

Radiología antes, durante y después de la implantación coclear

Prof. Dr. Francisco Javier Cervera-Paz
Departamento de Otorrinolaringología

Prof. Dr. Manuel Manrique
Departamento de Otorrinolaringología

Dr. José Luis Zubieta
Departamento de Radiología

Clínica Universidad de Navarra
Pamplona

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de implantación coclear una parte imprescindible es la valoración radiológica del paciente mediante la selección de pruebas apropiadas. Las pruebas de imagen aportan una información complementaria a los estudios clínicos y audiológicos, mejorando así el conocimiento clínico del paciente, y aportando datos que pueden ser determinantes durante el proceso. Así, los hallazgos radiológicos pueden motivar la exclusión de una implantación coclear convencional, bien ser cruciales para elegir el lado en el que colocar el implante coclear (IC), la técnica quirúrgica más apropiada, o el dispositivo de IC más adecuado.

En la actualidad disponemos de diversas técnicas de evaluación radiológica, como las radiografías simples, la topografía computerizada (TC), la resonancia magnética (RM), la tomografía por emisión de positrones (PET), la angio-RM, etc., que serán solicitadas por el equipo médico para evaluar al paciente en un momento preciso del proceso de la implantación. En definitiva, el estudio radiológico nos ayuda a tomar el buen camino, en el proceso de selección y colocación del IC, informando sobre distintas alternativas terapéuticas, resolver incertidumbres clínicas, poniéndonos en vanguardia sobre determinados riesgos que puede llevar la implantación, o informándonos sobre una complejidad inhabitual de un paciente concreto. Por tanto, la valoración radiológica del paciente en cada momento del proceso debe ayudar a contestar a preguntas de especial relevancia de cada momento del proceso:

- *Antes de la implantación:* ¿Es posible la colocación del IC? ¿Qué oído implantar? ¿Con qué método quirúrgico? ¿Cuál es el mejor dispositivo para este paciente?

- *Durante el proceso quirúrgico de la implantación:* ¿El IC está colocado en su sitio (dentro de la cóclea)? ¿Está correctamente colocado?

- *Después de la implantación coclear:* ¿Le ha sucedido algo al IC en el caso de complicación o mal funcionamiento? ¿Está correctamente colocado? ¿Ha aparecido algo que explique el bajo rendimiento del paciente con el IC? ¿Ha desarrollado algún otro problema?

RADIOLOGÍA ANTES DE LA IMPLANTACIÓN

La radiología antes de la implantación nos informará sobre dos aspectos fundamentales: las indicaciones y contraindicaciones para la implantación coclear en un paciente concreto; y la selección del oído más apropiado para la implantación, en caso de implantación unilateral. Así mismo, nos permiten una correcta planificación en la elección del IC más apropiado para un determinado paciente, con conocimiento de la profundidad de inserción de la guía de electrodos y el ángulo de inserción, a fin de ser lo menos traumático posible a nivel coclear.

El estudio radiológico pre-operatorio debe incluir una valoración global del paciente atendiendo a cuatro aspectos fundamentales: presencia de alteraciones cerebrales; alteraciones en el hueso temporal; alteraciones en el nervio coclear, y alteraciones en el oído interno.

Las pruebas de imagen aportan una información complementaria a los estudios clínicos y audiológicos

1. Alteraciones cerebrales. Desde el punto de vista radiológico, las alteraciones cerebrales visibles en los estudios pre-operatorios (TC, RM, angio-RM, PET) nos ayudarán a complementar la información clínica sobre las causas de la sordera del paciente (coclear retrococlear), determinando en algunas ocasiones la contraindicación del IC, o la elección de un determinado oído para llevarlo a cabo, o a realizar un adecuado pronóstico funcional. Este sería el caso, por ejemplo, de pacientes con patología localizada (por ejemplo, infartos limitados, secuelas de traumatismos, etc.) frente a las enfermedades difusas con áreas de afectación múltiple de la sustancia gris o de la sustancia blanca cerebral (siderosis superficial, enfermedad de Binswanger, sufrimiento fetal, infecciones por citomegalovirus, secuelas de meningitis, etc.).

