



ARTÍCULO ESPECIAL

Lista de verificación de tomografía computarizada de hueso temporal y base de cráneo lateral



Leticia Acle-Cervera^{a,*}, Rocío González-Aguado^b, Michael Bauer^c,
Celia Bernal-Lafuente^d, Marta Drake-Pérez^e, Manuel Manrique-Rodríguez^f,
Enrique Marco de Lucas^e, Francisco Ropero-Romero^g, Ignasi Sambola-Cabrer^h,
Rafael Sánchez-Fernándezⁱ y Luis Lassaletta^j

^a Servicio de Otorrinolaringología, Hospital Virgen de la Salud. Toledo, España

^b Servicio de Otorrinolaringología, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, España

^c Servicio de Otorrinolaringología, Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Valladolid, España

^d Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España

^e Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, España

^f Servicio de Otorrinolaringología, Clínica Universidad de Navarra, Pamplona, España

^g Servicio de Otorrinolaringología, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

^h Servicio de Otorrinolaringología, Hospital Universitari Doctor Josep Trueta, Gerona, España

ⁱ Servicio de Otorrinolaringología, Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo, España

^j Servicio de Otorrinolaringología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

Recibido el 31 de enero de 2021; aceptado el 17 de abril de 2021

PALABRAS CLAVE

Lista de verificación;
Tomografía
computarizada;
Hueso temporal;
Cirugía otológica

Resumen La tomografía computarizada del hueso temporal es una prueba de imagen fundamental para el diagnóstico y tratamiento de diversas entidades que afectan a esta compleja estructura. La tomografía computarizada permite una representación más detallada de las estructuras óseas que la resonancia magnética, lo que determina que sea la prueba de elección para la planificación de la cirugía otológica.

El objetivo de este trabajo es el de elaborar una lista de verificación o *checklist* que permita al otorrinolaringólogo estudiar y valorar de forma sistemática y organizada las principales estructuras de referencia, variantes anatómicas y cambios posquirúrgicos más frecuentes antes de una cirugía segura.

Esta revisión ha sido promovida por la Sociedad Española de Otorrinolaringología y redactada en un formato de lista de verificación dividida en las diferentes regiones del hueso temporal y base de cráneo lateral.

© 2021 Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: leticia.acle@hotmail.com (L. Acle-Cervera).

KEYWORDS

Checklist;
Computed
tomography;
Temporal bone;
Ear surgery

Checklist of the temporal bone and lateral skull base CT- scan

Abstract Computed tomography scan of the temporal bone is a fundamental imaging modality for both the diagnosis and treatment of a wide range of pathologies affecting this complex structure. Temporal bone computed tomography scan provides a more detailed depiction of bone structures, compared with magnetic resonance imaging and, for this reason computed tomography scan is the imaging modality of choice in the planning of otological surgery.

The aim of this article is to present a *checklist* to allow the otolaryngologist to assess systematically and in an organized manner the main anatomical landmarks, anatomical variants, as well as the most common postoperative surgical changes, which can be identified before any safe otological surgery.

This revision was promoted by the Spanish Society of Otolaryngology and elaborated in a checklist template divided into the different areas of the temporal bone and the lateral skull base.

© 2021 Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Hueso temporal y base de cráneo

Desde principios de la década de los 80 el estudio radiológico del hueso temporal empezó a cobrar importancia, a pesar de que inicialmente eran estudios de baja resolución. Con las nuevas técnicas y protocolos, la correlación clínico-radiológica es elevada, lo que sirve de gran ayuda para la planificación quirúrgica¹.

Protocolo de tomografía computarizada

La tomografía computarizada (TC) es la técnica de elección para definir la anatomía ósea del hueso temporal y la base del cráneo, así como para identificar los márgenes de los forámenes neurovasculares de la base de cráneo.

La TC y la resonancia magnética (RM) son técnicas complementarias para el diagnóstico de las entidades del hueso temporal, si bien la TC es más sensible para valorar la anatomía ósea, el patrón de destrucción del hueso, la reacción perióstica, la presencia de esclerosis, la visualización de la osificación, la valoración de la matriz y la calcificación, la evaluación de fracturas, así como para la detección de fístulas de líquido cefalorraquídeo tras la administración de contraste intratecal.

Con la introducción de la técnica de TC multidetector se facilita la adquisición de datos volumétricos de alta resolución, que permiten reconstruir la imagen en cualquier plano. Los beneficios de esta técnica frente a la convencional de cortes axiales y coronales incluyen una mejor resolución temporal y espacial (esta última sobre todo en el eje Z o eje longitudinal al plano de adquisición), concentración homogénea del contraste intravascular, un menor ruido en la imagen, un uso más eficiente del tubo de rayos X y una mayor cobertura anatómica. Estos factores aumentan sustancialmente la precisión diagnóstica del examen.

Protocolos de programación

Los protocolos de programación comúnmente empleados son:

- TC secuencial estándar de cráneo con/sin contraste para descartar enfermedad intraparenquimatosa.
- TC helicoidal de peñascos (generalmente sin contraste), que incluye una adquisición volumétrica en el plano axial con filtro óseo y un grosor de corte de 0,6-0,8 mm, que permite hacer reconstrucciones multiplanares. Las imágenes se evalúan con algoritmo óseo y de partes blandas, para la valoración de la rinofaringe, estructuras encefálicas y partes no óseas incluidas en el estudio.
- TC helicoidal cervical (requiere contraste) para valoración de la glándula parótida y partes blandas cervicales.

El estudio debe extenderse desde la base del cráneo (punta de mastoides) hasta la eminencia arcuata (límite superior del hueso temporal), aunque generalmente se utiliza como referencia superior el techo de la órbita².

Proyecciones

Normalmente los datos obtenidos en el estudio se reconstruyen en los planos axial y coronal con un espesor de corte de 0,6-0,8 mm. Sin embargo, muchas de las estructuras óseas pueden visualizarse en toda su extensión o con mayor detalle en proyecciones más específicas en torno a los ejes del peñasco (tabla 1). Las 2 reconstrucciones más utilizadas siguen el eje corto y largo del peñasco y utilizan un algoritmo óseo con un campo de visión centrado en cada hueso temporal individualmente:

- La proyección oblicua-longitudinal o de Stenvers (fig. 1A y B) se hace en el plano paralelo al eje largo o principal del peñasco (o plano perpendicular al eje del conducto semicircular superior) y está indicada para visualizar el eje corto de la cóclea, acueducto vestibular, nervio facial

Tabla 1 Estructuras valorables en la proyección de Stenvers y en la de Pöschl

Lista de comprobación de estructuras en la proyección Stenvers	Lista de comprobación de estructuras en la proyección Pöschl
Eje corto de la cóclea	Eje largo de la cóclea y el canal del nervio coclear
Canal del nervio facial: segmento timpánico, segundo codo y segmento mastoideo	Canal del nervio facial: segmento laberíntico
Articulación incudomaleolar	«Vista de 2 ventanas»: oval y redonda
Perfil del CSP	Perfil del CSS y eminencia arcuata
Vista de las 2 cruras del estribo	Canal óseo del acueducto vestibular

CSP: canal semicircular posterior; CSS: canal semicircular superior.

(fosa geniculada, segmento timpánico, segundo codo y segmento mastoideo), ventana redonda y la articulación incudomaleolar. Es una proyección útil para la planificación del implante coclear, ya que muestra un acceso adecuado a través de la ventana redonda o la espira basal de la cóclea, para valorar laberintitis osificante y también

para evaluar dónde puede haber una lesión a lo largo del recorrido del nervio facial, ya sea por traumatismo o por colesteatoma.

