolved existing in the present a great variety of them.

Cochlear implants remain the most used and in which there is greater experience. Implantable or semi Implantable bone conduction prosthesis changed

the management of outer and middle ear atresia and malformations. Despite how promising present and future is visualized with the use of these devices, we should always keep in mind that they require a surgical procedure for implantation and are not exent of complications, which should make us judiciously choose the prosthesis to be use.

Key words: Hearing aids, Cochlear Implants, deafness, bone conduction.

INTRODUCCIÓN

En Chile la discapacidad auditiva afecta a 488551 personas de diferentes edades, lo que representa al 23.05% de la población con discapacidad (1). De esto, un estimado de 75% a 80% de las personas podría beneficiarse del uso de audífono. Sin embargo, muchos no buscan la amplificación de la audición o quienes están equipados no son constantes en su uso (2). Las razones de esta falta incluyen retroalimentación acústica, distorsión, efecto de oclusión, molestias del conducto auditivo, irritación del conducto, estigmas sociales (3,4).

Aparatos auditivos implantables y semi implantables (IHDS) se han desarrollado como una alternativa para los pacientes que obtienen un beneficio limitado del audífono tradicional pero que aún no son candidatos para implantes cocleares, permitiendo además a sus usuarios superar algunos

aspectos, tanto técnicos como estéticos, de los audífonos tradicionales. Todos los IHDS tienen en común la capacidad de proporcionar la amplificación a través de un conductor directamente a la cadena de huesecillos, que es estimulado a vibrar por cualquier energía electromagnética. Debido a que estos no tienen un altavoz para amplificar el ruido ambiental, se elimina la retroalimentación acústica de las prótesis convencionales. Revisión de la literatura reciente ha sugerido que los IHDS pueden amplificar el sonido igual o mejor que los dispositivos tradicionales (2-4).

Con el paso de los años y los avances tecnológicos han ido apareciendo cada vez más modelos de este tipo de prótesis, lo que busca superar limitaciones y ofrecer al usuario una mejor experiencia y satisfacción.

Sin duda el horizonte de pacientes beneficiarios de aparatos de amplificación auditiva ha ido aumentando en forma exponencial en las últimas décadas dado, ya sea por el envejecimiento de la población y el consecutivo mayor número de pacientes con presbiacusia, como también por el mayor número de niños de alto riesgo que logran sobrevivir y nacen con déficit auditivo.

Así mismo el hecho que muchos países ya cuenten con tamizaje auditivo ha logrado la detección precoz de la sordera en niños y facilitado su implementación auditiva desde temprana edad.

La mejoría en los índices de calidad de vida de los países también ha contribuido a una mayor exigencia en la calidad de los dispositivos de amplificación auditiva por parte de los pacientes.

Si bien la gran mayoría de los pacientes con hipoacusia siguen beneficiándose con los audífonos convencionales, hay un vasto campo de acción para los audífonos total o IHDS. Estos últimos son dispositivos de amplificación auditiva pero, que requieren de un tiempo quirúrgico para su colocación y posteriormente, en la mayoría de los casos, una etapa de calibración y muchas veces educación y rehabilitación en su buena utilización por parte del paciente (2-4).

¿Qué determina la elección de una u otro tipo de prótesis? Las razones son variadas, pero podríamos decir que el caso de los implantes cocleares, la decisión se toma cuando el audífono tradicional no logra amplificar correctamente la pérdida auditiva, ya sea por su profundidad o su mala discriminación (2-4).

En las prótesis de conducción ósea, la gran indicación ha recaído en las agencias del CAE, solucionando a un número

amplio de pacientes las molestias que traían consigo los audífonos de vibración ósea con el cintillo metálico alrededor del cráneo (5-7).

Clasificaciones de los dispositivos implantables hay muchas, una forma didáctica es según según el tipo de hipoacusia que amplifique como se ve en la Tabla 1.

TABLA 1. PRÓTESIS AUDITIVAS IMPLANTABLES SEGÚN TIPO DE HIPOACUSIA QUE AMPLIFIQUEN

Maxum	<ul style="list-style-type: none"> • HP SN moderada a severa
Vibrant sound bridge Carina Esteem Retro X	<ul style="list-style-type: none"> • HP SN moderada a severa • HP mixta o conductiva
Bone bridge Baha Ponto Sophono	<ul style="list-style-type: none"> • HP conducción: malf. congénita CAE y/o O. Medio, OMC • HP mixta • HP SN unilateral
Implantes cocleares	<ul style="list-style-type: none"> • HP SN severa a profunda bilateral • HP SN profunda unilateral • HP SN severa Unilat + Tinnitus
Implantes tronco cerebral	<ul style="list-style-type: none"> • Agenesia coclear o nervio auditivo • Osificación coclear • Neurofibromatosis

HPSN: Hipoacusia sensorial neutral.
CAE: Conducto Auditivo Externo.

Una forma didáctica de ordenar estos dispositivos es según que vía amplifiquen. Existen entonces, prótesis que amplifican vía aérea, prótesis que amplifican vía ósea y prótesis de estimulación eléctrica que se saltan la cóclea, estimulando directamente el nervio auditivo como son los implantes cocleares.

PRÓTESIS DE AMPLIFICACIÓN VÍA AÉREA

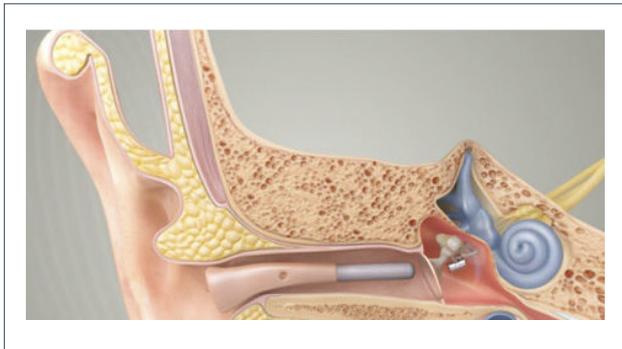
Estas a su vez se sub clasifican en semi implantables y totalmente implantables:

Prótesis semi implantables de conducción aérea

1. MAXUM® fabricado por Ototronics, es un dispositivo que consta de 2 partes: Un procesador de sonido externo que va en el conducto auditivo externo (CAE) y que recibe

el sonido y lo amplifica; y un dispositivo interno que tiene una bobina electromagnética unida a la articulación incudo estapediana, la cual requiere de un tiempo quirúrgico para su colocación y que hace vibrar al estribo según el sonido amplificado. Figura 1

FIGURA 1. PRÓTESIS AUDITIVA MAXUM® (OTOTRONICS)



Parte externa en CAE (Conducto Auditivo Externo) y parte interna en cadena osicular.

Tanto la parte externa como la interna deben quedar a un ángulo preciso para que se puedan comunicar. Su indicación principal es para hipoacusia sensorio neural moderada a severa (8,9).

2. *Vibrant sound bridge®* fabricado por MED-EL, es una prótesis semi implantable, que lleva bastante tiempo en el mercado. Tiene una parte externa que es un procesador de audio, que se comunica con la parte interna por campos electromagnéticos. La parte interna tiene a su vez un receptor que se ancla a la escama del temporal y que transmite la señal auditiva al FMT (Transductor de Masa Flotante). El FMT convierte la señal en vibraciones mecánicas que estimulan directamente la cadena osicular o la ventana redonda (2-4,10). Figuras 2, 3 y 4.

FIGURA 2. VIBRANT SOUND BRIDGE® CON SU PORCIÓN EXTERNA E INTERNA

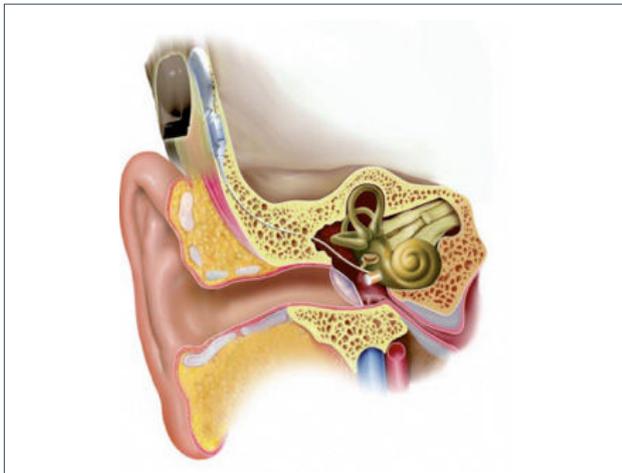


FIGURA 3. VIBRANT SOUND BRIDGE®: FMT (TRASDUCTOR DE MASA FLOTANTE) UNIDO A ARTICULACIÓN INCUDO ESTAPEDIANA

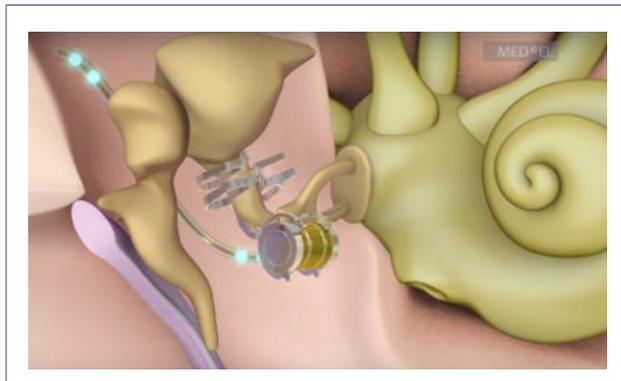
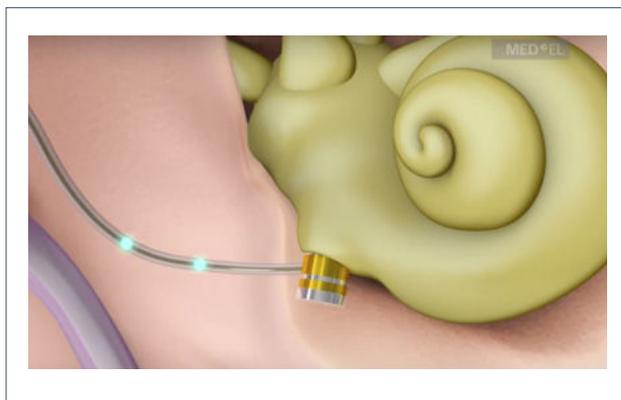


