

Sistemas auditivos anclados al hueso: perspectiva actual

Karin Mayté Durán Morales, Diana Valenzuela González

RESUMEN

La tecnología de los sistemas auditivos anclados al hueso se adoptó a partir de la investigación dental en implantes de titanio y su proceso de osteointegración. Inicialmente, los sistemas auditivos anclados al hueso se introdujeron para reemplazar los dispositivos de vibración ósea, para pacientes incapaces de usar auxiliares auditivos de conducción aérea (pacientes con cavidades de mastoidectomía, otorrea recurrente, atresia aural congénita). La aplicación más reciente es como método de transmisión transcraneal de la señal en casos de hipoacusia sensorineural unilateral, como neurinoma del acústico, hipoacusia súbita, enfermedad de Ménière y otros. En este artículo se revisan la historia de los sistemas auditivos anclados al hueso, su tecnología, sus indicaciones, la cirugía para su colocación, las complicaciones y resultados.

Palabras clave: sistemas auditivos anclados al hueso, hipoacusia, osteointegración, implante de titanio.

ABSTRACT

Bone-anchored hearing systems (BAHS) technology was adopted from dental research in titanium implants and osseointegration. BAH system was initially introduced to replace bone vibration devices, for patients unable to use air conduction hearing aids (mastoidectomy cavity patients, recurrent otorrhea, congenital aural atresia). The latest application is its use as a method of transcranial transmission signal in cases of unilateral hearing loss, such as acoustic neurinoma, sudden hearing loss, Ménière's disease and others. In this article we review the history of the BAHS, its technology, indications, the surgery for placement, complications and outcomes.

Key words: bone-anchored hearing systems, hearing loss, osseointegration, titanium implant.

En 1950 en Suecia, Per-Ingvar Branemark demostró que cuando el titanio se expone al aire se produce una capa de óxido que forma un campo biológicamente activo, promoviendo el crecimiento de tejido y lo une permanentemente al hueso; este proceso es llamado osteointegración e inicialmente se utilizó en implantes dentales. Este mismo

proceso se ha adaptado y usado para desarrollar auxiliares auditivos anclados al hueso, para llevar información acústica al oído interno a través de conducción directa por el hueso.

En 1977, Tjellström colocó implantes de titanio en la mastoides de tres pacientes con hipoacusia que utilizaban auxiliares auditivos de conducción ósea; además, instaló un vibrador que unió al implante percutáneo, de esta manera realizó la primera prueba de implantes anclados al hueso.^{1,2}

En 1999, la Dirección de Alimentos y Fármacos de Estados Unidos (FDA) aprobó el uso de implantes de titanio en pacientes mayores de cinco años de edad y en adultos con hipoacusia conductiva y mixta. En 2001, la FDA aprobó su implantación bilateral y, en 2002, aprobó su uso en pacientes mayores de cinco años de edad con hipoacusia sensorineural profunda unilateral.³

Desde la implantación exitosa por Tjellström en 1977, cerca de 75,000 personas en el mundo se han beneficiado de estos sistemas.⁴

Médico adscrito al servicio de Otorrinolaringología, Hospital General Dr. Belisario Domínguez, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Correspondencia: Dra. Karin M Durán Morales. 14 Poniente y Periférico Sur 1515, CP 29060, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Correo electrónico: karinmayte@hotmail.com

Recibido: marzo, 2013.
Aceptado: abril, 2013.

Este artículo debe citarse como: Durán-Morales KM, Valenzuela-González D. Sistemas auditivos anclados al hueso: perspectiva actual. Rev Esp Med Quir 2013;18:163-166.

En 2009 surgió el sistema Ponto, de la empresa Oticon Medical. Antes de su aparición, el único sistema auditivo anclado al hueso en el mercado era el BAHA, de la empresa Cochlear.⁵

TECNOLOGÍA

Estos dispositivos se basan en el principio de conducción del sonido por vía ósea. La vibración ocasionada por las ondas sonoras estimula un procesador colocado en el cráneo y, luego, la vibración es conducida por un pilar percutáneo al hueso, y de esta forma a la cóclea a través del cráneo sobrepasando al oído externo y medio. La conducción ósea directa proporciona un sonido claro debido a que la cóclea es una estructura ósea en el cráneo y por esto es directamente estimulada. Se denominan *osteointegrados* debido a que el hueso que aloja al implante de titanio crea un tejido activo a nivel molecular que incorpora el implante al propio hueso y se remodela gradualmente para adaptarse al implante.

