Artículo ganador, como trabajo libre clínico-quirúrgico, en el LXII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello.

Correlación morfológica del nicho de la ventana redonda por tomografía y disección en la evaluación preoperatoria del paciente apto para implante coclear

Raúl Ortiz Hofmann,* Antonio Soda Merhy,* Lisette Cristerna Sánchez,* Fernando Martín Biasotti*

Resumen

ANteCedeNteS

t ras la introducción de la estimulación combinada o electroacústica (e AS), ha surgido un gran interés por preservar la audición residual de algunos pacientes aptos para implante coclear, ya que ofrece mejores posibilidades de desarrollar habilidades auditivo-lingüísticas mediante el efecto sinérgico entre ambas tecnologías. u no de los principios básicos para la conservación de la audición residual es el uso de implantes cocleares con electrodos pequeños, compactos, flexibles o precurveados que faciliten su inserción, evitando dañar las estructuras adyacentes. La inserción directa de los electrodos a través de la membrana de la ventana redonda disminuye el traumatismo acústico y quirúrgico generado por el fresado excesivo realizado en las cocleostomías promontoriales; reduce, también, la pérdida de perilinfa y la entrada de polvo de hueso y sangre a la rampa timpánica, así como la liberación de metabolitos tóxicos hacia las porciones apicales de la cóclea, todo lo cual tiene efectos nocivos en la conservación de la audición residual. e l conocimiento preciso de la anatomía del nicho de la ventana redonda y sus variantes morfológicas normales, y la experiencia en correlacionar los hallazgos obtenidos mediante tomografía y disección son de gran importancia en la práctica quirúrgica del otólogo durante la colocación del implante coclear, ya que le permiten predecir con exactitud los hallazgos desde la valoración preoperatoria y las posibles dificultades técnicas para la inserción electiva de los electrodos a través del tímpano secundario. e sta información contribuye a la planeación del mejor abordaje quirúrgico para lograr una inserción atraumática de la guía de electrodos en aras de preservar la audición residual. h asta ahora no se han publicado estudios que aporten información acerca de la correlación morfológica del nicho de la ventana redonda por tomografía y disección, por lo que resultaría de gran utilidad valorar si existe.

ObjetIvO

determinar si hay correlación morfológica del nicho de la ventana redonda por tomografía y disección, así como de sus dimensiones.

Abstract

bACkgROuNd

Since development of combined electro-acoustic stimulation (e AS), a great interest to preserve the residual hearing of some patients programmed to cochlear implantation has emerged, because this technique offers better possibilities for developing audio-lingual skills through the synergistic effect between both technologies. One of the basic principles for the conservation of the residual hearing is the use of cochlear implant with small, compact, flexible and curved electrodes in order to avoid any damage to adjacent structures. t he direct inclusion of the electrodes through the round window membrane decreases acoustic and surgical traumatism caused by excessive milling; also, reduces the loss of perilymph and the entry of blood and bone dust to the scala tympani as well as the release of toxic metabolites to the apical parts of the cochlea, which has deleterious effects on preservation of residual hearing. An adequate knowledge of the anatomy of the round window niche and normal morphological variants, as well as experience in correlating the findings obtained by computed tomography and dissection are of great importance for the audiologist during cochlear implantation, since they allow to accurately predict potential technical difficulties since the preoperative assessment. t his information contributes to the planning of the best surgical approach to achieve a non-traumatic insertion of the electrodes. t here are no published studies that provide information on the morphological correlation of the round window niche by computed tomography and dissection.

ObjeCtIve

t o determine if there is a morphological correlation of the round window niche between computed tomography and dissection findings.

ReSuLtS

Morphology of the round window niche found by CT and dissection was conical in eight temporal bones (80%) and

MAteRIAL y MétOdOS

Se utilizaron diez huesos temporales humanos, a los cuales se les realizó una tC con reconstrucción oblicua, en un plano paralelo al canal semicircular posterior y centrado en la ventana redonda. Se midió la longitud de la membrana de la ventana redonda, la profundidad del nicho y el ancho del opérculum, y se valoró la morfología (cónica vs cilíndrica) del nicho. después, se efectuó una mastoidectomía simple con abordaje del receso del facial ampliado, a través de una timpanotomía posterior, hasta identificar el nicho de la ventana redonda. Se documentaron las imágenes más representativas de la disección. Se midió el ancho del opérculum y se determinó la morfología del nicho de la ventana redonda. Se compararon los hallazgos encontrados tomográficamente y durante la disección para determinar si había una correlación morfológica y de las dimensiones del nicho de la ventana redonda.

ReSuLtAdOS

La morfología del nicho de la ventana redonda encontrada por tomografía y disección fue cónica en ocho huesos temporales (80%) y cilíndrica en dos (20%). en el hueso temporal vI se apreció una morfología cónica invertida, con un diámetro del opérculum mayor, en comparación con la longitud de la membrana de la ventana redonda. La visibilidad del tímpano secundario durante la disección fue posible en todos los casos; de forma completa en seis huesos temporales (60%) y parcial en cuatro (40%), a expensas de la prominencia del labio anteroinferior u opérculum. Los huesos temporales en donde hubo una exposición parcial de la membrana de la ventana redonda (huesos v, VI, VII, IX) correspondieron tomográficamente a los casos en los que el ancho del opérculum era menor. Asimismo, correspondieron a los diámetros del opérculum más estrechos obtenidos durante la disección. el ancho máximo del opérculum calculado por t C fue de 2.5 mm (hueso temporal I) y el mínimo fue de 0.96 mm (hueso temporal IX), con una media de 1.47 mm. el ancho máximo del opérculum encontrado durante la disección anatómica fue de 2.3 mm (hueso temporal I) y el mínimo de 0.95 mm (hueso temporal IX), con una media de 1.44 mm. La profundidad del nicho y la longitud de la membrana de la ventana redonda se evaluaron tomográficamente de forma exclusiva. La profundidad del nicho varió de 0.9 a 1.17 mm, con una media de 0.94 mm. La longitud de la membrana fue, en promedio, de 1.13 mm, con límites de 0.80 a 1.33 mm.

CONCLuSIONeS

existe una correlación morfológica del nicho de la ventana redonda (cónica vs cilíndrica) por tomografía y disección, así como de la medida del ancho del opérculum o entrada del nicho, la cual es estadísticamente significativa. Se recomienda la reconstrucción tomográfica oblicua descrita en este trabajo, principalmente a los cirujanos con menor experiencia en cirugía de implante coclear, con el fin de obtener detalles anatómicos finos del nicho de la ventana redonda que le sean útiles para elegir el abordaje más conveniente para la inserción atraumática de los electrodos del implante coclear, idealmente a través del tímpano secundario, en aras de preservar la audición residual.

Palabras clave:

nicho de la ventana redonda, implante coclear.

cylindrical in two temporal bones (20%). Temporal bone VI was conical, with an operculum diameter greater than the length of the round window membrane. The visibility of the secondary eardrum during the dissection was optimal in all cases: it was complete in six temporal bones (60%) and partial in four temporal bones (40%). In the temporal bones V, VI, VII and IX there was a partial exposure of the membrane of the round window due to the smaller diameter of operculum measured by tomography and dissection. The maximum width of the operculum calculated by computed tomography was 2.5 mm (temporal bone I) and the minimum was 0.96 mm (temporal bone IX), with an average of 1.47 mm. The maximum width of the operculum found during the anatomical dissection was 2.3 mm (temporal bone I), and the minimum of 0.95 mm (temporal bone IX), with an average of 1.44 mm. The depth of the niche and the length of the round window membrane were assessed only by tomography. The depth of the niche was in the range of 0.9 to 1.17 mm, with an average of 0.94 mm. The average length of the membrane was 1.13 mm, with a range of 0.80 mm to 1.33 mm.

CONCLuSIONS

There is a statistically significant morphological correlation of the round window niche (conical vs cylindrical), the width of the operculum and the niche entry determined by computed tomography and dissection. We recommend oblique tomographic reconstruction as described in this work to otologist with little experience in cochlear surgery. This allows to obtain fine anatomical details of the round window niche useful to choose the most adequate approach for non- traumatic cochlear insertion, ideally through the secondary tympanic membrane, in order to preserve residual hearing.

Key words:

round window niche, cochlear implant.

Generalidades

Los grandes avances que suceden día tras día en el campo de los implantes cocleares han permitido mejorar la tecnología de su diseño y funcionamiento, así como la creación de nuevas estrategias de programación que aseguran un óptimo desempeño y mayores posibilidades de desarrollar habilidades auditivo-lingüísticas en el paciente implantado.

Tras la introducción de la estimulación combinada o electroacústica (EAS) por el otólogo Christoph von Ilberg y colaboradores de la Clínica Universitaria de Frankfurt, Alemania, en 1999, surgió un gran interés por preservar la audición residual de algunos pacientes durante la cirugía de implante coclear, sobre todo en frecuencias graves. Conservar la audición residual es de gran importancia, ya que ofrece mejores resultados auditivo-lingüísticos mediante el uso combinado de una estimulación eléctrica en el implante coclear, el cual proporciona ganancia auditiva en frecuencias medias y altas, principalmente, así como estimulación acústica a través de un auxiliar auditivo adaptado en el mismo oído, que produce ganancia predominantemente en las frecuencias graves. La estimulación electroacústica induce un efecto sinérgico entre ambas tecnologías, con lo que se logra una mejor calidad y nitidez del sonido, mayor discriminación tonal, el entendimiento del habla en ambientes ruidosos y la apreciación musical.

Los principios básicos para preservar la audición residual durante el procedimiento quirúrgico se basan en el uso de implantes cocleares con electrodos pequeños, compactos, flexibles o precurveados que faciliten su inserción en la cóclea, disminuyendo el daño a las estructuras intracocleares adyacentes, como se ha evidenciado en diversos estudios histopatológicos.

El compartimento preferido para la inserción de los electrodos del implante coclear es la rampa timpánica, por su mayor cercanía con los elementos neuronales excitables (células del ganglio espiral) y la mayor área de superficie de estimulación, en comparación con la rampa vestibular. En un estudio realizado por Paprocki y colaboradores, se encontró que la inserción directa de los electrodos a través de la membrana de la ventana redonda hacia la rampa timpánica incrementa la longitud de la lámina espiral ósea disponible para la estimulación en aproximadamente 2 mm, en comparación con la inserción de los electrodos mediante una cocleostomía promontorial convencional. De esta manera, es posible estimular las dendritas residuales de las porciones basales de la lámina espiral ósea.

El sitio a través del cual se inserta la guía de electrodos del implante coclear hacia la rampa timpánica, ya sea por cocleostomía o de manera directa por la membrana de la ventana redonda, resulta de gran importancia en la preservación de la audición residual. Diversos estudios histopatológicos han demostrado que el fresado realizado en las cocleostomías promontoriales produce un traumatismo quirúrgico y acústico considerable, con daño severo a las estructuras cocleares basales adyacentes incluso en una tercera parte de los casos, lo que supone un efecto nocivo en la audición residual.

Además, el acceso directo de los electrodos del implante coclear a través del tímpano secundario reduce la pérdida de perilinfa y la entrada de polvo de hueso y sangre hacia la rampa timpánica, lo que se ha demostrado tiene efectos nocivos en la audición residual. Asimismo, permite sellar los tejidos circundantes a los electrodos de forma inmediata y más efectiva, promoviendo tasas de curación más rápidas y una disminución considerable del riesgo de infecciones del oído interno.

De igual forma, se ha demostrado en algunos casos una pérdida parcial o completa de la función coclear apical inducida por la liberación de metabolitos tóxicos generados por el traumatismo local en las porciones basales de la cóclea, al momento de realizar cocleostomías promontoriales. Estos metabolitos son transportados hacia las porciones apicales de la cóclea por el flujo longitudinal de los fluidos cocleares.

A pesar de todas las ventajas indiscutibles que conlleva la inserción directa de los electrodos del implante coclear a través de la membrana de la ventana redonda, identificar el nicho de dicha ventana, abordarlo y trabajar en él hasta descubrir por completo el tímpano secundario requiere una gran habilidad y orientación quirúrgica por parte del cirujano

** d ivisión de estudios de Posgrado, Facultad de Medicina, u niversidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de e nfermedades Respiratorias Ismael Cosío villegas.*

***Correspondencia**: dr. Raúl Ortiz hofmann. Instituto Nacional de enfermedades Respiratorias Ismael Cosío villegas. Calzada de tlalpan 4502, colonia Sección XvI, CP 14080, México, dF.*
Recibido: mayo, 2012. Aceptado: julio, 2012.

este artículo debe citarse como: Ortiz-hofmann R, Soda-Merhy A, Cristerna-Sánchez L, Martín-biasotti F. Correlación morfológica del nicho de la ventana redonda por tomografía y disección en la evaluación preoperatoria del paciente apto para implante coclear. An Orl Mex 2012;57(3):133-148.

www.nietoeditores.com.mx

otólogo, no sólo por la complejidad anatómica del área, sino por las variantes morfológicas del nicho, por lo que resulta fundamental el conocimiento detallado de la región.

Existen pocos estudios publicados en los que se describe la anatomía tomográfica del nicho de la ventana redonda, y en ninguno se han correlacionado los hallazgos morfológicos de la tomografía y disección, lo que resultaría de gran importancia al momento de realizar la valoración prequirúrgica del paciente apto para implante coclear, motivo de este trabajo.

Detalles anatómicos

La pared medial o laberíntica de la caja timpánica está ubicada en la porción petrosa del hueso temporal y separa al oído medio del interno. En su parte central se encuentra el promontorio, una eminencia redondeada que corresponde a la vuelta basal de la cóclea, la cual tiene un ancho promedio de 7 a 8 mm y una altura de 5 a 6 mm, aproximadamente. Abajo del promontorio se aprecia el orificio superior del conductillo timpánico de Jacobson, que da paso al nervio timpánico y sus ramas. Arriba del promontorio se localiza la ventana oval o vestibular, la cual se encuentra unida a la platina del estribo y conecta la cadena osicular a la rampa vestibular por medio de una fina membrana adherida a la platina. A 2 mm por debajo y por detrás del borde inferior de la ventana oval, separado por el promontorio y su margen posteroinferior, se encuentra el nicho de la ventana redonda, también llamado *fossula fenestra cochleae*, que corresponde a una depresión de forma cónica en la mayor parte de los casos, con un diámetro transverso promedio de 1.66 mm (límites de 0.48 a 2.7 mm) y una profundidad promedio de 1.34 mm (límites de 0.69 a 2.28 mm), en cuyo piso se ubica la ventana redonda propiamente dicha y su membrana, el tímpano secundario. El nicho de la ventana redonda está delimitado anterosuperiormente por el promontorio e inferiormente por el hipotímpano, como se muestra en la Figura 1.

La ventana redonda o coclear, revestida por el tímpano secundario, está en relación directa con la rampa timpánica de la vuelta basal de la cóclea. La visualización completa del tímpano secundario permite introducir la guía de electrodos del implante coclear desde el oído medio hacia la rampa timpánica sin necesidad de realizar fresado. No obstante, al realizar la timpanotomía posterior al implante coclear (Figura 2) con frecuencia se expone el nicho de la ventana redonda y no la ventana misma, debido a su forma cónica, en la mayoría de los casos, y a la prominencia de su reborde óseo anteroinferior, llamado opérculum, y al reborde óseo posterosuperior, en menos casos. De hecho, al hacer un abordaje a través de un receso del facial ampliado inferiormente, sacrificando la cuerda del tímpano con el fin de obtener una mayor exposición de la membrana de la ventana redonda (Figuras 3 y 4), la mayor parte de las veces es posible visualizar tan sólo una tercera parte de su superficie, por lo que es indispensable el fresado de dichos rebordes óseos para lograr una visualización completa. Jansen y colaboradores encontraron que, a través de una timpanotomía posterior convencional, se puede visualizar la totalidad de la membrana de la ventana redonda en tan sólo 13% de los casos, como se muestra en la Figura 5. Se ha demostrado que al fresar los dos rebordes óseos descritos del nicho de la

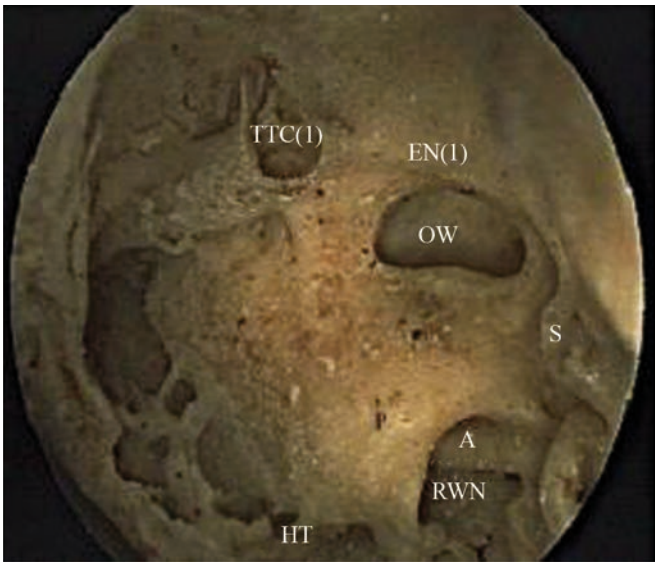

Figura 1. Vista endoscópica de una cavidad del oído medio izquierdo, previa remoción de huecesillos. La flecha ^ muestra la localización de la ventana redonda: FN(t) corresponde al conducto de Falopio que contiene al nervio facial en su segmento timpánico; HT: hipotímpano; OW: ventana oval; P: promontorio; RWN: nicho de la ventana redonda; S: canal del músculo del estapedio con su eminencia piramidal. Sanna M, Kharis T, Falcioni M. The temporal bone: A manual for dissection and surgical approaches. New York: Thieme, 2006;12.

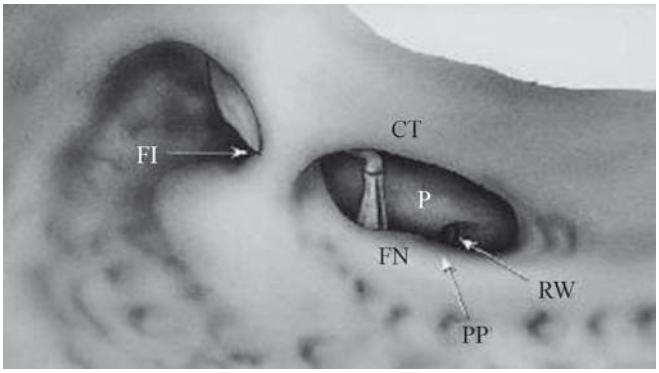

Figura 2. Timpanotomía posterior. De forma triangular, muestra la porción vertical del nervio facial (FN) en el límite posteromedial; la cuerda del tímpano (CT) en el límite anterolateral y el piso de la fosa incudis para la apófisis corta del yunque superiormente; el pontículo piramidalis (PP), un relieve óseo anteromedial al nervio facial; la ventana redonda (RW) y la vuelta basal de la cóclea por debajo del promontorio (P). Clark GM. Cochlear implants: Fundamentals and application. New York: Springer-Verlag, 2003;70.

Figura 3. Timpanotomía posterior en la que no se afecta la cuerda del tímpano. Ventana redonda visible parcialmente. Para mayor exposición se deberá extender la timpanotomía posterior hacia la parte inferior, sacrificando la cuerda del tímpano. Ver Figura 5. (a) yunque; (b) butress o contrafuerte del yunque; (c) canal semicircular lateral; (d) estribo; (e) eminencia piramidal y tendón del estribo; (f) facial mastoideo; (g) nicho de la ventana redonda; (h) cuerda del tímpano.

Figura 4. Timpanotomía posterior extendida inferiormente en la que se sacrifica la cuerda del tímpano. Mismo caso que el anterior (Figura 3). Mejora la visualización del límite inferior de la ventana redonda: (a) yunque; (b) butress o contrafuerte del yunque; (c) estribo; (d) eminencia piramidal y tendón del estribo; (e) canal semicircular lateral; (f) facial mastoideo; (g) nicho de la ventana redonda.

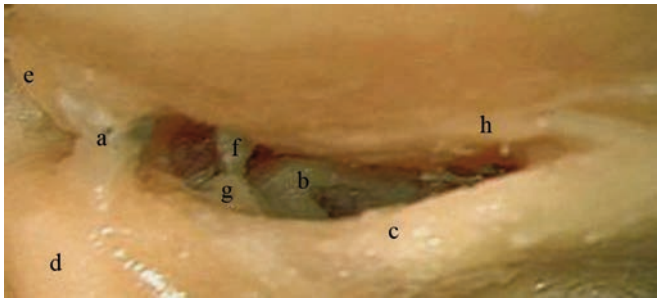

Figura 5. Timpanotomía posterior que no afecta la cuerda del tímpano: (a) contrafuerte o butress del yunque; (b) nicho de la ventana redonda con exposición completa de su membrana; (c) porción vertical o mastoidea del nervio facial; (d) canal semicircular lateral; (e) yunque; (f) estribo; (g) eminencia piramidal y tendón del estribo; (h) cuerda del tímpano.

ventana redonda, se aumenta de 1.5 a 3 veces la visibilidad del tímpano secundario.

El tímpano secundario tiene una forma cónica con su ápex dirigido superiormente, donde se inserta hacia la lámina espiral ósea. La mayor parte de dicha membrana se encuentra dispuesta en un plano casi horizontal, en una estrecha relación con la lámina espiral ósea hacia la zona posterior, mientras que la porción anterior se halla en un plano más vertical. Su diámetro promedio es de 2 a 3 mm y su altura de 1.87 mm, aproximadamente. Tiene una superficie de 0.18 a 2.5 mm^2 y un grosor promedio de 70 micras. La porción central es más delgada que la periferia, y adopta una forma cóncava hacia la caja timpánica y convexa hacia la cóclea. La membrana de la ventana redonda está cubierta, incluso en una tercera parte de los casos, de manera parcial o total, por una falsa membrana, grasa o tejidos blandos que no deben confundirse con la membrana de la ventana redonda propiamente dicha. En caso de duda, el movimiento de la cadena osicular desencadena el fenómeno de fase o reflejo de la ventana redonda.

Sobre la ventana oval se ubica un relieve cilíndrico y alargado oblicuamente, en sentido inferior y posterior, el cual corresponde a la segunda porción del canal de Falopio, que contiene al nervio facial timpánico. En orientación anterior y superior a la ventana oval y al promontorio, atraviesa un conducto óseo, el semicanal para el músculo tensor del tímpano, el cual, justo antes de llegar a la extremidad anterior de la fosita de la ventana oval, gira lateralmente, formando una eminencia ósea llamada apófisis cocleariforme, por la cual pasa el tendón del músculo tensor del tímpano. La pared lateral del conducto para este músculo es normalmente dehiscente, lo que explica su nombre de semicanal.

En posición posterior y medial, en el espacio comprendido entre la ventana oval y la ventana redonda, la pared muestra una pequeña depresión conocida como seno timpánico, dividido por dos pequeñas proyecciones óseas, el subículo y el pontículo (Figura 6). El pontículo del promontorio está localizado en el margen inferior y medial de la ventana redonda y aparta el seno timpánico de la ventana oval.[3] El subículo o cresta del promontorio se ubica en el margen superior y lateral del nicho de la ventana redonda y separa a ésta del seno timpánico.

Con respecto al plano y la morfología de la entrada del nicho de la ventana redonda, existen varias clasificaciones anatómicas. Var Miklós, Tóth y colaboradores describieron nueve variantes morfológicas en el adulto: *1)* normal; *2)* extremadamente estrecha, cuando todas las paredes del nicho son gruesas; *3)* con tegmen descendente; *4)* con un septum anterior; *5)* con una membrana ósea; *6)* de fondo abierto (donde el tercio lateral de la pared inferior del nicho está ausente, lo que permite una comunicación libre entre la ventana redonda y las celdillas infralaberínticas); *7)* con exostosis; *8)* con un domo yugular procidente; y *9)* trabeculada (Figura 7).

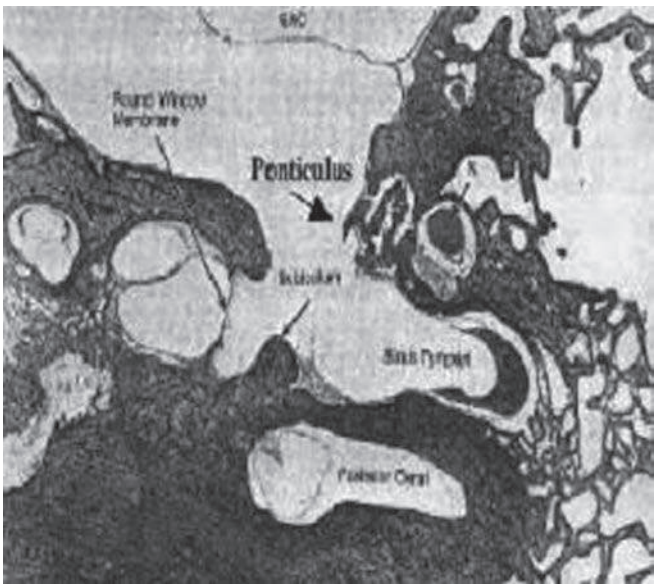

Figura 6. Modificada con autorización de Schuknecht y Gulya (1986): anatomía del hueso temporal y sus implicaciones quirúrgicas. Maurizio B. Manual of temporal bone dissection. The Hague: Kugler, 2002;29.

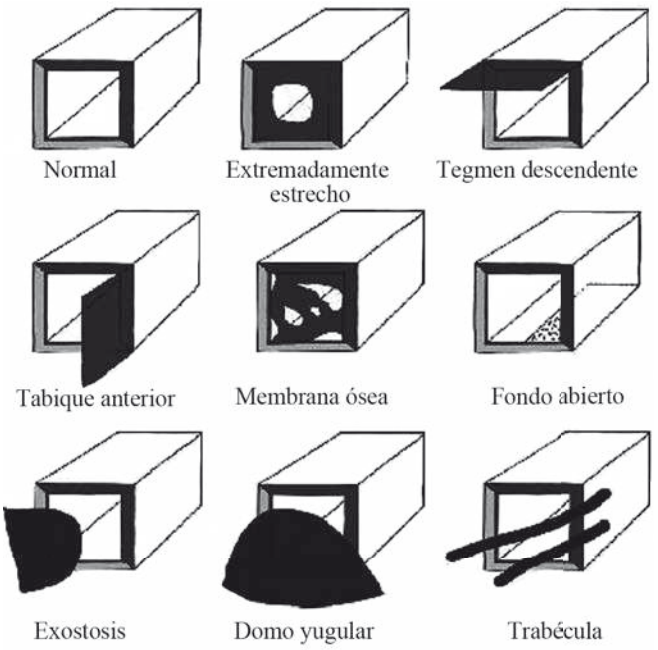

Figura 7. Esquemas de las variantes anatómicas del nicho de la ventana redonda en adultos. Tóth M, Alpár A, Patonay L, Oláh I. Developmental and surgical anatomy of the round window niche. Ann Anat 2006;188:93-101.

Asimismo, Wysocki y colaboradores clasificaron la morfología de la entrada del nicho de la ventana redonda de cinco formas: *1)* triangular, *2)* semicircular, *3)* oval horizontal, *4)* oval vertical y *5)* circular. Cohen y colaboradores elaboraron otra clasificación anatómica con base en hallazgos tomográficos o anatómicos, la cual resulta muy práctica y sencilla, pues divide la morfología del nicho de la ventana redonda únicamente en dos: cónica (la más frecuente) o cilíndrica. En un estudio realizado por estos últimos autores se evaluaron las proyecciones tomográficas de 414 oídos, y se encontró una morfología cónica en 92% de los casos, y una morfología cilíndrica en el restante 8%.

Justificación

El conocimiento preciso de la anatomía del nicho de la ventana redonda, sus variantes morfológicas normales y la correlación anatómica y tomográfica existente entre éstas es de gran importancia en la práctica quirúrgica del cirujano otólogo durante la colocación del implante coclear, ya que le permite predecir con exactitud la anatomía del nicho de la ventana redonda desde la valoración preoperatoria, así como de las posibles dificultades técnicas para la inserción electiva de los electrodos a través del tímpano secundario. Esta información contribuye a la planeación del mejor abordaje quirúrgico para lograr una inserción atraumática de la guía de electrodos en aras de preservar la audición residual.

En la actualidad, no hay estudios publicados en la bibliografía que aporten información acerca de la correlación morfológica del nicho de la ventana redonda por tomografía y disección, por lo que resultaría de gran utilidad determinar si existe.

Objetivos

El objetivo primario fue valorar si existe correlación morfológica del nicho de la ventana redonda por tomografía y disección, así como de sus dimensiones.

El objetivo secundario fue describir la morfología tomográfica y por disección del nicho de la ventana redonda, y recolectar documentación fotográfica de la misma.

Hipótesis

Existe correlación morfológica del nicho de la ventana redonda y sus dimensiones por tomografía y disección, lo que resulta de gran importancia en la valoración preoperatoria del paciente apto para implante coclear.

Material y métodos

Se llevó a cabo un estudio transversal, descriptivo y observacional. Se utilizaron 10 huesos temporales derechos de especímenes cadavéricos humanos frescos (Figura 8). Trabajar con modelos no vivos permitió explorar detalladamente la anatomía del nicho de la ventana redonda, y ofreció la posibilidad de realizar futuras disecciones sin el riesgo inherente de ocasionar lesiones iatrógenas.

Factibilidad

Este trabajo de tesis fue factible de realizar, ya que se disponía de los huesos temporales necesarios para efectuar el

Figura 8. Panorámica de los huesos temporales humanos utilizados en este trabajo de tesis.

estudio, un taller de fresado de hueso temporal equipado con el instrumental otológico básico y microscopio otológico, así como el equipo de tomografía del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas.

Criterios de inclusión

Se incluyeron los huesos temporales de especímenes cadavéricos humanos frescos sin importar lado, edad, ni sexo, que no estuvieran afectados por enfermedades otológica o anormalidades anatómicas evidenciadas por tomografía o microscopia (total de la muestra: 10 huesos temporales).

Criterios de exclusión

Se excluyeron los huesos temporales de especímenes cadavéricos humanos frescos sin importar lado, edad, ni sexo, con enfermedad otológica o anormalidades anatómicas evidenciadas por tomografía o microscopia. En este trabajo de tesis no se excluyó ningún hueso temporal.

Metodología

Extracción del hueso temporal cadavérico

- Se extrae el hueso temporal por el método de bloque, utilizando una sierra oscilante con una hoja de cola de pez.
- El primer corte se realiza donde el seno transverso se junta con el seno sigmoides y termina en el foramen magno.
- El segundo corte une al foramen magno con la fosa craneal anterior, adyacente a la arteria carótida interna.
- El tercer corte se practica en ángulo recto con el segundo corte y termina seccionando el arco cigomático hacia su mitad.
- El hueso temporal, ahora móvil, se extrae previa resección de los tejidos blandos que lo unen a la base del cráneo.
- El defecto generado en el cráneo se rellena con algodón para camuflaje, el calvarium se repone en su sitio y el cuero cabelludo se sutura.
- Los huesos temporales extraídos bajo este método se fijan con formol buferizado a 10% y glicerina a 30%.

Disección del hueso temporal

Antes de comenzar el fresado de los huesos temporales, se realizó una TC a cada uno para valorar la morfología del nicho de la ventana redonda, sus medidas y relaciones anatómicas más importantes con las estructuras adyacentes, con el fin de determinar si existe correlación morfológica del nicho de la ventana redonda y sus dimensiones calculadas por tomografía y disección.

Se efectuaron las tomografías con un equipo Somatom Sensation con escáner tomográfico helicoidal veloz de 64 cortes, serie 54599 y número 1004742198, de la marca Siemens Medical Solutions, en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas. Los parámetros utilizados para la toma de imágenes fueron una colimación de 1.2 mm, 120 kV y 120 mA a 0.8 s.

Se colocó cada hueso temporal en posición quirúrgica sobre la camilla del tomógrafo y se realizó una TC de oídos, con técnica para hueso y ventana para oído, en cortes axiales y coronales.

Se hicieron diversas reconstrucciones multiplanares en proyecciones oblicuas (ROM) a partir de los cortes axiales, en un plano paralelo al canal semicircular posterior (CSCP) y centrado en la ventana redonda, en el Hospital Conde de Valenciana por el Dr. Fernando Martín Biasotti, jefe del Departamento de Imagenología de dicha institución (Figura 9). Ésta es una técnica ya estandarizada para valorar la configuración ósea del nicho de la ventana redonda, descrita por Cohen y colaboradores en 2005.

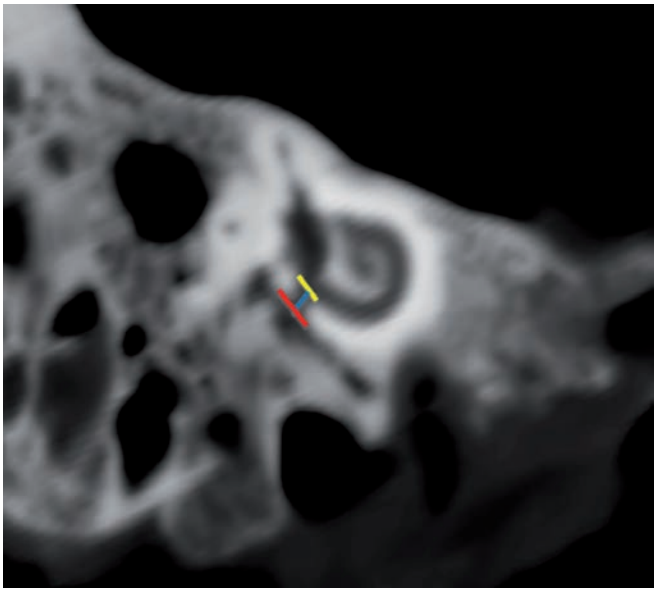

Figura 9. Reconstrucción tomográfica oblicua con enfoque en la ventana redonda y sus medidas.

Estas reconstrucciones oblicuas se utilizaron para efectuar mediciones ortogonales en dos dimensiones de los rebordes óseos que conforman el nicho de la ventana redonda y la ventana misma (Figuras 9 y 10).

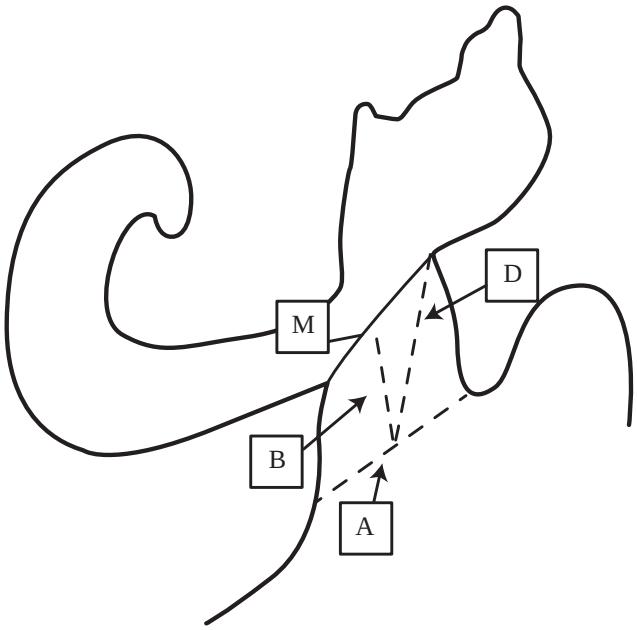

Figura 10. Parámetros medidos: A: distancia entre el promontorio y el opérculum; B: profundidad del nicho de la ventana redonda; D: profundidad aérea del nicho de la ventana redonda; M: longitud de la membrana de ventana redonda. Cohen D, Blinder G, Perez R, Raveh D. Standardized computed tomographic imaging and dimensions of the round-window niche. Int Tinnitus J 2005;11(2):158-162.

Se evaluó la morfología tomográfica del nicho de la ventana redonda (cónica *vs* cilíndrica) y se midieron las siguientes variables:[16]

a) Longitud de la membrana de la ventana redonda: distancia entre los márgenes óseos de la apertura de la ventana redonda.

b) Ancho del opérculum: distancia entre el punto de máxima convexidad del promontorio al extremo del opérculum.

c) Longitud del nicho de la ventana redonda: también llamada profundidad del nicho, es la distancia existente entre el punto medio del ancho del opérculum al punto medio de la membrana de la ventana redonda.

d) Profundidad aérea del nicho de la ventana redonda: esta variable, que comprende la distancia entre el punto medio del ancho del opérculum al punto más profundo del nicho de la ventana redonda, no se midió, ya que la interfase aérea fue imposible de identificar en estos especímenes cadavéricos humanos embebidos previamente en formalina.

Asimismo, se evaluó la morfología del nicho de la ventana redonda (cónica *vs* cilíndrica) bajo visión microscópica directa, al identificar si las paredes óseas del nicho convergían entre sí desde su entrada al opérculo y promontorio, hasta llegar al fundus, en el tímpano secundario.

Las disecciones se llevaron a cabo en el laboratorio de fresado de hueso temporal del Departamento de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello del INER, con el uso de un microscopio otológico marca Carl Zeiss, modelo OPMI-1FC, serie: 315008, con lente de 200x, por un mismo cirujano y bajo condiciones estandarizadas.

Bajo visión microscópica con lente de 200x, se realizó una mastoidectomía cortical con abordaje del receso del facial ampliado, a través de una timpanotomía posterior.

Se identificó la forma del nicho de la ventana redonda (cónica o cilíndrica).

En los casos en que el nicho de la ventana redonda estaba cubierto por sus rebordes óseos anteroinferior o posterosuperior, para fines de este trabajo de tesis, se dejaron intactos. El tímpano secundario no se afectó en ningún caso.

Se adaptó un cable de súper video desde un microscopio otológico marca Carl Zeiss, serie 401645, modelo OPMI-Sensera, a un ordenador de la marca Apple, modelo MacBook Pro, con el fin de documentar las imágenes más representativas durante la disección, tomadas a través del receso del facial ampliado, siempre con el hueso temporal colocado en posición quirúrgica.

Las imágenes fueron seleccionadas y procesadas mediante una tarjeta de captura de video profesional de la marca Pinnacle systems.

Se procesaron digitalmente las microfotografías con un programa de análisis de imágenes llamado Image Pro Plus 7.0, para medir el hueso temporal directamente en ellas. Este programa permite realizar una calibración espacial, así como el filtrado y la segmentación de imágenes necesarios para lograr mediciones exactas. A cada microfotografía se le colocó una regla milimetrada calibrada sobre la timpanotomía posterior, lo que permitió ulteriormente, con el programa mencionado, la creación de una escala ajustada para la toma de mediciones, como se muestra en la Figura 11.

Consideraciones éticas

Este trabajo de tesis fue aprobado por el Comité de Ciencia y Bioética en Investigación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas el 1 de junio de 2011, y se le asignó el código E02-11. Este proyecto, según el reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud corresponde a una investigación con riesgo nulo.

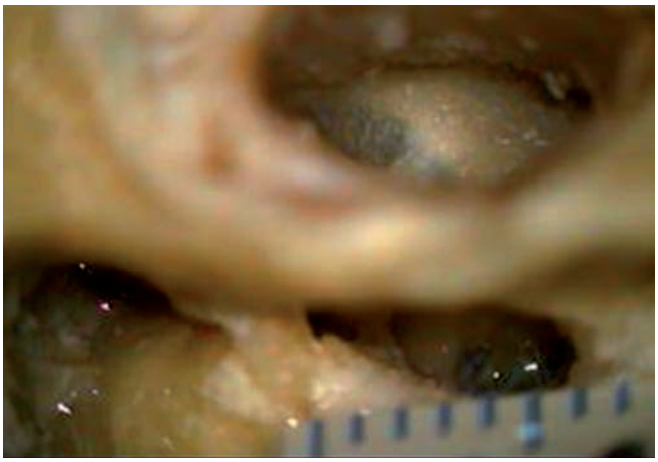

Figura 11. Microfotografía de timpanotomía posterior en donde se aprecia exposición completa de la membrana de la ventana redonda, así como regla milimetrada calibrada que permite, a través del programa Image Pro Plus 7.0, la creación de una escala ajustada para la toma de mediciones.

Análisis estadístico

Para valorar si existe correlación morfológica del nicho de la ventana redonda y el ancho del opérculum por tomografía y disección, se utilizó el coeficiente de correlación r de Pearson, el cual es una prueba paramétrica que mide la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas con una distribución normal. