GUÍA DE ACCESO LIBRE SOBRE AUDIOLOGÍA Y DISPOSITIVOS DE REHABILITACIÓN AUDITIVA PARA OTORRINOLARINGÓLOGOS

IMPLANTES COCLEARES EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

Talita le Roux, Claude Laurent

Los implantes cocleares (IC) son dispositivos electrónicos que se implantan quirúrgicamente y se utilizan para tratar la pérdida auditiva neurosensorial de severa a profunda en niños y adultos que no se benefician de los dispositivos de rehabilitación auditiva convencionales. En 2012, casi 250 000 pacientes tenían implantes cocleares, aproximadamente la mitad de ellos niños. Los IC están disponibles en la mayoría de los países desarrollados y la gran mayoría de los receptores de IC viven en esos países.

Actualmente, los IC son demasiado caros y, por lo tanto, prácticamente inaccesibles en los países en desarrollo. Superar este obstáculo financiero, junto con la falta de equipos especializados en IC, es un reto difícil y complejo. Algunos países cuentan con equipos de recaudación de fondos, grupos de interés y campañas en los medios de comunicación para aumentar la concienciación y recaudar fondos para los IC.

El dispositivo de IC

Los primeros implantes cocleares de la década de 1960 eran electrodos de un solo canal; los electrodos múltiples se introdujeron en la década de 1980 en Australia *(Figura 1)*. Los componentes básicos del IC se ilustran en la *Figura 2:* procesador de voz externo (A); bobina, transmisor, e imán (B); y receptor/estimulador y electrodo implantables quirúrgicamente (C). El micrófono detecta el sonido; se transmite una señal al procesador de voz; el procesador de voz filtra, analiza y digitaliza el sonido en señales codificadas; las señales codificadas se envían a la bobina a través de un cable; la bobina transmisora envía el código a través de la piel al implante interno mediante señales de radiofrecuencia.

El receptor interno del implante convierte el código en señales eléctricas; las señales se envían a los electrodos para estimular las fibras del nervio auditivo y son reconocidas por el cerebro como sonidos o audición.

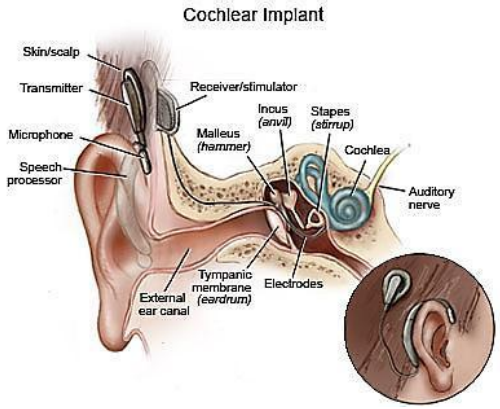

Figura 1: Dispositivo de IC

Figura 2: Componentes del IC

Figura 3: Cómo funciona un IC

El funcionamiento de un IC se puede ver en YouTube: www.youtube.com/watch?v=SmNpP2fr57A

Audición acústica frente a audición eléctrica

Los estímulos sonoros suelen producir patrones de excitación eléctrica a lo largo de las vías del sistema nervioso. Cuando se estimula eléctricamente, el nervio auditivo genera un potencial de acción o un «pico» que se transmite a la corteza auditiva del cerebro. En la pérdida auditiva neurosensorial de severa a profunda, las células ciliadas no funcionan y el sistema auditivo es incapaz de generar picos a lo largo del nervio auditivo en respuesta al sonido. El electrodo del IC se coloca en la *escala timpánica,* cerca del ganglio espiral del nervio auditivo. Los implantes cocleares estimulan directamente el nervio auditivo de forma eléctrica y evitan el oído medio y la parte del oído interno donde se encuentra el *órgano de Corti.* El cerebro no puede distinguir entre los picos generados por las células ciliadas o por un IC y los interpreta como sonido. En una cóclea que funciona normalmente, las diferentes regiones de la membrana basilar del órgano de Corti vibran a diferentes frecuencias sinusoidales debido a las variaciones de grosor y anchura a lo largo de la membrana. Por lo tanto, los cuerpos celulares del nervio coclear (ganglio espiral) que transmiten información desde diferentes regiones de la membrana basilar codifican la frecuencia de forma tonotópica. Este principio de tonotopía también es aplicable en la audición eléctrica.

IC frente a audífonos

Los IC son muy diferentes a los audífonos por las razones que se describen a continuación.

Los audífonos amplifican el sonido para que pueda ser detectado por el oído interno en presencia de un oído medio y/o interno dañado; ***los IC eluden el oído interno*** y estimulan directamente el nervio auditivo.