Los sistemas auditivos anclados al hueso consisten en tres partes: un implante de titanio, un pilar de conexión o transcutáneo y un procesador de sonido desmontable. El procesador de sonido y el pilar transcutáneo son los componentes externos del sistema y el implante de titanio, el componente interno. Luego de colocarse el implante de titanio en el hueso temporal en un procedimiento quirúrgico, ocurre la osteointegración.¹

El proceso de osteointegración para crear la unión biológica entre el óxido de titanio y el hueso depende del tiempo. Tradicionalmente, el tiempo de espera para el sistema BAHA es de tres meses en adultos y de cuatro a seis meses en niños.

La osteointegración es un reflejo de la cicatrización de heridas óseas, implica un hematoma, la formación y disolución de coágulos, la migración celular osteogénica y la nueva formación ósea. Este proceso implica tres fases: la osteoconducción, la formación ósea *de novo* y la remodelación ósea.

Durante la fase de osteoconducción se produce crecimiento óseo aposicional que permite la formación de hueso sobre una superficie, que ocurre en los primeros tres días. El implante ocasiona que las células mesenquimales se sometan a diferenciación osteoblástica. Para el

día 6, los osteoblastos producen osteoide (hueso inicial no mineralizado). Los osteoclastos reclutados remodelan el tejido óseo formado. La formación ósea *de novo* implica la formación de una matriz mineralizada en la superficie del implante. El proceso de calcificación se completa en dos semanas y a las tres semanas la remodelación está en marcha.

Tal vez el factor más importante para el éxito de este proceso es la estabilidad del implante en el hueso, que se obtiene, inicialmente, por el diseño del implante y gradualmente se da por el hueso recién formado.

Debido a que la tecnología de los sistemas auditivos anclados al hueso se adoptó a partir de la investigación dental, el plazo establecido en la bibliografía dental para la osteointegración fue adoptado en el protocolo quirúrgico de éstos. Sin embargo, los avances recientes en la investigación dental demostraron la viabilidad de reducir el tiempo de la implantación.^{6,7}

Un estudio en conejillos de indias demostró la estabilidad del implante después de seis semanas.⁷ Posteriormente, se realizó un estudio en humanos que demostró la reducción en el periodo de espera a seis semanas, no hubo fallas en la osteointegración de los implantes de titanio y, además, la activación temprana del sistema aumentó la satisfacción de los pacientes.⁶

INDICACIONES

Estos sistemas están indicados en pacientes con hipoacusia conductiva o mixta que no se benefician de los auxiliares de conducción aérea convencionales, como pacientes con otitis media crónica, atresia aural congénita y microtia, colesteatoma, malformaciones o alteraciones de la cadena osicular.

Los pacientes aptos deben ser mayores de cinco años, tener hipoacusia conductiva o mixta, en la que el promedio de tonos puros en el oído afectado sea mejor o igual a 45 dB, y tenga discriminación fonémica monosílaba de 60% o mejor.

Para la colocación bilateral, los pacientes aptos deben tener conducción ósea simétrica en ambos oídos, definida como menos de 10 dB de diferencia en la conducción ósea, o menos de 15 dB de diferencia en los umbrales de conducción ósea en las frecuencias de 500, 1,000, 2,000 y 4,000 Hz.

En casos de hipoacusia unilateral, los pacientes aptos deben tener una audición normal en un oído, definida como promedio de tonos puros de conducción aérea de 20 dB o mejor, con hipoacusia profunda en el oído contralateral.

En estos pacientes, los sistemas auditivos anclados al hueso usan una ruta transcraneal para enviar el sonido recibido por el procesador de sonido del oído hipoacúsico a la cóclea del oído sano.⁸

Las causas comunes de hipoacusia neurosensorial unilateral son neurinoma del acústico o pacientes operados de resección de tumores, con hipoacusia secundaria, enfermedades neurológicas degenerativas, hipoacusia súbita, enfermedad de Ménière, infección viral y traumatismo.^{1,8,9}

CIRUGÍA PARA COLOCACIÓN DE LOS IMPLANTES AUDITIVOS ANCLADOS AL HUESO

Como requisito indispensable se requiere un grosor de la tabla ósea de al menos 4 mm en el sitio de implantación.

El sitio ideal para la implantación se localiza aproximadamente 50-55 mm posterosuperior al conducto auditivo externo en la mastoides, alineado con la parte superior de la aurícula, dejando suficiente espacio posterior a la aurícula para el procesador.

Se realiza un colgajo de piel o una incisión longitudinal de aproximadamente 30 mm. Después de una disección aguda del tejido subcutáneo de alrededor de 40 x 60 mm, el periostio se expone y se moviliza.

El siguiente paso es el fresado; la velocidad de éste es de 1,500 rpm y se realiza con una guía de fresado con un sistema de seguridad que permite sólo la penetración de 3 mm. Se completa el orificio con una fresa de avellanar de punta roma.

Se necesita una generosa irrigación en todos los movimientos de fresado y colocación del implante, al introducir y al extraer las fresas del tejido óseo. El tejido subcutáneo se reduce sobre un área de aproximadamente 2 cm alrededor de la incisión. La introducción del implante en el agujero óseo creado debe ser a baja velocidad, de 8 a 15 rpm. La piel debe ser perforada justo encima del pilar, mediante un sacabocados dermatológico. Se suturan los bordes de la incisión con seda 3/0 intentando ser lo menos traumáticos posibles con la piel. Se coloca una cubierta de material plástico (*healingcap*)

en el pilar, y entre ella y el implante se coloca un tira de gasa empapada en ungüento antibiótico para evitar hematomas y edemas en la zona.^{10,11}

COMPLICACIONES

De un estudio realizado con 149 pacientes en la clínica House, operados en cuatro años, 12.8% tuvo complicaciones en el posoperatorio: sobrecrecimiento de piel (7.4%), extrusión del implante (3.4%) y necrosis del colgajo (0.7%). La complicación más común es el sobrecrecimiento de piel en el pilar externo, que puede tratarse con una cirugía de revisión. Las demás complicaciones requieren cuidados locales, antibióticos y, ocasionalmente, revisión quirúrgica.¹²

RESULTADOS

Los sistemas auditivos anclados al hueso son seguros y efectivos en la rehabilitación auditiva de pacientes con hipoacusia conductiva, mixta o sensorineural unilateral.

La alta efectividad, la satisfacción del paciente y los resultados auditivos colocan a estos sistemas entre las principales opciones para la rehabilitación auditiva.¹³

REFERENCIAS

1. Koch DB, Staller S, Jaax K, et al. Bioengineering solutions for hearing loss and related disorders. *Otolaryngol Clin North Am* 2005;38:255-272.
2. Janssen RM, Hong P, Chadha NK, et al. Bilateral bone-anchored hearing aids for bilateral permanent conductive hearing loss: a systematic review. *J Otolaryngol Head Neck Surg* 2012;147:413-422.
3. Christensen L, Smith L, Kimberlain J y col. Comparison of traditional bone-conduction hearing aids with the Baha system. *J Am Acad Audiol* 2010;21:267-273.
4. Tjellstrom A, Hakansson B, Granstrom G. Bone-anchored hearing aids. In: Maniglia AJ, Proops DW, editors. *Implantable electronic otologic devices-State of the Art*. *Otolaryngol Clin North Am*. Philadelphia, WB Saunders, 2001;34.
5. Dun CA, de Wolf MJ, Hol MK, Wigren S, et al. Stability, survival, and tolerability of a novel Baha implant system: six-month data from a multicenter clinical investigation. *Otol Neurotol* 2011;32:1001-1007.
6. Wazen JJ, Gupta R, Ghossaini S, et al. Osseointegration timing for Baha system loading. *Laryngoscope* 2007;117:794-796.
7. De Smet E, Jaecques S, Vandamme K, y col. Positive effect of early loading on implant stability in the bi-cortical guinea pig model. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:402-407.

8. Newman C, Sandrige S, Wodzisz L. Longitudinal benefit from and satisfaction with the Baha system for patients with acquired unilateral sensorineural hearing loss. *Otol Neurotol* 2008;29:1123-1131.
9. Ferreira R, Kiesewetter A, Satomi L, et al. Bone-anchored hearing aid (BAHA): indications, functional results, and comparison with reconstructive surgery of the ear. *Int Arch Otorhinolaryngol* 2012;16:400-405.
10. De Wolf M, Hol M, Huygen P, et al. Clinical outcome of the simplified surgical technique for BAHA implantation. *Otol Neurotol* 2008;29:1100-1108.
11. Dalmau J, Tamarit J, Murcia V, et al. BAHA: a new longitudinal incision with fixture out of the incision. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2009;60:278-282.
12. House J, Kutz J. Bone-anchored hearing aids: incidence and management of postoperative complications. *Otol Neurotol* 2007;28:213-217.
13. Wazen JJ, Young DL, Farrugia MC, Chandrasekhar SS, et al. Successes and complications of the Baha system. *Otol Neurotol* 2008;29:1115-1119.