2. Alteraciones en el propio hueso temporal. El estudio radiológico debe informarnos sobre la situación del oído medio y la mastoides, la anatomía de las estructuras vasculares y nerviosas del hueso temporal, la anatomía del acueducto vestibular y conducto endolinfático y la propia valoración del oído interno. Así, por ejemplo, un estudio radiológico realizado en un niño candidato a un IC nos puede informar de la presencia de una anatomía normal, pero ponernos sobre aviso de la presencia de una patología inflamatoria del oído medio muy frecuente en la infancia, como una otitis media secretora crónica; así, la coexistencia de esta patología puede hacer aconsejable demorar la colocación del IC hasta resolver la otitis. También nos ofrece información sobre la neumatización mastoidea, dato muy relevante de cara al procedimiento quirúrgico, como en el caso de mastoides ebúrneas o secuelas de otitis medias. Con respecto a la anatomía vásculo-nerviosa, los estudios radiológicos nos pueden ofrecer información determinante a la hora de seleccionar un determinado oído en el caso de que en el contralateral aparecieran alteraciones como una carótida con recorrido aberrante o con una dehiscencia en el oído medio, un bulbo de la yugular alto o dehiscente, una arteria estapedial persistente, o alguna otra anomalía relevante, en especial, las que afectan al trayecto

del nervio facial. El estudio de TC puede revelar la presencia de osteodistrofias del hueso temporal, como una otoesclerosis coclear o una enfermedad de Paget, que pueden condicionar tanto la elección del oído a implantar, como el tipo de IC que debe emplearse, o bien informarnos de características de importancia pronóstica, o de posibles incidencias en el futuro.

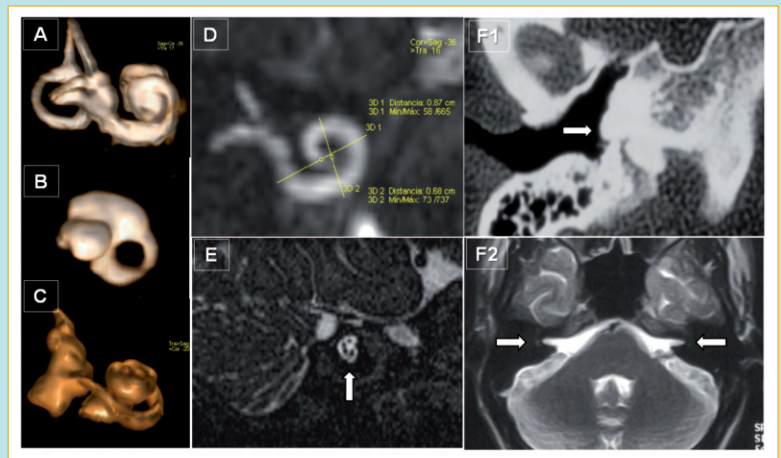
Evidentemente, como también describimos más adelante, nos informará de malformaciones y osificaciones del oído interno.

El estudio radiológico pre-operatorio debe revelar la existencia de alteraciones cerebrales, en el hueso temporal, en el nervio coclear y en el oído interno

3. Alteraciones en el nervio coclear. Debe realizarse una valoración completa del recorrido de los nervios cocleares, desde su inicio en el ganglio espiral, su emergencia a través del poro acústico interno, su recorrido a través del conducto auditivo interno y su incorporación al complejo de los núcleos cocleares. Esta valoración resulta esencial debido a que la formación embrionaria del laberinto óseo y de sus elementos neurales se produce de

Estudios radiológicos antes de la implantación.

- A. RM de una cóclea con desarrollo anatómico normal.
- B. RM de una cóclea con una malformación (aplasia severa).
- C. RM de una cóclea con osificación parcial tras una meningitis; no se aprecian los conductos semicirculares.
- D. Algunas de las mediciones de interés para la cirugía realizadas sobre una reconstrucción bidimensional mediante TC.
- E. Imagen de RM con una sección oblicua, a nivel del conducto auditivo interno; la flecha señala la presencia normal de los nervios auditivo, vestibulares y facial.
- F. F1. TC de una laberintitis osificante, con osificación completa de la cóclea (flecha) tras una meningitis; F2. Mismo paciente, estudio de RM en el que no se observa el paso del contraste a las cócleas (flechas).

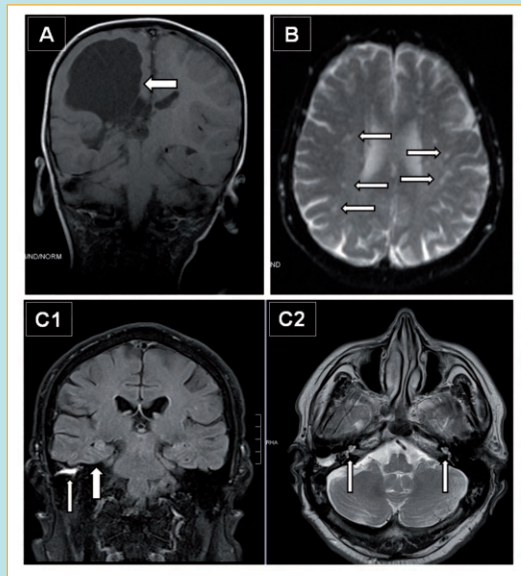


forma independiente, y por ello la presencia de una anatomía normal del oído interno ósea no garantiza la normalidad de los elementos neurales [se ha descrito en repetidas ocasiones la ausencia del nervio coclear (agenesia) o su malformación grave (hipoplasia) en oídos con cócleas normo-conformadas].

4. Anomalías del oído interno. Es evidente que el estudio radiológico, fundamentalmente una combinación de TC y RM, es crucial a la hora del diagnóstico de las malformaciones del oído interno, determinando la causa de la sordera, contribuyendo a la elección del oído que debe implantarse, permitiendo seleccionar el mejor tipo de IC, y una planificación de la técnica quirúrgica. En cuanto a las malformaciones, los estudios radiológicos nos permitirán conocer el grado de las *anomalías del laberinto anterior* (cóclea) y, en función de su gravedad, contraindicar la implantación, determinar la necesidad de usar IC especiales, o poner sobre aviso al cirujano de la posibilidad de aparición intraoperatoria de incidentes como una fistulización a presión del líquido cefalorraquídeo (“*gusher*”). El hallazgo de una malformación de Michel (ausencia o aplasia

del laberinto óseo y membranoso) contraindica de forma absoluta la implantación coclear (lo que no impediría que el paciente fuera rehabilitado mediante un implante auditivo de tronco cerebral); las otras malformaciones no contraindican de forma absoluta la implantación coclear, siempre y cuando exista un nervio coclear apropiado.

Las *anomalías del laberinto posterior*, como las agenesias o displasias de los conductos semicirculares, las dilataciones del vestíbulo o la dilatación del acueducto vestibular, deben ser claramente caracterizadas en los estudios radiológicos, ya que -si bien no contraindican de forma absoluta la colocación de un IC- pueden determinar la conveniencia de la elección de un determinado IC o poner sobre aviso de posibles incidentes intraoperatorios. Finalmente, las malformaciones que afectan tanto al laberinto anterior como posterior, del tipo de la cavidad común, pueden contraindicar la cirugía en el caso de que coexista una ausencia del nervio coclear, o condicionar la elección de un IC fabricado a la medida de la malformación del paciente, así como informar a priori sobre un resultado limitado tras la implantación.

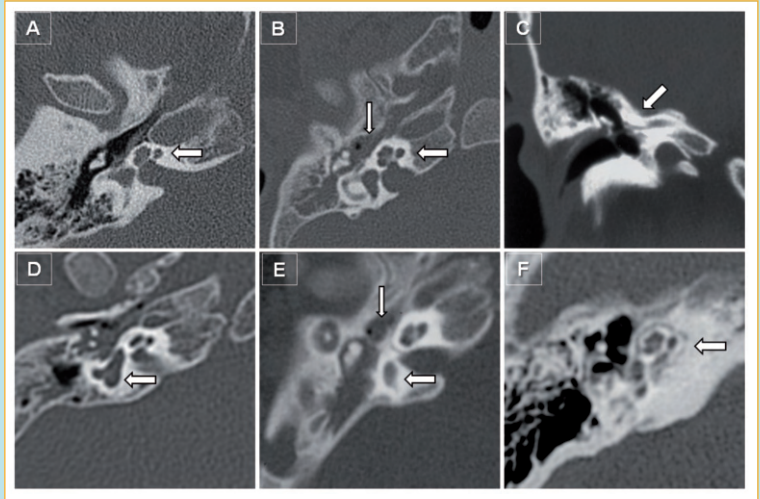


Estudios radiológicos antes de la implantación.

- A. Paciente con secuelas de sufrimiento fetal, con hemiplejía izquierda. En la RM se aprecia una dilatación ventricular derecha.
- B. RM de una paciente con enfermedad vascular difusa e infartos múltiples (flechas).
- C. C1. Paciente con otitis media crónica derecha (flecha fina) y atrofia cerebral lóbulo temporal derecho (flecha gruesa). C2. Mismo paciente, las flechas señalan ambas cócleas, que tienen una apariencia normal.

Estudios radiológicos antes de la implantación.

- A. TC normal; la flecha señala el oído interno.
- B. TC de un niño de 3 años, con una cóclea normal (flecha gruesa), afecto de un cuadro de otitis media seromucosa crónica (flecha fina).
- C. TC en proyección axial de una malformación que contraindica el implante coclear (agenesia del oído interno).
- D. TC de una malformación con desarrollo coclear normal, pero con malformación del vestíbulo (dilatación vestibular), que no contraindica el implante.
- E. TC de un niño con una malformación de conductos semicirculares (flecha gruesa) y una otitis media concomitante (flecha fina).
- F. Imagen de TC de un paciente con una otosclerosis coclear avanzada, con el típico halo de desmineralización pericoclear (flecha).



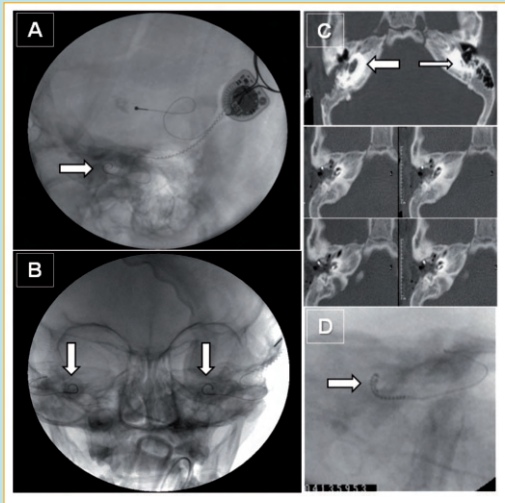
La radiología intraoperatoria permite comprobar que el implante coclear se ha colocado correctamente

Un último aspecto trascendente de las anomalías del oído interno lo representa la presencia de neo-osi-ficación endococlear. Entre sus causas están la laberintitis osificante post-meningítica, las secuelas de otitis media, la otosclerosis coclear, y las secuelas tras fracturas y tratamientos quirúrgicos previos (incluida una colocación previa de un IC). A fin de obtener una caracterización correcta de estas alteraciones, resulta imprescindible para el cirujano la combinación de TC con RM, debido a que la localización y extensión de la osificación intracoclear pueden determinar una contraindicación absoluta, hacernos elegir una determinada técnica quirúrgica, o un determinado IC específico para el caso. Así, puede suceder que nos encontremos con cócleas completamente obliteradas que no sean susceptibles de implantación coclear (sino que harán que el paciente sea candidato a un implante de tronco cerebral), cócleas con obliteración parcial sus-

ceptibles de una implantación coclear convencional tras un fresado óseo intraluminal limitado, cócleas con una obliteración parcial que permitirán una implantación a través de la escala vestibular, o cócleas con una osificación extensa, pero que permitirían una implantación de un IC con doble guía de electrodos.

RADIOLOGÍA DURANTE LA IMPLANTACIÓN COCLEAR

La valoración radiológica durante la cirugía del IC se realiza para comprobar durante la propia operación que el IC ha sido colocado en el interior de la cóclea, y que está correctamente desplegado. Es una información complementaria a la propia percepción del cirujano y al resultado de las pruebas neurofisiológicas intraoperatorias que nos informan sobre el funcionamiento del dispositivo. La radiología intraoperatoria suele realizarse con aparatos de radioscopia que permiten obtener distintas proyecciones en las que se visualiza la guía de electrodos del IC colocada en la cóclea. Este control intraoperatorio es especialmente relevante en los pacientes con displasias cocleares o vestibulares, en



Radiología durante la implantación coclear.

- A. Radiología simple intraoperatoria, en proyección de Stenvers. La flecha señala la guía de electrodos en el interior de la cóclea.
- B. Radiología simple intraoperatoria en proyección transorbitaria, de un paciente operado simultáneamente de ambos oídos. Las flechas señalan las guías de electrodos en el interior de ambas cócleas.
- C. TC preoperatoria (arriba) de una niña con una displasia severa del oído derecho (flecha gruesa) y una agenesia del izquierdo (flecha fina). Las cuatro imágenes de abajo son de una TC intraoperatorio realizado para confirmar la correcta localización de la señal la guía de electrodos en el interior de la cóclea malformada.
- D. Radiología simple intraoperatoria, en proyección de Stenvers. La flecha señala cómo la guía de electrodos se ha desplegado incorrectamente en el interior de la cóclea, lo que obligó a una reinscripción del implante.

los pacientes con osificaciones intralaberínticas y en todos aquéllos en los que hayamos encontrado alguna anomalía en el oído medio o en el hueso temporal en el estudio pre-operatorio. La radiología simple intraoperatoria debe incluirse también para la valoración de los implantes bilaterales, sean secuenciales o simultáneos. En ocasiones excepcionales puede ser necesaria la realización de una TC intraoperatoria a fin de determinar la correcta colocación de la guía de electrodos en el interior de la cóclea, lo cual puede suceder en caso de hipoplasias severas de la cóclea o de osificaciones intraluminares que dificultan de forma relevante la percepción del cirujano. De forma complementaria, el estudio radiológico intraoperatorio puede poner de manifiesto la presencia de dobleces en la punta de la guía de electrodos que pueden determinar un funcionamiento limitado o inapropiado del IC, lo que obligaría a su recambio intraoperatorio.

En la actualidad, se están incorporando tomógrafos rotacionales tridimensionales para el estudio intraoperatorio que permiten una valoración mucho más rica que la radiología convencional.

RADIOLOGÍA DESPUÉS DE LA IMPLANTACIÓN COCLEAR

La valoración radiológica tras la implantación no suele hacerse de forma rutinaria, en todos los pacientes con IC, sino que se emplea en aquéllos en los que el dispositivo no funciona correctamente de forma inmediata o diferida en el tiempo tras su activación, o en aquéllos en los que el IC deja de funcionar con normalidad, brusca o progresivamente. Esta valoración de nuevo requerirá una caracterización radiológica de posibles alteraciones cerebrales, del hueso temporal, del nervio coclear, del oído interno y del propio IC.

La radiología post-implantación se realiza si el implante coclear no funciona correctamente o aparecen complicaciones

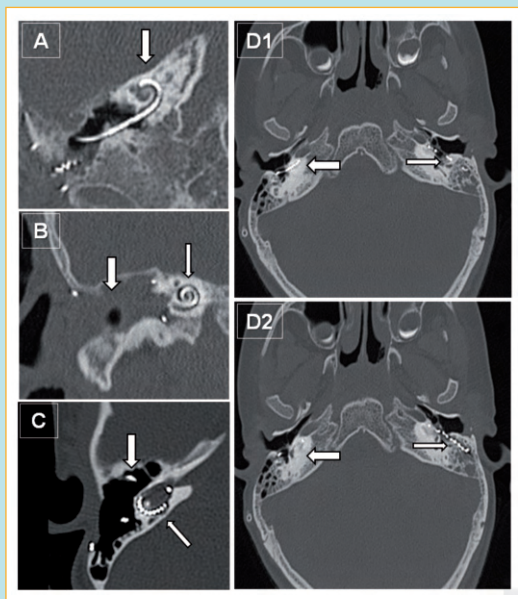
La técnica radiológica que emplearemos en estos pacientes puede ir desde una radiografía simple,

proyección de Stenvers, una TC o una RM. La información que obtendremos irá destinada a descartar la malposición de la guía de electrodos, la presencia de anomalías en el despliegue de la guía de electrodos, el grado de inserción de la guía de electrodos, o la búsqueda de averías sufridas por traumatismos sobre la zona del IC. También resulta de gran utilidad contar con una valoración radiológica en el caso de pacientes con rendimiento deficiente del IC, en pacientes con otras enfermedades concomitantes del oído medio (fundamentalmente otitis media crónica), o complicaciones en el postoperatorio (infecciones crónicas de la herida del implante, vértigo o inestabilidad crónicos, estimulación del nervio facial con el funcionamiento del IC, mastoiditis, extrusión del receptor-estimulador, colesteatoma iatrogénico, etc.).

Merece una consideración aparte la posibilidad de que los pacientes con un IC sean sometidos a una RM para el estudio de cualquier patología, incluida la del oído. Debido a que los implantes han ido

evolucionando desde el punto de vista técnico, algunos (los más antiguos) son incompatibles con estudios de RM, mientras que otros no (los más modernos). La contraindicación se debe a la presencia de materiales ferromagnéticos en el interior del receptor estimulador, o en el imán con el que de forma transcutánea conecta al dispositivo, que podrían moverse o calentarse excesivamente durante el tiempo en que está activo el campo magnético de la RM, y que además causarían un artefacto radiológico local que dificultaría la interpretación de los estudios cerebrales.

Dada la diversidad de IC que están en funcionamiento en la actualidad, y aunque todos los pacientes disponen de instrucciones específicas sobre la compatibilidad o no de sus implantes con los equipos de RM, recomendamos que, antes de proceder a un estudio con esta técnica de imagen, se consulte con la compañía fabricante o con el centro implantador para disipar las dudas que pudieran existir.



Radiología después de la implantación coclear.

- A. Reconstrucción bidimensional mediante TC realizada en un paciente con enfermedad de Paget y un descenso en el rendimiento clínico con el implante; no se observan alteraciones en la guía de electrodos (flecha).
- B. TC de control realizada en un paciente con una otitis media crónica, en quien se realizó una implantación coclear (flecha fina) simultáneamente a una técnica de obliteración (flecha gruesa).
- C. TC realizada a un paciente con un fallo interno del implante, en el que no se observan alteraciones en la guía de electrodos, ni en el oído medio (flecha gruesa), ni a nivel coclear (flecha fina).
- D. D1 y D2. Imágenes de un paciente con una hipoacusia profunda bilateral por una meningitis que originó una laberintitis osificante. En otro centro se le realizó una implantación secuencial, consiguiéndose inserciones parciales en ambas cócleas (flechas). Presentaba un mal rendimiento clínico, probablemente por deterioro neural de los nervios coclear, y se le realizó un implante de tronco cerebral en nuestro centro.



FIAPAS

CONFEDERACIÓN
ESPAÑOLA
DE FAMILIAS
DE PERSONAS SORDAS