- La proyección oblicua-transversa o de Pöschl (fig. 1 C y D) se realiza en el plano perpendicular al eje principal del peñasco (o plano paralelo al eje del canal semicircular superior [CSS]) y es útil para la visualización completa del conducto semicircular superior y descartar dehiscencias (tercera ventana), para visualizar correctamente el eje largo de la cóclea, la porción ósea del acueducto vestibular y la denominada «vista de 2 ventanas», en la que se muestran las ventanas oval y redonda y sus respectivas membranas (útil en el diagnóstico de la atresia de ventana oval o redonda y para la evaluación de acceso a la ventana redonda antes de un implante coclear).

Uso de contraste

Generalmente el estudio de TC de peñascos no necesita la administración de contraste. Será recomendado añadir contraste intravenoso para la exploración de enfermedad vascular o vascularizada, como las tumoraciones o trombosis de senos duros, en algunos tipos de infección, como mastoiditis coalescente o abscesos subperiósticos, complicaciones intracraneales y ante la imposibilidad de realizar una RM. Puede resultar de utilidad para diferenciar la mucosa polipoidea, que presentará realce, a diferencia del edema o del colesteatoma^{3,4}.

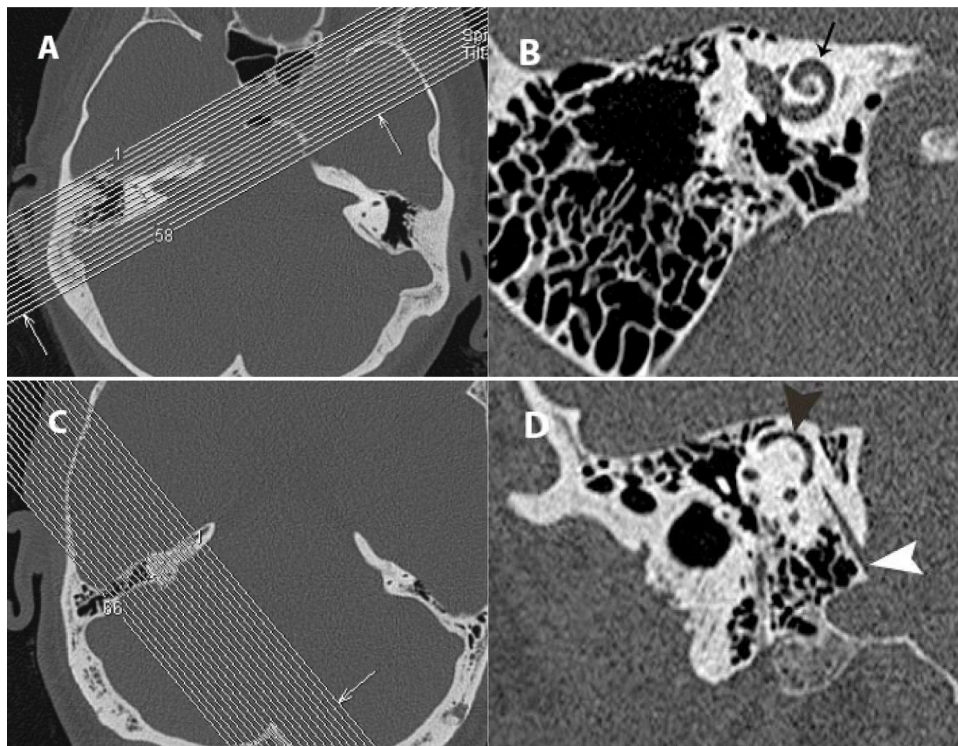


Figura 1 A) Planificación de reconstrucción de Stenvers. Las líneas blancas oblicuas representan la planificación del corte (paralelo al eje principal del peñasco). B) TC: reconstrucción de Stenvers. Eje corto de la cóclea (flecha). C) Planificación de la reconstrucción de Pöschl. Las líneas son perpendiculares al eje principal del peñasco. D) Tomografía computarizada: reconstrucción de Pöschl. CSS: conducto semicircular superior (punta de flecha negra) y acueducto vestibular (punta de flecha blanca).

Terminología

A lo largo del documento se repetirán 2 términos, muy necesarios para la lectura correcta de una TC:

- Opacificación/ocupación: es la presencia de tejido blando en una estructura normalmente aireada⁵.
- Erosión: es la pérdida de la arquitectura ósea normal⁵.

Fundamentos e indicaciones de la tomografía computarizada de haz cónico

La tomografía computarizada de haz cónico (*cone beam computed tomography*, CBCT) es una variante de la TC. A diferencia de la TC convencional, adquiere un volumen de datos mediante una sola rotación de un haz divergente en forma de cono de rayos X y detectores bidimensionales, en lugar de un haz de rayos X en forma de abanico y detectores unidimensionales.

Estos sistemas se han introducido y desarrollado especialmente para la imagen dental y maxilofacial, aunque son aplicables a otras disciplinas.

Las principales ventajas son la disminución del tiempo de la exploración y el aumento de la eficiencia del tubo de rayos X, lo que supone exponer a los pacientes a menores dosis de radiación.

La CBCT produce imágenes con excelente resolución para valorar las estructuras óseas, por lo que puede ser utilizada para el estudio de los peñascos, debido a la cantidad de estructuras de alto contraste situadas en el hueso temporal y al efecto positivo que ejerce su mayor resolución espacial para valorar algunas estructuras de bajo contraste, como el nervio facial.

En cambio, algunos inconvenientes son la baja resolución de las imágenes obtenidas de partes blandas y la falta de flexibilidad para modificar los parámetros de adquisición y reconstrucción, que sí posee la TC convencional.

Los estudios que han valorado la calidad de imagen para evaluar las estructuras del hueso temporal describen que la CBCT es igual o superior a la TC convencional para valorar la cadena osicular, el laberinto óseo del oído interno, la anatomía coclear y el nervio facial⁶. Sin embargo, debido al uso de fotones de baja energía y a la baja relación señal/ruido del CBCT, resulta deficiente en la identificación de estructuras extremadamente finas, como pueden ser el conducto de Falopio o el segmento timpánico del nervio facial⁷.

La CBCT es especialmente útil en la evaluación posquirúrgica de implantes de oído medio y coclear⁸. Como es una técnica que reduce los artefactos metálicos, determina de modo más preciso el posicionamiento de los electrodos dentro de la escala timpánica. A su vez, permite valorar erosiones o la continuidad de la cadena osicular y sirve de guía quirúrgica intraoperatoria del hueso temporal⁶.

Referencias anatómicas y planos radiológicos en el estudio prequirúrgico del hueso temporal y base de cráneo lateral

La valoración de la TC prequirúrgica nos permite obtener amplia información, como conocer la extensión de la

enfermedad, reconocer variantes anatómicas, identificar anomalías congénitas o adquiridas y evitar potenciales complicaciones durante la cirugía. Una práctica recomendable es la valoración sistemática y secuencial de las principales regiones del hueso temporal y base de cráneo lateral mediante un listado de verificación^{9,10}.

A continuación, se describen estas regiones con sus principales estructuras y los cortes más adecuados para su visualización (fig. 9 Anexo 1).

Pabellón auricular y conducto auditivo externo

Procederá actuar sobre los siguientes aspectos:

- Pabellón auricular y partes blandas (glándula parótida y conducto auditivo externo [CAE] cartilaginosa) (axial/coronal) (fig. 2 A). Valorar su morfología.
- Calibre del CAE (axial/coronal). Altura 0,91-0,96 cm, anchura 0,63-0,67 cm y longitud aproximada de 2,5 cm¹¹. Valorar permeabilidad, descartar ocupación (fig. 2 A y B).
- Membrana timpánica (coronal). Identificar engrosamiento, perforación o retracción¹² (fig. 2 B).
- Distancia de la pared posterior del CAE a la tercera porción del conducto de Falopio (d_1) (axial): $5,53 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ en mastoides normales¹³ (fig. 2 A).
- Distancia de la pared anterior del CAE a la articulación temporomandibular (d_2) (axial) (fig. 2 A).

Oído medio

Epitímpano

- *Tegmen tympani* y *mastoideum* (coronal). Valorar si presenta erosión o herniación del contenido dural o de tejido cerebral^{3,5} y determinar si el nivel de la duramadre permite acceso al epitímpano⁴ (fig. 2 D).
- *Scutum* (coronal). Valorar si está erosionado^{5,14} (fig. 2 D).
- Espacios aticales/epitimpánicos (coronal/axial). Diferenciar el receso supratubárico del receso epitimpánico (incluye el receso epitimpánico lateral o espacio de Prussak). Valorar si están ocupados o presentan erosión^{5,14} (fig. 2 D).
- *Cog* o rueda dentada (axial/coronal). Estructura que separa el receso supratubárico del receso epitimpánico. Identificar si está presente (fig. 2 D).
- Osículos (identificar articulación y valorar de erosión/calcificación).
 - En el ático (axial): la articulación incudomaleolar presenta la característica imagen de «cucurucho de helado»; a la cabeza del martillo corresponde la «bola de helado» y «el cucurucho», al cuerpo de yunque y apófisis corta (fig. 2 C).
 - En mesotímpano (coronal): se encuentra la rama larga del yunque y el estribo¹⁵ (fig. 3 B).

Mesotímpano

Pared medial.

- Conducto semicircular lateral (coronal). Valorar su morfología y presencia de erosión o fístula¹⁴ (fig. 3 B).

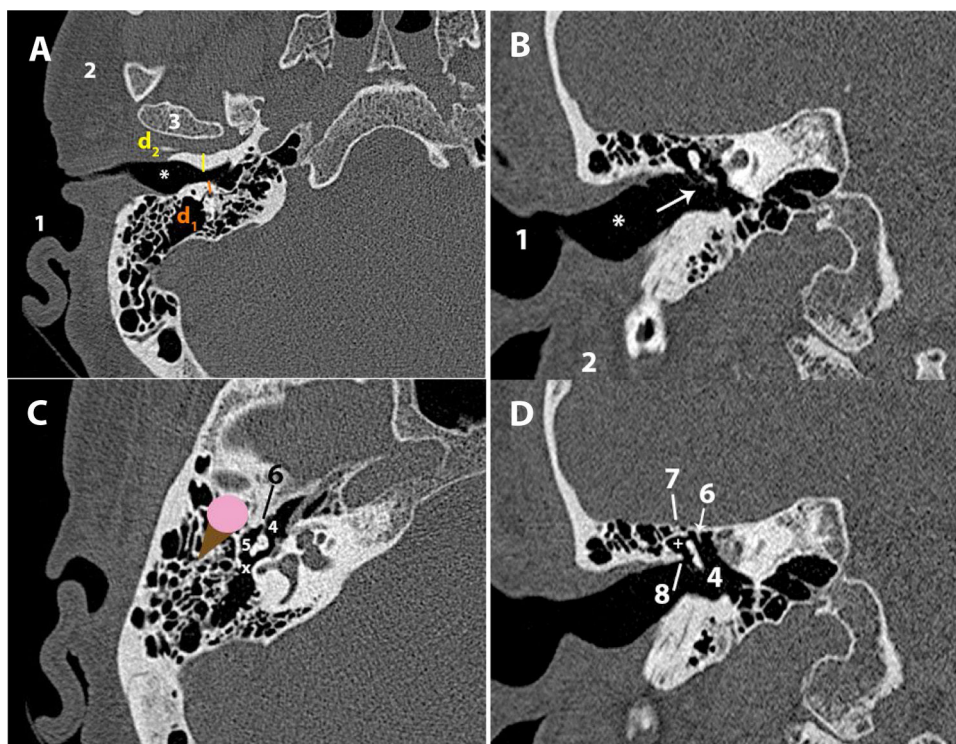


Figura 2 Conducto auditivo externo: A) TC axial. B) TC coronal. Epitímpano: C) TC axial. D) TC coronal. 1) Pabellón auricular. 2) Glándula parótida. 3) Articulación temporomandibular.

*: conducto auditivo externo; +: espacio de Prussak; 4: Martillo; 5: Yunque; 6: Cog; 7: *Tegmen tympani*; 8: *Scutum*; d_1 : distancia de la 3.^a porción de Falopio a pared posterior; d_2 : distancia de la articulación temporomandibular a la pared anterior; Flecha: membrana timpánica; X: *aditus ad antrum*.

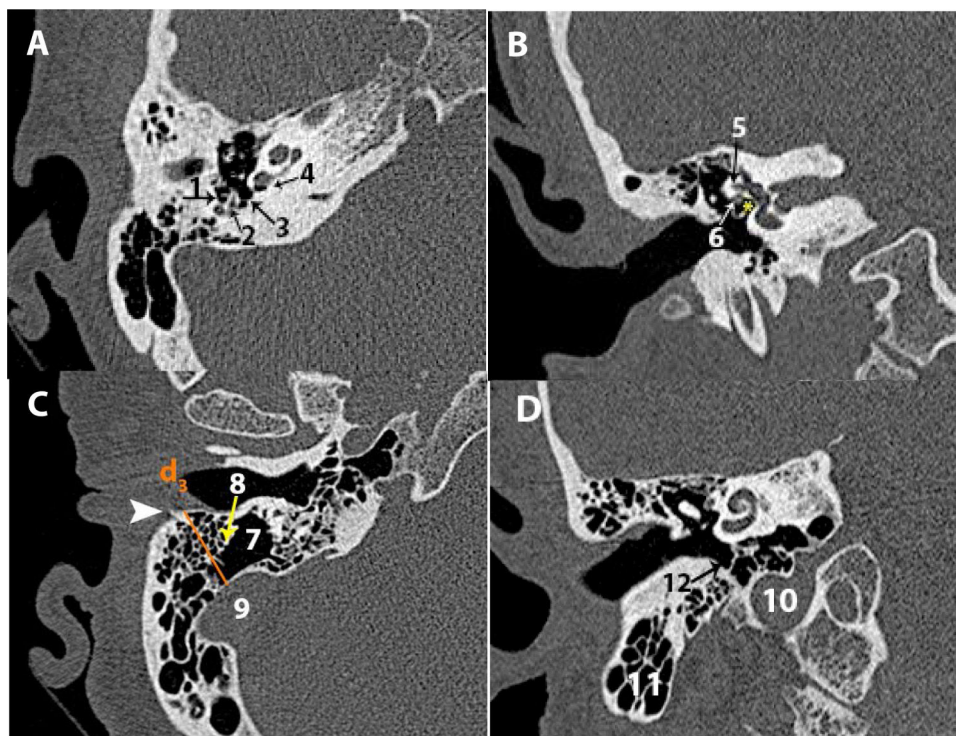


Figura 3 Mesotímpano: A) TC axial. B) TC coronal. C) TC axial del seno sigmoide. D) TC coronal del hipotímpano.

*: ventana oval; 1: receso facial; 2: eminencia piramidal; 3: *sinus tympani*; 4: ventana redonda; 5: canal semicircular lateral; 6: nervio facial timpánico; 7: antro mastoideo; 8: *septum* de Koerner; 9: seno sigmoide; d_3 : distancia entre seno sigmoide y espina de Henle; Punta de flecha: espina de Henle; 10: bulbo de la yugular; 11: celdas mastoideas; 12: hipotímpano.

- Conducto de Falopio (porción timpánica) (axial/coronal). Descartar erosión o dehiscencia¹⁴.
- Ventanas oval y redonda (coronal, vista de 2 ventanas en proyección de Pöschl)^{4,16}.
- Ventana oval: valorar la presencia, límites y posición de la platina. (identificar focos otoscleróticos en platina/*fissula ante fenestram*)¹⁵.
- Ventana redonda: valorar el nicho de la ventana redonda, sus límites óseos y aireación/osificación.

Pared posterior.

- *Sinus tympani* y receso del nervio facial, separados por la eminencia piramidal (axial). Descartar ocupación y valorar la presencia de neumatización¹⁶⁻¹⁸ (fig. 3 A).

Hipotímpano

- Bulbo de la yugular (coronal/axial). Definir márgenes y dehiscencias del suelo del hipotímpano. Identificar un bulbo alto (por encima del borde inferior del anillo timpánico, con un hueso muy fino que lo cubre; o que sobresale, si presenta dehiscencia del suelo del hipotímpano con protrusión del bulbo a través del defecto¹⁹ (fig. 3 D).

Protímpano

- Trompa de Eustaquio (axial). Definir si existe lesión u obstrucción que pueda comprometer su función¹⁰.

Mastoides

En la figura 3 C.

- *Aditus ad antrum*, antro y celdas mastoideas (axial). Valorar la ocupación y neumatización de estos espacios (buena, pobre o esclerótica)^{5,14}.
- Septum de Koerner (axial/coronal). Valorar si presenta erosión¹⁴.
- Distancia (d_3) entre el seno sigmoide y el borde posterosuperior del CAE (esquina de Henle) (axial). Esta distancia mide aproximadamente $16,9 \pm 3$ mm en mastoides neumatizadas^{1,2,20}. Distancias menores a esta medida definen la presencia de un seno procidente.
- Identificación de complicaciones intratemporales en otomastoiditis, como la erosión de la cortical externa e interna de la mastoides mediante ventana ósea, o presencia de absceso subperióstico mediante ventana de partes blandas y uso de contraste intravenoso.
- Identificación de complicaciones intracraneales, como meningitis, absceso epidural/subdural/cerebral o trombosis de senos duros, deben valorarse mediante ventana de partes blandas y contraste intravenoso (axial/coronal). En estos casos es aconsejable una resonancia magnética complementaria^{4,21}.

Nervio facial

Porción intracraneal intratemporal

Valoración del trayecto del nervio^{6,22}.

- Segmento intracanalicular o meatal (valorable mediante RM, información indirecta mediante TC): desde el poro

acústico al fondo del CAI. Dividido por la cresta falci-forme en compartimento superior e inferior. El nervio facial ocupa la porción anterosuperior.

- Segmento laberíntico (axial/Pöschl): desde el fondo del CAI al ganglio geniculado, anterosuperior a la cóclea. Tras la sinapsis en el ganglio, el nervio gira 90° y forma la primera rodilla (fig. 4 A).
- Segmento timpánico u horizontal (axial/coronal): discurre sobre la pared medial de la caja timpánica, inferior al conducto semicircular lateral y sobre el promontorio. Tras pasar la ventana oval y seno timpánico, gira en dirección craneocaudal y forma la segunda rodilla (fig. 4 B).
- Segmento mastoideo (axial/sagital): desde la segunda rodilla discurre posterolateralmente al receso del nervio facial hasta el agujero estilomastoideo (fig. 4 C).

Los segmentos timpánico y mastoideo son visibles conjuntamente mediante el plano de Stenvers (fig. 4 D).

Integridad del canal de Falopio. Identificar si existe alteración en el trayecto y descartar dehiscencias o herniaciones en su contorno. La zona más común es la porción timpánica⁷.

Oído interno

- Cóclea (coronal/axial). Valorar la morfología y sus particiones (2 vueltas y media)^{9,16}, cambios de densidad o grado de otosclerosis coclear²³.
- Corte axial transmodiolar: permite la valoración del modiolo, septos interescalares y apertura coclear (fig. 5 A).
- Corte axial a en la ventana redonda: permite la valoración de las 3 espiras y los septos interescalares (fig. 5 B).
- Plano de Stenvers: para visualizar el eje corto de la cóclea.
- Plano de Pöschl: para visualizar el eje largo de la cóclea (fig. 5 C).
- Vestíbulo (axial/coronal). Valorar contorno, densidad, permeabilidad y la relación con los canales semicirculares. Se identifica la relación con el acueducto vestibular mediante corte sagital (fig. 5 D).
- Canales semicirculares. Valorar contorno, densidad, aplasia/hipoplasia y dehiscencia.
- Canal semicircular superior: reconstrucción de Pöschl/axial.
- Canal semicircular lateral (CSL): mediante corte axial/coronal (fig. 6 A).
- Canal semicircular posterior (CSP): reconstrucción de Stenvers/axial (fig. 6 B).

Dehiscencias mayores de 2,5 mm tienen mayor asociación con síntomas auditivos o vestibulares; las inferiores a 2 mm en el canal semicircular superior y el posterior podrían ser hallazgos incidentales¹⁶.

- Acueducto vestibular (axial). Identificar permeabilidad y dilatación. Se considera dilatación cuando el acueducto tiene un diámetro superior a 1,5 mm en el punto medio de su trayecto o mayor a 2 mm en el opérculo¹⁶. Una forma práctica de valorarlo es compararlo con el grosor de la luz del canal semicircular lateral o posterior; se considera

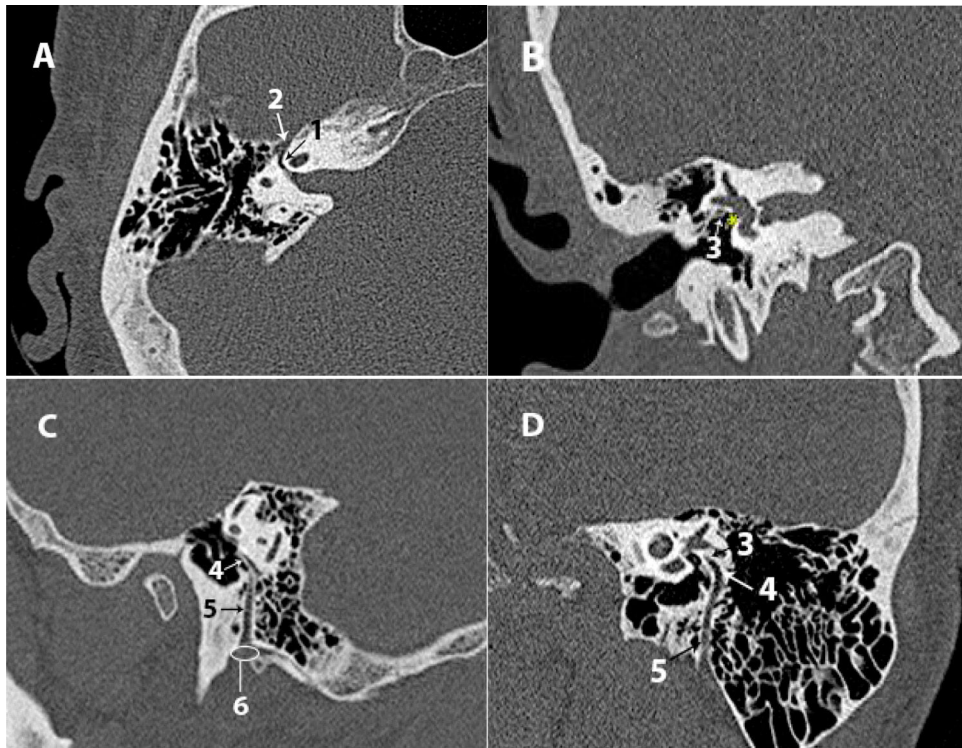


Figura 4 Nervio facial: A) TC axial de la porción laberíntica. B) TC coronal de la porción timpánica. C) TC sagital de la porción mastoidea. D) TC de Stenvers de la porción timpánica y mastoidea.
*: ventana oval; 1: porción laberíntica; 2: ganglio geniculado; 3: porción timpánica; 4: segunda rodilla del facial; 5: porción mastoidea; 6: agujero estilomastoideo.



Figura 5 Cóclea: A) TC, corte transmodiolar. B) TC, corte a través de la ventana redonda. C) TC de Pöschl. D) TC sagital. Vestíbulo.
*: vestíbulo; 1: modiolo; 2: septos interescalares; 3: ventana redonda; 4: eje largo de la cóclea; 5: acueducto vestibular.

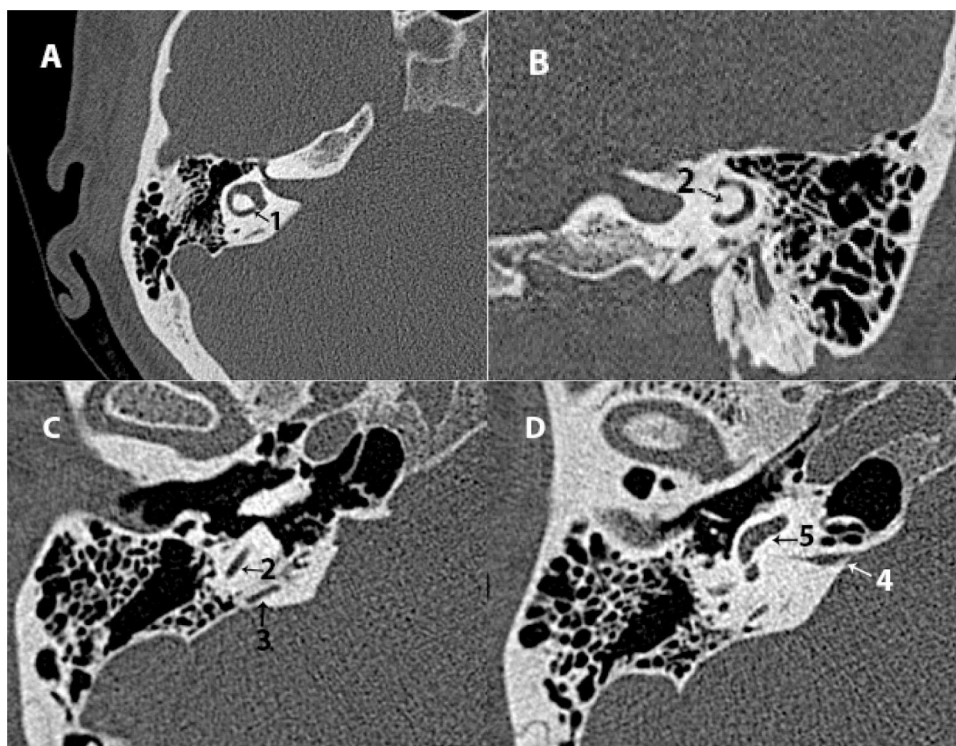


Figura 6 A) TC axial del canal semicircular lateral. B) TC de Stenvers del canal semicircular posterior. C) TC axial del acueducto vestibular. D) TC axial del acueducto coclear.

1: canal semicircular lateral; 2: canal semicircular posterior; 3: acueducto vestibular; 4: acueducto coclear; 5: espira basal de la cóclea.

patológico cuando el acueducto es más ancho que estos (fig. 6 C).

- Acueducto coclear (axial/coronal). Valorar permeabilidad y dilatación, teniendo en cuenta que su diámetro habitual es de alrededor de medio milímetro en su apertura interna y de casi 3 en la externa. Su longitud es de unos 12 mm²⁴. Esta estructura tiene menor relevancia clínica que el acueducto vestibular (fig. 6 D).

- Los nervios vestibulares, que atraviesan la placa cribosa para entrar en el vestíbulo (axial) (fig. 7 C).
- El nervio coclear, que pasa a través de la apertura coclear para penetrar en la cóclea (axial). Un diámetro inferior a 1,5 mm puede asociarse a nervio coclear hipoplásico²⁵ (fig. 7 C).
- El nervio singular, que desemboca en el fondo del CAI a través del agujero singular o canal del nervio ampular posterior para formar parte del nervio vestibular inferior (axial) (fig. 7 D).

Conducto auditivo interno

Presenta una longitud de 5,5 a 10 mm y un diámetro de alrededor de 4 mm²⁴. Debemos valorar su morfología y contorno (zonas de estenosis o dilataciones) y descartar asimetrías con el contralateral (axial/coronal) (fig. 7 A). Su contenido está dividido por 2 crestas: la cresta transversa o falciforme (coronal) y la cresta vertical o barra de Bill (indistinguible mediante TC).

La técnica de elección para estudio de los nervios del interior del conducto auditivo interno (CAI) es la RM, pero mediante la TC con cortes coronales y axiales podemos observar, desde la cara posterosuperior o cerebelosa del peñasco, el poro acústico de entrada y el fondo. En el fondo se encuentran los nervios, divididos a través de la cresta falciforme en los siguientes:

- El nervio facial, que llega al ganglio geniculado a través de una porción estrecha denominada foramen meatal (axial) (fig. 7 B).

Ápex petroso y región petroclival

Es la porción del hueso temporal anteromedial a la cápsula ótica y posterior al canal carotídeo² (axial) (fig. 8 A). Hay que valorar la simetría y la presencia de médula ósea o neumatización y distinguir entre la efusión mucosa de las celdas, expansión o erosión del ápex.

En el ápex podemos diferenciar: el CAI, el canal carotídeo, el agujero rasgado posterior, el canal subarcuato o petromastoideo²⁶ y el canal singular^{9,27}.

En la fosa craneal media se encuentra el hueso esfenoides, que forma el suelo de esta fosa. A este nivel, se encuentran 4 importantes forámenes, por donde transcurren estructuras neurovasculares. Situados de anteromedial a posterolateral son^{28,29}:

- Canal vidiano o pterigoideo (axial/coronal). Conecta la fosa pterigopalatina al foramen rasgado o *lacerum* y por él transcurren la arteria y el nervio vidiano.



Figura 7 A) TC coronal del conducto auditivo interno. B) TC axial del foramen meatal. C) TC axial. Apertura coclear y placa cribosa. D) TC axial del agujero singular.

1: conducto auditivo interno; 2: cresta falciforme; 3: poro acústico; 4: foramen meatal; 5: apertura coclear; 6: placa cribosa; 7: agujero singular; 8: canal semicircular posterior.

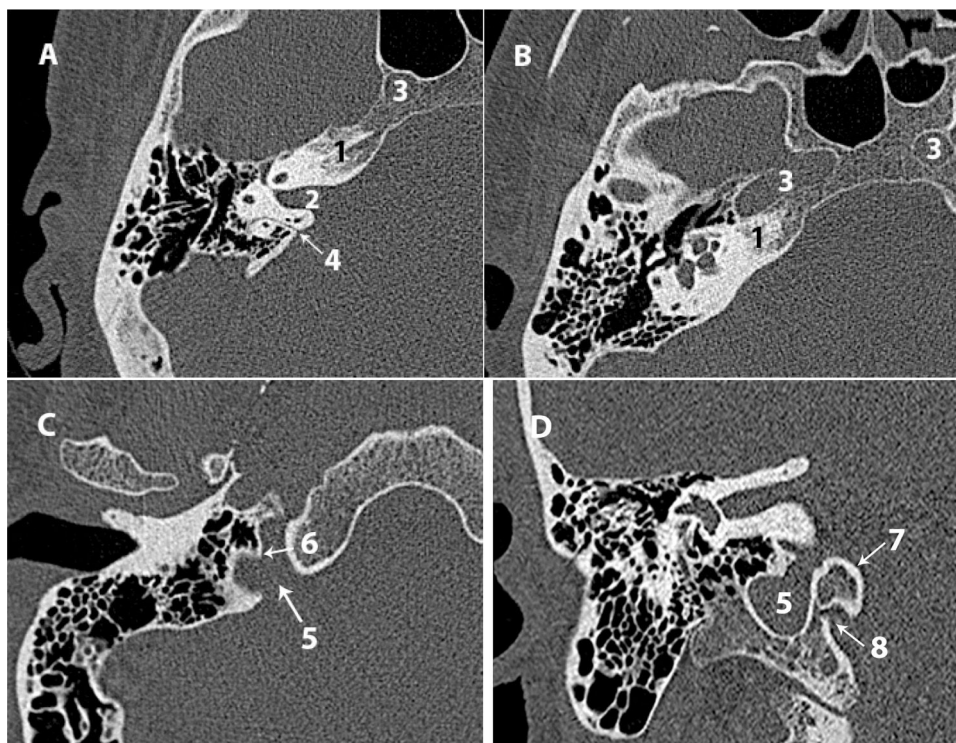


Figura 8 A) TC axial del ápex petroso. B) TC axial del canal carotídeo. C) TC axial del agujero rasgado posterior. D) TC coronal del agujero rasgado posterior.

1: ápex petroso; 2: conducto auditivo interno; 3: canal carotídeo; 4: canal petromastoideo (subarcuato); 5: agujero rasgado posterior; 6: espina yugular; 7: tubérculo yugular; 8: conducto del nervio hipogloso.

Nombre paciente:							
NHC:							
Fecha TC:							
OÍDO DERECHO		PROYECCIÓN		Evaluación de Imágenes de TC en cirugía otológica		OÍDO IZQUIERDO	
SI	NO	CORONAL	AXIAL			SI	NO
Pabellón auricular y conducto auditivo externo							
				¿Existe alteración de la morfología del pabellón auricular y partes blandas (glándula parótida y CAE cartilaginoso)?			
				¿Presenta el CAE un calibre alterado? ¿Existe ocupación?			
				¿Existe alteración de la membrana timpánica?			
				¿Existe proximidad de la pared posterior del CAE a la tercera porción del nervio facial?			
				¿Existe proximidad de la pared anterior del CAE a la ATM?			
Oído medio (caja timpánica y mastoides)							
				¿Se observa erosión del tegmen tympani/mastoideo y/o herniación de contenido dural o tejido cerebral?			
				¿Está erosionado el <i>Scutum</i> ?			
				¿Existe ocupación de los diferentes compartimentos aticales?			
				¿Está presente el Cog?			
				¿Está erosionado o ausente el martillo?			
				¿Está erosionado o ausente el yunque?			
				¿Está erosionado o ausente el estribo?			
				¿Existe erosión/fístula del conducto semicircular lateral?			
				¿Existe erosión/dehiscencia en la porción timpánica del conducto de Falopio?			
			Pöschl (las dos)	¿Es permeable la ventana redonda? ¿Está alterada? ¿Presenta osificación?			
				¿Existe alteración de la ventana oval? ¿Presenta focos otosclerosos?			
				¿Están ocupados el <i>sinus tympani</i> y el <i>receso facial</i> ? ¿Están neumatizados?			
				¿Es un bulbo de la yugular alto? ¿Presenta dehiscencia el suelo del hipotímpano?			
				¿Existe obstrucción de la Trompa de Eustaquio?			
				¿Está ocupado el <i>aditus ad antrum</i> ?			
				¿Está ocupado el antro y celdas mastoideas?			
				¿Existe erosión del septum de Köerner?			
				¿El seno sigmoide está cercano al borde posterosuperior del CAE? (Seno procidente)			
Nervio facial							
			Pöschl	¿Existe alteración de la porción laberíntica (foramen meatal) y del ganglio geniculado?			
			Stenvers	¿Existe erosión/dehiscencia en la porción timpánica del conducto de Falopio? ¿Dificulta acceso a la v. oval?			
			Stenvers	¿Existe alteración de la porción mastoidea del n. Facial?			
Oído interno							
			Transmodiolar	¿Existe alteración de la morfología coclear? (Modiolos, septos interescalares y apertura coclear)			
			V. Redonda	¿Existe alteración de la morfología coclear? (Tres espiras y septos interescalares)			
			Stenvers	¿Existe alteración de la morfología coclear? (Vista de su eje corto)			
			Pöschl	¿Existe alteración de la morfología coclear? (Vista de su eje largo)			
			Sagital	¿Existe alteración del vestíbulo? Valorar relación con el acueducto vestibular (sagital)			
			Pöschl	¿Existe alteración/dehiscencia del CSS?			
				¿Existe alteración/dehiscencia del CSL?			
			Stenvers	¿Existe alteración del CSP?			
			Pöschl	¿Se encuentra dilatado el acueducto vestibular?			
				¿Se encuentra permeable el acueducto coclear?			
Conducto auditivo interno (CAI)							
				¿Existe alteración de la morfología de los CAIs? ¿Son simétricos?			
				¿Existe alteración de las crestas falciformes?			
				¿Existe alteración del foramen meatal, la placa cribosa, la apertura coclear o agujero singular de Morgagni?			
Ápex petroso y región petroclival (Fosa craneal media)							
				¿Existe asimetría? ¿Presenta médula ósea o se encuentra neumatizado, erosionado y/o ocupado?			
				¿Está alterado el canal vidiano o pterigoideo (arteria y nervio vidiano)?			
				¿Está alterado el foramen redondo mayor (V2) y foramen oval (V3)?			
				¿Está alterado el foramen espinoso o redondo menor (arteria, vena meníngea media y ramo meníngeo V3)?			
				¿Está alterado el canal subarcuado o canal petromastoideo (vasos subarcuados)?			
Conducto carotídeo							
				¿Existe trayecto anómalo o dehiscencia de sus límites óseos en su porción petrosa vertical/curvatura/porción horizontal?			
Agujero rasgado posterior (foramen yugular) (Fosa Posterior)							
				¿Existe erosión del agujero rasgado posterior y espinas yugulares?			
				¿Está alterado el tubérculo yugular o canal hipogloso/conducto condileo anterior (XII par)?			
Reintervenciones							
Valoración de las mismas estructuras que en cirugía primaria y además considerar:						OÍDO IZQUIERDO	
OÍDO DERECHO		PROYECCIÓN				SI	NO
SI	NO	CORONAL	AXIAL				
				¿Se objetiva canaloplastia? ¿Presenta rectificación de curvaturas o aspecto del CAE en "caja"?			
				¿Está engrosada la membrana timpánica, existe estenosis cicatricial en el CAE o "blunting"?			
				¿Presenta mastoidectomía abierta o cerrada (pared posterior del CAE conservada)? ¿Qué extensión tiene la cirugía previa?			
				¿Existe algún tipo de material (autólogo/heterólogo) en oído medio o cavidad (obliteración)?			
				¿Se identifica alguna prótesis de oído (prótesis parcial/ total o de estribo) o dispositivo implantable?			
Observaciones previas a la cirugía:							