FIGURA 4. VIBRANT SOUND BRIDGE®: FMT (TRASDUCTOR DE MASA FLOTANTE) INSTALADO EN VENTANA REDONDA



Está indicada en:

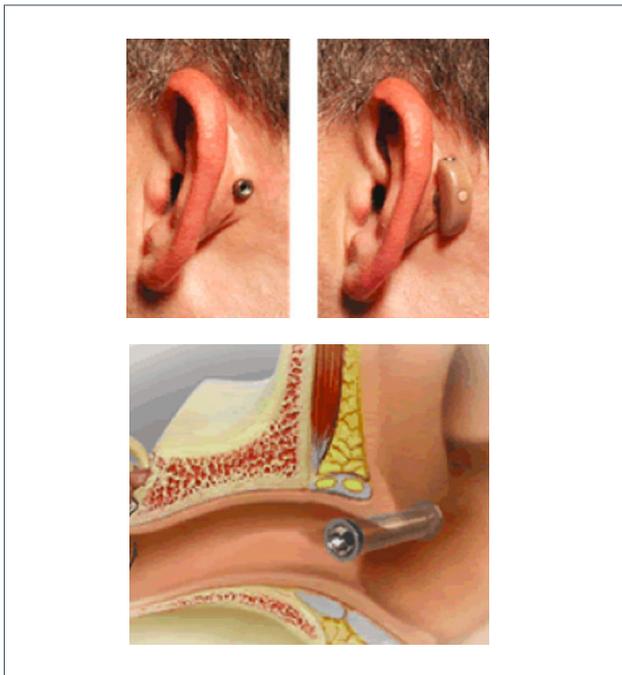
Hipoacusia sensorio neural bilateral moderada-grave, con discriminación superior al 50%.

Hipoacusia mixta o conductiva por malformaciones o enfermedades crónicas del oído medio que cursen con alteraciones de la cadena osicular.

3. Existe otro tipo de prótesis, que en nuestro país no se usa aún, la *RetroX Transcutaneous Air Conduction Hearing Aid System* - fabricado por *Auric Hearing System*. Como se puede apreciar en la Figura 5, se trata más bien de un audífono retro auricular, que funciona sin utilizar un molde intra canal, lo que deja al CAE libre. Necesita de la instalación quirúrgica de un tubo que atraviesa la pared posterior del CAE, como se ve en la figura 5, al cual se uno el audífono que queda entonces por detrás del pabellón auricular. Sus indicaciones son las de cualquier audífono digital (2-4, 11, 12).

Una contraindicación formal al uso de este tipo de audífono es la inflamación crónica y/o infección crónica del CAE.

FIGURA 5. RETRO X TRANSCUTANEOUS AIR CONDUCTION HEARING AID SYSTEM



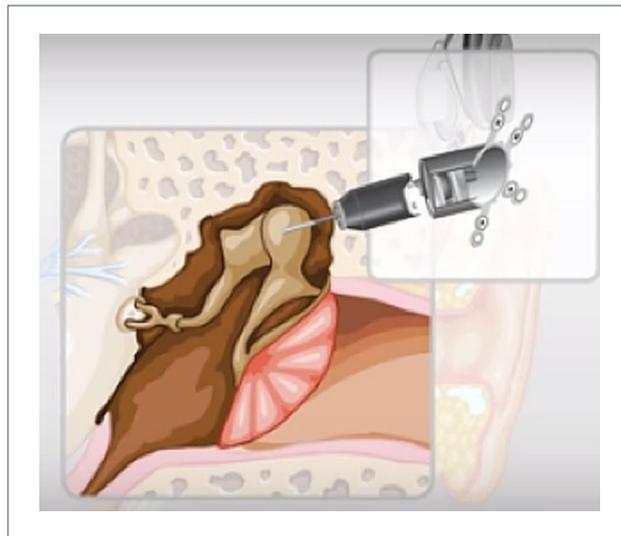
También encontramos en este tipo de prótesis semi implantables 2 sistemas de Cochlear Corp TM Cochlear METR® y Cochlear Codacs™.

4. Cochlear MET® es un implante acústico de oído medio que recibe la señal auditiva por medio de un procesador pequeño tipo botón, que el paciente lleva en zona retro auricular y que se comunica al implante por un imán. El implante, como se ve en la figura 6 consta de un imán, un circuito eléctrico y un actuador, que es el que mueve la cadena osicular (Figura 7). El implante transforma la energía acústica entregada por el botón externo hacia energía mecánica que mueve los huesecillos del oído medio. Su indicación es en hipoacusia sensorio neurales moderada a severa y en hipoacusia mixtas (2-4,13-15).

FIGURA 6. COCHLEAR MET®: CON SU IMPLANTE DE OIDO MEDIO Y EL BOTÓN EXTERNO



FIGURA 7. COCHLEAR MET®: EL PERCUTOR MUEVE LA CADENA OSICULAR, TRANSFORMANDO LA SEÑAL ACÚSTICA RECIBIDA EN LA SEÑAL MECÁNICA



5. Cochlear Codacs™ a diferencia del MET, se conecta directamente a la cóclea al tener una prótesis en el estribo. Al igual que los implantes cocleares, tiene un procesador externo que se lleva detrás del pabellón auricular y que envía al procesador interno, por medio de un imán, las señales auditivas digitalizadas. El procesador interno transforma la señal digital en una señal análoga eléctrica, que envía al actuador, que a su vez transforma en vibraciones mecánicas que mueve la prótesis en el estribo, estimulando directamente a la cóclea. Su indicación está en el área de las hipoacusias sensorio neurales severas a profundas o hipoacusia mixtas que no se benefician con el audífono acústico tradicional. Aquí entramos en esa área gris entre colocar un implante coclear o este tipo de prótesis. Solo la publicación de resultados que sean comparables nos permitirá decidir cuál es la prótesis indicada en cada caso (2-4,13-15).

FIGURA 8. COCHLEAR CODACS®



Con su implante interno que se conecta a una prótesis en el estribo, que transmite directamente a la cóclea vibraciones acústicas analizadas por el procesador externo e interno.

Prótesis totalmente implantables de conducción aérea

En este grupo de prótesis encontramos hasta la fecha solo dos tipos en el mercado, Carina® de Cochlear Corp y ESTEEM IMPLANT R de Envoy Medical. Pulcherio en 2014 (16) realizó una búsqueda en PubMed, Embase, Scielo, and Cochrane Library, encontrando 77 publicaciones de estos dos sistemas, con un total de 244 pacientes implantados: 110 pacientes con Carina® y 134 con Esteem. Las publicaciones analizadas no eran factibles de ser comparadas por el bajo volumen de pacientes de cada una y por usar análisis de ganancias auditivas no comparables. Hacen la advertencia que se encontraron con problemas aún no resueltos principalmente sobre la función de estos equipos y su precio elevado de venta (16-18).

1. Carina® es una prótesis totalmente implantable, en la cual el micrófono y la batería quedan bajo la piel de la región retro auricular. El transductor interno va unido a un motorcito que se ancla en la cadena osicular y la hace vibrar.

La bobina magnética permite la carga del sistema al conectarlo al cargador externo.

Por ahora la principal limitante en este sistema es la necesidad de cargar cada determinado número de horas el sistema (Figuras 9 y 10).

Las indicaciones son:

- hipoacusias sensorio neurales moderadas-graves,
- hipoacusias conductivas-mixtas con defectos en la cadena osicular o,
- ausencia completa de la misma.

FIGURA 9. CARINA® DE COCHLEAR CORP. TOTALMENTE IMPLANTABLE

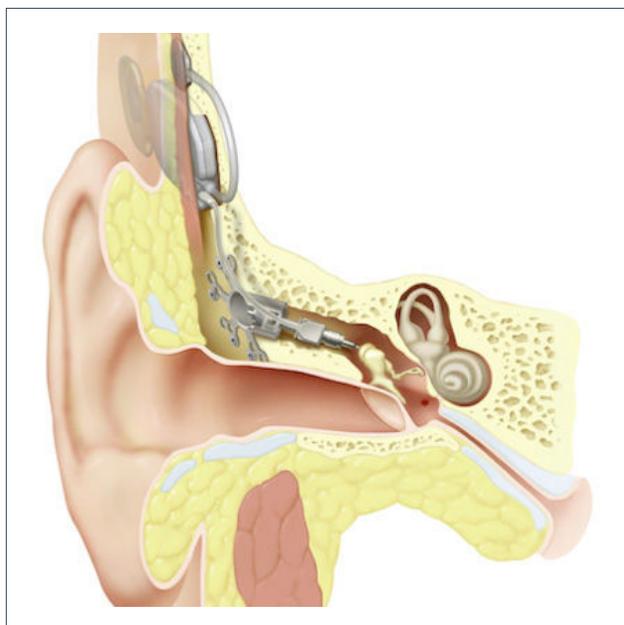
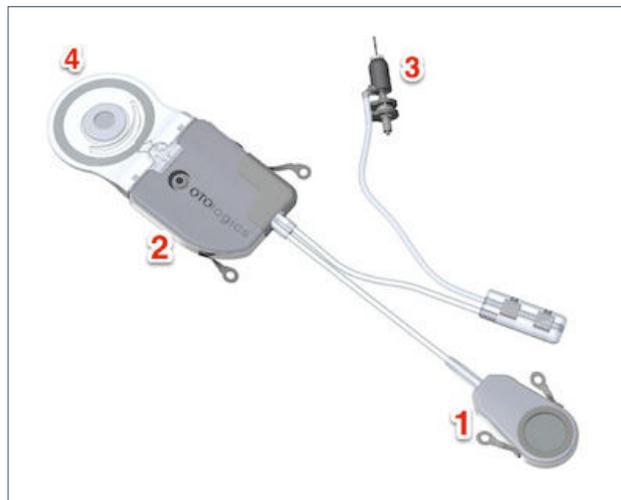


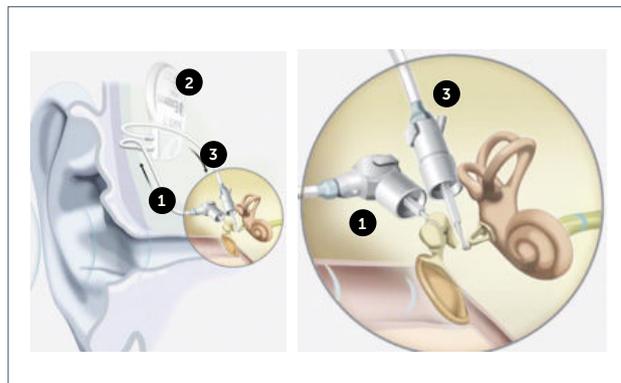
FIGURA 10. CARINA® CON SUS COMPONENTES



1. micrófono. 2. módulo electrónico. 3. percutor. 4. bobina.

2. La prótesis ESTEEM IMPLANT R de Envoy Medical, USA. A diferencia de Carina®, no tiene un micrófono si no que posee un sensor instalado en la cadena osicular y que capta las vibraciones de ésta y las transforma en señales eléctricas que envía al procesador. El procesador amplifica la señal recibida y la traduce a vibraciones que el driver, instalado en el estribo, enviará a la cóclea (Figura 11).

FIGURA 11. ESTEEM IMPLANT®: ENVOY MEDICAL



1. Sensor capta las vibraciones cadena y las transforma en señales eléctricas que envía al procesador
 2. Procesador: recibe la señal, la amplifica y envía al
 3. Driver: traduce la señal en vibraciones y las envía a la cóclea.

Las indicaciones de estas prótesis de amplificación de vía aérea son:

- Hipoacusia sensorio neural bilateral moderada-grave, con discriminación del habla superior al 50%.
- Hipoacusia Mixta o de conducción ya sea por malformaciones o enfermedades crónicas de oído medio.

Prótesis de conducción ósea

Estas se pueden a su vez sub clasificar en prótesis osteo integradas y en no osteo integradas, dependiendo de si van unidas al hueso por elementos de fijación o deben tener un tiempo de osteointegración a la matriz ósea.

Prótesis osteo integradas

Existen en el mercado, al momento actual 2 marcas de este tipo de aparataje auditivo:

Ponto® de la empresa Oticon y Baha® de la empresa Cochlear (5,6).

1. Ponto® consta de 1 tornillo de titanio, que se introduce en la corteza de mastoides, por medio de una técnica quirúrgica y que se debe osteo integrar a este hueso, al igual que lo hacen los implantes dentarios. Este tornillo se conecta a un pedestal, que queda por fuera de la piel, en la zona retro auricular y que se une a su vez al procesador de sonido, es por lo tanto una técnica tras cutánea (Figura 12).

Sus indicaciones son:

Hipoacusia de conducción

Hipoacusia unilateral

Hipoacusia mixta

La vía ósea de deber a 45dB para el oído indicado y 20dB en caso de sordera unilateral

Se puede colocar a partir de los 5 años de vida en el caso de usar el tornillo de osteo integración. En pequeños, en espera de esta edad, se usa con un cintillo elástico alrededor del cráneo.

2. El sistema Baha®, de Cochlear Corp. presenta tres diferentes sistemas. En su versión más antigua, que aún se usa el *baha connect*, en que el procesador baha 4 se conecta al pedestal por método percutáneo. En su nueva versión, el implante de titanio se une a un magneto, lo cual se coloca por medio de una cirugía y queda por debajo de la piel. El procesador de sonido se une entonces por conexión magnética y envía el sonido al oído interno. Esta conexión inalámbrica ha resultado en un gran beneficio en el cuidado de la piel que queda circundando al pedestal en su versión *connect* y que en algunos pacientes resultaba engorroso y puede llevar a infecciones y complicaciones alrededor de la piel, que terminan algunas veces, en el no uso de la prótesis. Tiene una versión nueva de procesador más pequeño y liviano, el Baha® 5 (Figura 13).

FIGURA 12. PONTO® CON SU NUEVO PROCESADOR PONTO PLUS O PONTO PLUS POWER



En caso de necesitar mayor amplificación y con el *Medical streamer* que permite conexión inalámbrica con teléfonos, televisores, sistema de amplificación y otros.

FIGURA 13. BAHAR® ATTRACT CON SU NUEVO PROCESADOR BAHAR 5 Y SU CONTROL REMOTO



En niños, antes de los 4 años (edad mínima de implantación) se puede usar con cintillo elástico, al igual que el Ponto®, con el procesador de sonido, en espera de la cirugía (5,6,19,21,22).

Sus indicaciones son iguales a Ponto®: hipoacusia de conducción, hipoacusia mixta, debiendo ser la vía ósea menor o igual a 45dB para el oído indicado. En la indicación de sordera unilateral, el oído sano debe tener un umbral auditivo mayor o igual a 20dB. También tiene conectividad inalámbrica con TV, teléfonos y mini micrófonos.

Prótesis de conducción ósea no osteointegradas

En este tipo de prótesis, a la fecha de esta publicación contamos en el mercado con 2 marcas y modelos.

1. Una de ellas es BoneBridge® de MED-EL, que como podemos apreciar en la figura 14 consta de:

Una bobina con un magneto que sostendrá el procesador de audio sobre el implante.

Un modulador que convierte la señal auditiva enviada por el procesador de audio y la envía al transductor BC-FMT (*Bone conduction floating mass transducer*) que produce las vibraciones del cráneo, entregando entonces por vía ósea, directamente a la cóclea la señal auditiva.

Esta prótesis requiere de una cirugía, y va anclada al hueso, a nivel de mastoides, por tornillos.

Las indicaciones son iguales a las prótesis de conducción ósea osteo integradas y el paciente debe ser mayor de 5 años para realizar la cirugía. Está indicado en: hipoacusia de conducción, Hipoacusia mixta, debiendo ser la vía ósea menor o igual a 4dB para el oído indicado. En la indicación

de sordera unilateral, el oído sano debe tener un umbral auditivo mayor o igual a 20dB. (3,6,7).

2. La otra prótesis de este tipo no osteointegrada es Sophono® de Medtronic. Como apreciamos en la figura 15.

Consta de un procesador de sonido que capta los sonidos con un micrófono y lo convierte en vibraciones que se transmiten a través de la piel, por un magneto, hacia el implante que se coloca con una corta cirugía, en la escama del hueso. No necesita osteo integración, pues el implante se ancla con tornillos al hueso.

Las indicaciones de estos dos tipos de implantes son las mismas que los otras prótesis de conducción ósea, sin embargo el fabricante señala que el mejor candidato es aquel con vía ósea en 35dB (23,24).

FIGURA 15. SOPHONO® DE MEDTRONICS, CON SU IMPLANTE CON 2 MAGNETOS DE COBALTO



Va atornillado a la escama del temporal y se une en forma transcutánea con el procesador de sonido transcutáneo.

FIGURA 14. BONEBRIDGE® CON SU NUEVO PROCESADOR SAMBA® QUE OFRECE TAMBIÉN CONECTIVIDAD INALÁMBRICA Y TOLERA HASTA 1.5 TESLA EN RESONANCIA MAGNÉTICA



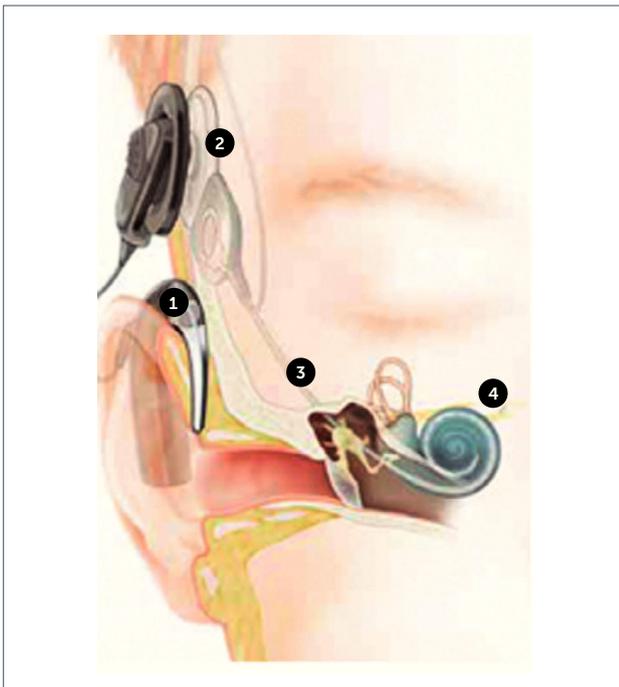
IMPLANTES COCLEARES

Los implantes cocleares, a diferencia de todas las prótesis anteriormente descritas, no usan ni la vía ósea ni el área para amplificar la audición, si no que se saltan estas vías y estimulan directamente a las células ganglionares del nervio auditivo. Por esta característica es que han permitido dar el gran salto en la rehabilitación de las hipoacusias severas y profundas no amplificables con los otros tipos de dispositivos de amplificación auditiva.

Poseen un componente externo que tiene un procesador de sonido, micrófono y un transmisor que se conecta al componente interno por medio de un magneto, a través de la piel de la región retroauricular. El componente interno tiene un receptor estimulador fijado al hueso temporal y unido a una guía de electrodos que debe ser puesto en la espira basal de la cóclea por medio de una cirugía (Figura 16).

Sin duda son los implantes auditivos más usados y en los que se tiene mayor experiencia. En el mercado chileno contamos actualmente con las marcas más usadas a nivel internacional, siendo todas ellas comparables en resultados, precios y confiabilidad.

FIGURA 16. IMPLANTE COCLEAR



1. Los micrófonos del procesador de sonido captan los sonidos y los convierten en señales digitales.
2. La información digital se transmite al receptor interno alojado en la escama del hueso temporal.
3. El implante envía señales eléctricas a los electrodos situados en la cóclea.
4. Las neuronas del ganglio espiral reciben estas señales y las envían al cerebro para su procesamiento.

Las indicaciones audiológicas en los adultos son:

Pre-peri o post locutivos

1-Hipoacusia sensorio neural moderada a profunda bilateral.

Discriminación del habla menor a 50% en oído a implantar y menor a 60% bilateral (oraciones en pruebas de discriminación de frases en formato abierto)

Que tengan beneficio limitado con audífonos tradicionales
2-Hipoacusia sensorio neural unilateral severa (70 a 90dB) a profunda (90 a 120dB).

3-Hipoacusia sensorio neural unilateral asociada a tinitus

Las indicaciones en niños son:

- De 6 a 24 meses:

Hipoacusia sensorio neural profunda bilateral

- De 2 a 17 años:

Hipoacusia sensorio neural severa a profunda bilateral.

- Beneficio limitado con óptimos audífonos bilaterales o falta de progreso con ellos.

- Alta motivación y expectativas apropiadas por parte de los padres.

Existen contraindicaciones absolutas como son la agenesia de cóclea o la agenesia de nervio auditivo. En la presencia de infecciones activas de oído medio, dado que los electrodos se introducen a la cóclea a través de oído medio, esta se debe solucionar antes de implantar (2,3,25).

IMPLANTES DE TRONCO CEREBRAL

Este tipo de implante se coloca directamente en el tronco cerebral y estimula directamente los núcleos cocleares presentes en el tronco. Consta de un dispositivo interno, muy similar a los implantes cocleares pero, que en vez de tener una guía de electrodos que va en la cóclea tiene un conjunto de electrodos que se colocan en los núcleos cocleares del tronco cerebral.

Por fuera el paciente usa un procesador de sonido, micrófono y un transmisor que se conecta al componente interno por medio de un magneto, a través de la piel de la región retro auricular.

Su indicación actual es en pacientes con hipoacusia sensorio neural profunda que no pueden usar un implante coclear como son los casos de neurofibromatosis tipo II, agenesia de cóclea y ausencia de nervio auditivo. Algunos autores como Coletti lo han usado en niños con osificación coclear total (26).

Los resultados auditivos no son comparables con los de un implante coclear tradicional y su manejo es complejo. Suelen obtener buena percepción de sonidos, pero la discriminación del habla no es la deseada (29).

CONCLUSIONES

Es importante tener presente que la mayoría de estas prótesis tienen elementos magnéticos que ponen limitantes al uso de resonancia magnética de cerebro.

Todos los implantes mencionados que tienen magnetos, están autorizados a ser usados hasta 1.5 Tesla.

En algunos implantes cocleares existe la opción de retirar el magneto interno del receptor, por medio de una cirugía, tomar la resonancia y volver a colocar un nuevo magneto. En ese caso la resonancia puede ser hasta 3 Tesla (27).

Se debe tener presente que si bien estas prótesis solo irán mejorando y adaptándose cada vez mejor a las necesidades y exigencias del paciente, no están exentas de complicaciones como son la falla técnica tanto del componente externo, que se puede reemplazar, como del interno. La

falla del componente interno implica una nueva cirugía, retiro del componente interno defectuoso y colocación de uno nuevo, lo cual no está exento de complicaciones, pero que en general suele alcanzar los niveles de audición previos alrededor de un año de la reimplantación (25).

Se debe ser juicioso al elegir el tipo de prótesis a usar tratando de elegir aquellas marcas que lleven más tiempo en el mercado y que sus resultados estén publicados, para no exponer a nuestro paciente a quedarse con un implante cuyo fabricante ha desaparecido, sin posibilidades de reparación, o de acceder a las continuas modernizaciones y mejoras en los procesadores que las compañías hacen.

Una limitante mayor, al menos en nuestro país, sigue siendo el elevado costo de estas prótesis y la escasa cobertura por medio del sistema de salud, salvo en los menores de 2 años.

Las autoras declaran no tener conflictos de interés, en relación a este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Censo 2012- Resultado Nacional Prevalencia de Personas con Discapacidad en Chile- www.ine.cl
2. Bittencourt AG, Burke PR, Jardim I de S, Brito R de, Tsuji RK, Fonseca AC de O, et al. Implantable and semi-implantable hearing AIDS: a review of history, indications, and surgery. *Int Arch Otorhinolaryngol*. julio de 2014;18(3):303-10.
3. Cabeza E., Juan I. Nuevas soluciones para la hipoacusia. *Dispositivos auditivos implantables*. AMF. 2009;5:307-312.
4. Balough B. Systemic Review of Middle Ear Implants: Do they Improve Hearing as Much as Conventional Hearing Aids. *Yearbook of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2011;2011:131-134.
5. Federspil PA. [Bone anchored hearing aids (BAHA)]. *HNO*. marzo de 2009;57(3):216-22.
6. Volkenstein S, Thomas JP, Dazert S. [Bone Conduction and Active Middle Ear Implants]. *Laryngorhinootologie*. mayo de 2016;95(5):352-63.
7. Sanhueza C D, Esquivel C P, Dentone S C. Revisión sobre el manejo de atresia de conducto auditivo externo mediante el uso de dispositivos auditivos implantables osteointegrados: A propósito de un caso exitoso con un implante Bonebridge®. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello*. 2014;74(2):161-6.
8. Pelosi S, Carlson ML, Glasscock ME. Implantable hearing devices: the Ototronix MAXUM system. *Otolaryngol Clin North Am*. diciembre de 2014;47(6):953-65.
9. Stanley Pelosi MD, Matthew L. Carlson MD, Michael E. Glasscock III MD. The Ototronix MAXUM system. Gauri Mankeber. *Implantable hearing devices other than cochlear implants, 1 edition, Mumbai, India. Springer 2014, 97-109.*
10. Zernotti M, Grasso P. Middle Ear Implants (MEI) Vibrant Sound Bridge. Gauri Mankeber. *Implantable hearing devices other than cochlear implants, 1 edition, Mumbai, India. Springer 2014, 71-83.*
11. Garin P, Genard F, Galle C, Fameree MH, Jamart J, Gersdorff M. Rehabilitation of high-frequency hearing loss with the RetroX auditory implant. *B-ENT*. 2005;1(1):17-232.
12. Barbara M, Bandiera G, Serra B, Marrone V, Tarentini S, Pinna JC, et al. Digital hearing aids for high-frequency sensorineural hearing loss: preliminary experience with the RetroX device. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. julio de 2005;125(7):693-6.
13. Mankekar G. Bone Conduction Implant Devices. Gauri Mankeber. *Implantable hearing devices other than cochlear implants, 1 edition, Mumbai, India. Springer 2014, 41-71.*
14. Acoustic Implants | Cochlear MET System | Cochlear UK [Internet]. Cochlear.com. 2016 [cited 31 May 2016]. Available from: <http://www.cochlear.com/wps/wcm/connect/uk/home/discover/acoustic-implants/cochlear-met-system>
15. Gauri Mankeber. *Implantable hearing devices other than cochlear implants, 1 edition, Mumbai, India. Springer 2014, 71-83.*
16. Pulcherio JOB, Bittencourt AG, Burke PR, Monsanto R da C, de Brito R, Tsuji RK, et al. Carina® and Esteem®: a systematic review of fully implantable hearing devices. *PLoS One*. 2014;9(10):e110636.

17. Bruschini L, Berrettini S, Forli F, Murri A, Cuda D. The Carina® middle ear implant: surgical and functional outcomes. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg.* 23 de marzo de 2016.
18. Savaş VA, Gündüz B, Karamert R, Cevizci R, Düzlü M, Tutar H, et al. Comparison of Carina active middle-ear implant with conventional hearing aids for mixed hearing loss. *J Laryngol Otol.* abril de 2016;130(4):340-3.
19. The new Ponto BHX Implant [Internet]. Oticonmedical.com. 2016 [cited 31 May 2016] Available from: <http://www.oticonmedical.com/Medical/OurProducts/Implants%20and%20Surgery/implant-design.aspx#.V035b5PhDUo>
20. Hipoacusia conductiva [Internet]. Cochlear.com. 2016 [cited 31 May 2016]. Available from: <http://www.cochlear.com/wps/wcm/connect/la/for-professionals/working-with-baha/who-is-a-baha-candidate/indications/conductive-loss>
21. Ribalta G. Surgery of Bone Conduction Devices (e.g. Baha) Marcos Goycoolea, Atlas of Otologic Surgery and Magic Otology, 1 ed, Nwe Delhi, India, JAYPEE, 2012, 957-976.
22. Briggs R, Van Hasselt A, Luntz M, Goycoolea M, Wigred S, Weber P. Clinical Performance of a New Magnetic Bone Conduction Hearing Implant System: Results From a Prospective, Multicenter, Clinical Investigation. *Otology & Neurotology.* 2015;36(5):834-841.
23. Abutment-Free Magnetic Bone Conduction Hearing System for Conductive Hearing Loss [Internet]. Sophono. 2016 [cited 4 June 2016]. Available from: <https://sophono.com/professionals/bone-conduction-candidacy/>
24. Escorihuela-García V, Llópez-Carratalá I, Pitarch-Ribas I, Latorre-Monteagudo E, Marco-Algarra J. Experiencia inicial con el implante osteointegrado Alpha 1 de Sophono. *Acta Otorrinolaringológica Esp.* noviembre de 2014;65(6):361-4.
25. Francis H, Niparko J. Cochlear Implantation. Cummings, Cummings Otolaryngology, 6, Philadelphia, Elsevier Saunders, 2015:2455-2471.
26. Colletti L, Carner M, Veronese S, Colletti V. Update: Auditory Brainstem Implant Outcomes In Children. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery.* 2008;139(2):P61-P61.
27. Migirov L, Wolf M. Magnet Removal and Reinsertion in a Cochlear Implant Recipient Undergoing Brain MRI. *ORL.* 2013;75(1):1-5.
28. Moore D, Shannon R. Beyond cochlear implants: awakening the deafened brain. *Nature Neuroscience.* 2009;12(6):686-691.