La audición con un IC es diferente de la audición normal y lleva tiempo aprenderla y aceptarla. Sin embargo, un IC casi siempre permite a la persona reconocer señales de advertencia, comprender otros sonidos del entorno y mejorar la capacidad de leer los labios. Con tiempo y un entrenamiento intensivo, el paciente puede disfrutar de una conversación cara a cara o incluso por teléfono.

La calidad del sonido percibido con un IC es diferente de la audición acústica natural; el cerebro recibe y procesa menos información sonora.

Las expectativas de recuperar la audición normal deben minimizarse en el asesoramiento preoperatorio y en el entrenamiento posterior al implante. Sin embargo, los dispositivos y las estrategias de procesamiento más recientes permiten a los usuarios de IC oír mejor en entornos ruidosos, mantener conversaciones por teléfono móvil, aprender idiomas extranjeros y disfrutar de una gran variedad de música.

Criterios de selección para los IC

Se deben tener en cuenta numerosos factores relacionados con la idoneidad para un IC, entre otros, el grado de pérdida auditiva, el beneficio de los audífonos, la duración de la sordera, los modos de comunicación, la plasticidad cerebral, los parámetros radiológicos y médicos, el compromiso de los padres, el apoyo educativo y los recursos económicos.

Se debe hacer todo lo posible para garantizar un uso óptimo de los implantes cocleares y evitar que no se utilicen [1]. Solo se debe implantar a pacientes con una probabilidad realista de rehabilitación exitosa, a fin de no desperdiciar recursos. Los pacientes deben

ser accesibles y se debe disponer de instalaciones audiológicas y educativas adecuadas (para los niños). Como regla general, no se debe implantar un IC a menos que exista una garantía de mantenimiento de por vida del implante y de apoyo sociológico y educativo.

La *tabla 1* resume los criterios típicos de derivación para el IC en niños y adultos. ***Cuanto más pequeño sea el bebé en el momento del diagnóstico y del IC, mejor será el resultado***. Los implantes cocleares pueden utilizarse en niños con sordera prelingual menores de 3 años (preferiblemente más pequeños) o en niños con pérdida auditiva progresiva que causa sordera postlingual.

Niños	**Adults**
Hipoacusia neurosensorial (HNS) bilateral severa-profunda o moderada-profunda Sin edad mínima Beneficio limitado o nulo de los audífonos: · Desde el nacimiento hasta los 2 años: acceso limitado a los sonidos del habla con audífonos · De 2 a 5 años: incapacidad para desarrollar un nivel aceptable de habilidades auditivas (por ejemplo, retraso en el habla y el lenguaje) · Más de 5 años: < 50 % de discriminación de frases abiertas	Hipoacusia neurosensorial (HNS) bilateral severa-profunda o moderada-profunda Sin límite de edad máxima Beneficio limitado o nulo de los audífonos: · Puntuación inferior al 50 % en la discriminación de frases en conjunto abierto en el oído que se va a implantar · Pérdida auditiva prelingüística o poslingüística con habilidades de comunicación oral/auditiva Deseo de formar parte del mundo de los oyentes

Tabla 1: Criterios de derivación para implantes cocleares en niños y adultos [1]

Los períodos sensibles para el desarrollo neural se dan durante los tres primeros años de vida y son fundamentales para el establecimiento de los mecanismos auditivos, incluyendo la comprensión del habla y el lenguaje. También hay períodos críticos para el desarrollo de la plasticidad cerebral. El período de plasticidad cerebral óptima se extiende hasta los 3,5-5 años de edad. Entre los 3,6 y los 7 años, aún persiste cierta plasticidad; después de los 7 años, la plasticidad es muy escasa y el reclutamiento suele ser irreversible [2]. La privación auditiva temprana puede provocar una reorganización funcional en la corteza auditiva. Sin embargo, la estimulación eléctrica mediante un IC puede dar lugar a la supervivencia neural y al desarrollo del sistema auditivo central [3].

La edad en el momento de la implantación es una variable pronóstica para ***los niños con sordera congénita***; la implantación más temprana se asocia con los patrones de desarrollo más normales de las habilidades auditivas y comunicativas de los niños con sordera congénita y prelingual. En el caso de los niños y adolescentes mayores con sordera congénita, deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos previos para ser candidatos a un IC:

- Experiencia auditiva temprana (diagnóstico precoz y adaptación de audífonos)
- Uso consistente de audífonos (durante todas las horas de vigilia)
- Lenguaje hablado como modo de comunicación

Cirugía de IC

Idealmente, se debería realizar un IC en un oído anatómicamente normal, a fin de simplificar la mastoidectomía y la cirugía del oído medio. La cirugía se realiza bajo anestesia general. Se practica una incisión de 5-7 cm detrás y por encima de la oreja, y se crea una cavidad subperióstica debajo del músculo temporal. Se fresa una depresión en el cráneo para alojar el receptor, de modo que no se mueva. Se realiza una mastoidectomía parcial y una timpanotomía posterior, creando una apertura entre el tercer segmento del nervio facial y la cuerda del tímpano. Se expone el nicho de ventana

redonda *(fossula fenestrae cochleae)* con su membrana orientada hacia la escala timpánica. El electrodo del IC se pasa a través de la timpanotomía posterior y se inserta a través de una incisión realizada en la membrana de la ventana redonda o a través de una apertura separada perforada en la cóclea (cocleostomía) justo por debajo y por delante del nicho de la ventana redonda; es preferible la inserción completa del electrodo. El nicho de la ventana redonda se sella con tejido conectivo o músculo para reducir el riesgo de meningitis. Se administran antibióticos durante el proceso perioperatorio. Los pacientes abandonan el hospital al primer o segundo día, pero también pueden ser implantados como cirugía ambulatoria (M. Bunne, Oslo, Noruega - comunicación personal).

Programación del dispositivo (MAPping)

El objetivo de la programación es ajustar el dispositivo para que pueda convertir eficazmente la entrada acústica en un rango dinámico eléctrico utilizable para cada electrodo que se estimula.

El audiólogo que realiza la programación/ MAPping es responsable del mantenimiento y la programación del IC, incluida la estimulación inicial y las sesiones periódicas de programación de seguimiento. El audiólogo obtiene dos medidas psicofísicas, es decir, los umbrales eléctricos (niveles T) y los niveles de comodidad (niveles C), para crear un programa (MAP).

Se debe seleccionar una estrategia de codificación adecuada, así como un modo de estimulación para cada paciente. La estrategia de codificación es el medio por el cual un implante traduce la señal acústica entrante en patrones de impulsos eléctricos que, a su vez, estimulan las fibras del nervio auditivo. El modo de estimulación se refiere al flujo de corriente eléctrica, es decir, la ubicación del electrodo indiferente (de referencia) en relación con el electrodo activo (estimulado). Se utiliza una combinación de técnicas de programación objetivas y conductuales para establecer un MAP adecuado para cada receptor de IC.

IC bilaterales

En los países desarrollados, es habitual implantar implantes cocleares de manera bilateral a niños y a un número cada vez mayor de pacientes adultos con sordera postlingual. La implantación de implantes cocleares bilaterales significa que se implantan dos sistemas de hardware internos y externos separados, ya sea de forma simultánea o secuencial. Los procesadores del habla no se comunican entre sí y la programación de los MAP se realiza de forma independiente para cada procesador.

Las ventajas de los implantes cocleares bilaterales incluyen:

- Mejora de la localización del sonido
- Mejora de la comprensión del habla en condiciones de silencio y con ruido de fondo
- Se estimulan ambas vías auditivas
- lo que garantiza que se haya implantado el oído con mejor rendimiento (ya que es difícil determinar antes de la operación qué oído funcionará mejor con un IC)
- El segundo IC actúa como reserva en caso de que uno de los implantes falle
- Garantiza la audición binaural y, por lo tanto, ayuda al desarrollo de las habilidades de procesamiento auditivo central en los niños pequeños

El candidato ideal para un IC bilateral en adultos es aquel que tiene una pérdida auditiva poslingual y una duración relativamente corta de pérdida auditiva profunda (<15 años), ya que se ha beneficiado del máximo desarrollo cortical binaural. Es fundamental el uso constante y continuado de la amplificación acústica bilateral antes de la implantación.

Los niños mayores se benefician de los implantes cocleares bilaterales, pero en menor medida que los niños más pequeños. Existe un periodo crítico para el desarrollo auditivo binaural en los niños. En los niños menores de 8 años en el momento del IC, la «brecha» en la percepción del habla entre el primer y el segundo oído se cierra en los primeros 6-12 meses tras el segundo IC [4]. En los niños de entre 8 y 13 años en el momento del IC, la «brecha» en la percepción del habla permanece sin cambios 2-3 años después del segundo IC.

Los IC en los países en vías de desarrollo

Aunque la mayoría de las personas sordas viven en países en vías de desarrollo, la disponibilidad de implantes cocleares es limitada, principalmente debido a los altos costes del implante (entre 30 000 y 40 000 dólares estadounidenses), la cirugía y la asistencia postoperatoria, pero también debido a la falta de servicios especializados de otorrinolaringología y audiología.

Los criterios de selección para los IC deben ser mucho más estrictos y difieren en algunos aspectos de los de los países desarrollados, debido a la escasez de servicios especializados de otorrinolaringología y audiología y a las limitaciones financieras.

Establecimiento de un programa de implantes cocleares en un país en vías de desarrollo

Los audiólogos son miembros clave de una unidad que comienza a realizar IC en un país en vías de desarrollo. Por lo tanto, los servicios audiológicos limitados y los recursos de rehabilitación insuficientes son los mayores retos. Los audiólogos (o los profesionales de la salud auditiva especialmente formados) deben estar bien versados en la evaluación de la audición en niños pequeños, así como en adultos con discapacidad auditiva grave. Se requieren conocimientos detallados de anatomía, fisiología, estimulación eléctrica, tecnología de implantes cocleares y rehabilitación, y el audiólogo debe estar formado y familiarizado con el sistema de IC específico que se va a utilizar. Es esencial una formación intensiva y práctica en materia de software de programación, monitorización intraoperatoria, programación (MAPping) y resolución de problemas.

Un otológo con conocimientos de audiología debe formar parte del equipo de implantes cocleares desde el principio. Debe estar familiarizado con la cirugía del oído medio y la mastoides; la cirugía para IC en sí misma no es muy complicada y, en la mayoría de los casos, se realiza en oídos con una anatomía macroscópica normal. Existen múltiples cursos de implantes cocleares para cirujanos en todo el mundo [5].

Las principales marcas de IC son las más utilizadas en los países en desarrollo, principalmente debido a su amplia experiencia y al apoyo y los servicios que ofrecen los proveedores. Existe un debate en curso sobre si un implante coclear más asequible sería más adecuado para los países de bajos ingresos, ya que podría ser de menor calidad y no tan fiable. Sin embargo, será necesario reducir los precios de los dispositivos y accesorios para que los implantes cocleares sean accesibles para los pacientes de los países en desarrollo.

Conclusiones

Los IC han supuesto un gran avance en el tratamiento de la sordera. A pesar de los notables resultados de los implantes cocleares en pacientes adultos y pediátricos, su disponibilidad y los servicios especializados necesarios siguen siendo limitados en los países en desarrollo.

Referencias

1. Muller AMU, Wagenfeld DJH. Cochlear Implants in South Africa. *ENT News*, 2003;12(2):57-62

2. Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: Implications for age of implantation. *Ear Hear* 2002;23(6):532-9
3. Muller AMU, Wagenfeld DJH. Paediatric cochlear implantation. CME: *SA Journal of CPD: Community ENT*, 2003;21(11):628-32
4. Peters BR, Litovsky R, Parkinson A, Lake J. Importance of age and post-implantation experience in speech perception measures in children with sequential bilateral cochlear implants. *J Otol Neurotol* 2007;28(5):649-57
5. http://www.entandaudiologynews.com/diary/

Cómo citar este capítulo

Le Roux T, Laurent C (2019). Cochlear Implants in Developing Countries. In *Open Access Guide to Audiology and Hearing Aids for Otolaryngologists.* Retrieved from https://vula.uct.ac.za/access/content/group/27b5cb1b-1b65-4280-9437-a9898ddd4c40/Cochlear%20Implants%20in%20Developing%20Countries.pdf

Traductor

Sebastián Merlano Castellanos MD
Servicio de ORL
Complejo Hospitalario Universitario de Toledo, Toledo, España
merlanocastellanossebastian@gmail.com

Coordinador de las traducciones al castellano

Dr J. Alexander Sistiaga Suárez MD FEBEORL-HNS, GOLF IFHNOS Unidad de Oncología de Cabeza y Cuello – Servicio de Otorrinolaringología Hospital Universitario Donostia, San Sebastian, España
jasistiaga@osakidetza.eus

Autora

Talita le Roux
Profesora de Audiología
Audióloga: Unidad de Implantes Cocleares de la UP
Departamento de Patología de la Comunicación
Universidad de Pretoria, Sudáfrica
talita.leroux@up.ac.za

Autor y editor

Claude Laurent, MD, PhD
Profesor de Otorrinolaringología
Unidad de Otorrinolaringología,
Departamento de Ciencias Clínicas
Universidad de Umeå, Umeå, Suecia
claude.laurent@ent.umu.se

Editores

De Wet Swanepoel PhD
Profesor
Departamento de Patología de la Comunicación
Universidad de Pretoria
Pretoria, Sudáfrica
dewet.swanepoel@up.ac.za

Johan Fagan, MBChB, FCS(ORL), MMed
Profesor y presidente
División de Otorrinolaringología
Universidad de Ciudad del Cabo
Ciudad del Cabo, Sudáfrica
johannes.fagan@uct.ac.za

OPEN ACCESS GUIDE TO AUDIOLOGY & HEARING AIDS FOR OTOLARYNGOLOGISTS
http://www.entdev.uct.ac.za

The Open Access Atlas of Otolaryngology, Head & Neck Operative Surgery by Johan Fagan (Editor) johannes.fagan@uct.ac.za is licensed under a Creative Commons Attribution - Non-Commercial 3.0 Unported License