Figura 9 Lista de verificación.

- Foramen redondo (axial/coronal). Comunica la fosa craneal media con la fosa pterigopalatina. Contiene la rama maxilar del trigémino (V2), la arteria del foramen redondo y venas emisarias.
- Foramen oval (axial/coronal). Da paso a la rama mandibular del trigémino (V3), venas emisarias y la arteria meníngea accesoria desde la fosa craneal media hasta la fosa infratemporal.
- Foramen espinoso (axial). A través de este agujero pasa la arteria y vena meníngea media, rama de la arteria maxilar y la rama recurrente del nervio mandibular.

Carótida

No precisa contraste intravenoso para visualizar correctamente la morfología de la carótida intrapetrosa (axial)

(fig. 8 B). Se debe valorar el trayecto y dehiscencia de sus límites^{9,10}.

Agujero rasgado posterior (foramen yugular)

En este caso, corresponde:

- Identificar el agujero rasgado posterior y la espina yugular (coronal/axial).
- Valorar los límites, si existe erosión, y si se extiende al espacio carotídeo (carótida interna petrosa) (fig. 8 C).
- Identificar el tubérculo yugular y el canal del nervio hipogloso (coronal) (fig. 8 D).

Valoración de tomografía computarizada en casos de reintervención

Una vez conocida la anatomía radiológica de la normalidad y sus variantes, debemos entrenarnos en el reconocimiento de los hallazgos radiológicos y modificaciones más frecuentes derivados de los procedimientos quirúrgicos realizados. En la mayoría de los casos no dispondremos de informes quirúrgicos que orienten sobre la cirugía precedente, por lo que debemos familiarizarnos con las imágenes radiológicas correspondientes a los distintos abordajes y técnicas quirúrgicas más frecuentes, siguiendo un sencillo esquema para no dejar de lado ningún detalle importante³⁰.

Puntos de interés que valorar:

- Técnica realizada y tipo de abordaje.
- Utilización de prótesis auditivas, injertos autógenos o uso de materiales heterógenos.
- Sospecha de enfermedad residual/recidivas.

Técnicas o tipos de abordaje

Abordaje transcanal/endoaural

Es el acceso utilizado para el tratamiento de afecciones del CAE, miringoplastias, tubos de ventilación o estapedectomía/estapedotomía.

Con las nuevas técnicas endoscópicas de oído, este abordaje permite cirugías incluso más complejas, como colesteatomas, en los que las modificaciones del CAE son inapreciables³¹.

Habrá que identificar:

- Engrosamiento de tejidos blandos, injertos autógenos como cartílagos o grasa.
- Presencia de drenajes transtimpánicos (teflón o silicona)³⁰.

Abordaje retroauricular

Se trata del acceso más habitual para la cirugía de oído medio en la que se incluye fresado de la mastoides (abordaje transmastoideo). Es utilizado además para diferentes abordajes de base de cráneo lateral, tales como translaberíntico, retrosigmoideo, retrolaberíntico, transótico, transcoclear o infratemporal.

Debemos diferenciar los siguientes aspectos:

- Canalooplastia: apariencia de «caja» del CAE tras eliminar las curvaturas y el adelgazamiento o signo de «fístula» en la pared posterior de la articulación temporomandibular.
- Timpanoplastia: grosor de la membrana timpánica variable en función de la cirugía o injerto utilizado, presencia de estenosis cicatricial o laterización anterior de la membrana timpánica o *blunting*.
- Mastoidectomía: el tamaño del defecto de mastoidectomía depende del grado de neumatización mastoidea, de la extensión de la enfermedad o de la técnica empleada. En técnicas abiertas, la pared posterior de CAE no está conservada, mientras que en técnicas cerradas encontraremos la pared posterior íntegra. Con base en la extensión de la cirugía realizada se puede distinguir: aticotomía,

mastoidectomía radical, petrosectomía subtotal o total y timpanotomía posterior³².

- Utilización de material autógeno (cartilago, hueso, grasa) o heterógeno (polímeros, cemento de hueso, esponja de gelatina absorbible, malla de titanio) en el oído medio o para la obliteración de cavidades.

Utilización de prótesis

Son numerosas las prótesis o dispositivos implantables utilizados en las cirugías otológicas para la preservación o restablecimiento de la audición, por lo que identificarlas en imágenes radiológicas puede orientar sobre el tipo de cirugía realizada. Los materiales más utilizados son el metal (titanio) y materiales aloplásticos en combinación con partículas calcificadas o hidroxiapatita^{30,31}. Los procedimientos más habituales son:

- Reposicionamiento de osículos (transposición de yunque): en algunos casos el paciente presenta injerto autógeno de hueso en lugar de prótesis. Debemos valorar dislocación, necrosis o recidiva colesteatomatosa.
- Colocación de prótesis osicular parcial (desde la membrana timpánica o martillo hasta supraestructura del estribo) o prótesis osicular total (desde la membrana timpánica o martillo a platina)³⁰.
- Colocación de prótesis de estribo: identificar la continuidad entre la membrana timpánica y la cadena osicular/prótesis y el contacto con la ventana oval. Descartar la migración o dislocación de la prótesis. Es importante recordar que la penetración de la prótesis en la ventana oval puede ser mayor en la TC que la penetración real anatómica³³.
- Dispositivos de oído medio implantables (parcial o completamente implantable) o implantes de conducción ósea (activos o pasivos): identificar los distintos componentes y la integridad del sistema³⁴.
- Implantes cocleares: descartar malposición o migración, rotura, nervio facial dehisciente con estimulación, lesión del canal o presencia de neumolaberinto³⁰.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.otorri.2021.04.002](https://doi.org/10.1016/j.otorri.2021.04.002).

Bibliografía

1. Hashemi J, Rajati M, Rezayani L, Bahadori A. Temporal bone measurements: A comparison between rendered spiral ct and surgery. *Iran J Radiol*. 2014;11:1–6.
2. Swartz J, Loevner L. *Imaging of the temporal bone*. 4.ª ed. Nueva York: Thieme; 2009.
3. Mahmutoglu AS, Çelebi I, Şahinoğlu Ş, Çakmakçı E, Sözen E. Reliability of preoperative multidetector computed tomography

- scan in patients with chronic otitis media. *J Craniofac Surg*. 2013;24:1472–6.
4. Yates PD, Flood LM, Banerjee A, Clifford K. CT scanning of middle ear cholesteatoma: What does the surgeon want to know? *Br J Radiol*. 2002;75:847–52.
5. Tolisano AM, Killeen DE, Hunter JB, Kutz JW, Isaacson B. The antrum-malleus-tegmen score: A pilot study assessing preoperative radiographic predictors for transcanal endoscopic cholesteatoma dissection. *Otol Neurotol*. 2019;40:E901–8.
6. Miracle AC, Mukherji SK. Conebeam CT of the head and neck, part 2: Clinical applications. *Am J Neuroradiol*. 2009;30:1285–92.
7. Zhang Z, Yin H, Wang Z, Li J, Lv H, Zhao P, et al. Imaging re-evaluation of the tympanic segment of the facial nerve canal using cone-beam computed tomography compared with multi-slice computed tomography. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* [Internet]. 2019;276:1933–41. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05419-3>.
8. Theunisse HJ, Joemai RM, Maal TJ, Geleijns J, Mylanus EA, Verbist BM. Cone-beam CT versus multi-slice CT systems for postoperative imaging of cochlear implantation - A phantom study on image quality and radiation exposure using human temporal bones. *Otol Neurotol*. 2015;36:592–9.
9. Pyykkö I, Zou J, Gürkov R, Naganawa S, Nakashima T. Imaging of temporal bone. *Adv Otorhinolaryngol*. 2019;82:12–31.
10. Polanski JF, Lucinda LR, Linder T. Eight items to check on a temporal bone CT-scan. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2018;80(5–6):338–44.
11. Yu JF, Lee KC, Wang RH, Chen YS, Fan CC, Peng YC, et al. Anthropometry of external auditory canal by non-contactable measurement. *Appl Ergon* [Internet]. 2015;50:50–5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.01.008>.
12. Shishegar M, Faramarzi M, Rashidi Ravari M. Evaluation of middle ear risk index in patients undergoing tympanoplasty. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* [Internet]. 2019;276:2769–74. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05539-w>.
13. Xie LH, Tang J, Miao WJ, Tang XL, Li H, Tang AZ. Preoperative evaluation of cochlear implantation through the round window membrane in the facial recess using high-resolution computed tomography. *Surg Radiol Anat* [Internet]. 2018;40:705–11. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00276-018-1972-x>.
14. Lewis D, Thomson D, Fether T, Shelby J. Computerized axial tomography versus complex motion as a predictor of surgical findings in middle ear and mastoid cholesteatoma. *Laryngoscope*. 1985;95:689–91.
15. Dudau C, Salim F, Jiang D, Connor SEJ. Diagnostic efficacy and therapeutic impact of computed tomography in the evaluation of clinically suspected otosclerosis. *Eur Radiol* [Internet]. 2017;27:1195–201. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4446-8>.
16. Abele TA, Wiggins RH. Imaging of the temporal bone. *Radiol Clin North Am* [Internet]. 2015;53:15–36. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2014.09.010>.
17. Elzayat S, Mandour M, Lotfi R. The role of preoperative computerized tomography in a safe posterior tympanotomy for cochlear implant surgery. *Egypt J Otolaryngol*. 2017;33:569.
18. Bekci T, Hizli O, Ozturk M, Yildirim G. Quantitative three-dimensional computed tomography analysis of sinus tympani volume in temporal bones with petrous apex pneumatization. *Auris Nasus Larynx* [Internet]. 2020;47:587–92. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anl.2020.01.009>.
19. Clarós P, Ciopraga A, Clarós A Jr, Clarós A. Dehiscencia yugular en el hipotímpano: a propósito de nueve casos. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2001;52:465–8.
20. Rajati M, Shahabi A, Haghir H, Afzalaghaee M. The distance of the sigmoid sinus and the middle fossa dura from the external auditory canal in chronic otitis media. *Surg Radiol Anat*. 2013;35:477–80.
21. Mather MW, Yates PD, Powell J, Zammit-Maempel I. Radiology of acute mastoiditis and its complications: A pictorial review and interpretation checklist. *J Laryngol Otol*. 2019;133:856–61.
22. Lane J, Witte R. The temporal bone. Nueva York: Springer; 2010.
23. Rotteveel LJ, Proops DW, Ramsden RT, Saeed SR, van Olphen AF, Mylanus EA. Cochlear implantation in 53 patients with otosclerosis: Demographics, computed tomographic scanning, surgery, and complications. *Otol Neurotol*. 2004 Nov;25:943–52. <http://dx.doi.org/10.1097/00129492-200411000-00014>. PMID: 15547424.
24. Li Z, Shi D, Li H, Tan S, Liu Y, Qi C, et al. Micro-CT study of the human cochlear aqueduct. *Surg Radiol Anat* [Internet]. 2018;40:713–20. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00276-018-2020-6>.
25. Miyasaka M, Nosaka S, Morimoto N, Taiji H, Masaki H. CT and MR imaging for pediatric cochlear implantation: Emphasis on the relationship between the cochlear nerve canal and the cochlear nerve. *Pediatr Radiol*. 2010 Sep;40:1509–16. <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-010-1609-7>. Epub 2010 Mar 23; PMID: 20309536.
26. Migirov L, Kronenberg J. Radiology of the petromastoid canal. *Otol Neurotol*. 2006;27:410–3.
27. Yamashita K, Hiwatashi A, Togao O, Kikuchi K, Matsumoto N, Momosaka D, et al. Ultrahigh-resolution CT scan of the temporal bone. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* [Internet]. 2018;275:2797–803. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00405-018-5101-6>.
28. Miranda-Merchak A, Kuschel C, Miranda M, Fuentes A. Anatomía radiológica de la base de cráneo y los nervios craneales parte 1: Generalidades y base de cráneo. *Rev Chil Radiol*. 2018;24:105–11.
29. Harnsberger R, Hudgins P, Wiggins R, Davidson C. Diagnostic imaging: Head and neck. Salt Lake City, EE. UU.: AMIRSYS; 2004.
30. Juliano AF, Ginat DT, Moonis G. Imaging review of the temporal bone: Part II. Traumatic, postoperative, and noninflammatory nonneoplastic conditions. *Radiology*. 2015;276:655–72.
31. Larson TL, Wong ML. Imaging of the mastoid middle ear, and internal auditory canal after surgery: What every radiologist should know. *Neuroimaging Clin N Am* [Internet]. 2009;19:307–20. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nic.2009.06.005>.
32. Mukherji SK, Mancuso AA, Kotzur IM, Slattery WH, Swartz JD, Tart RP, et al. CT of the temporal bone: Findings after mastoidectomy, ossicular reconstruction, and cochlear implantation. *Am J Roentgenol*. 1994;163:1467–71.
33. Hahn Y, Diaz R, Hartman J, Bobinski M, Brodie H. Assessing stapes piston position using computed tomography: A cadaveric study. *Otol Neurotol*. 2009;30:223–30.
34. Panda A, Carlson M, Diehn F, Lane J. Beyond tympanomastoidectomy: A review of less common postoperative temporal bone CT findings. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2020;1–10.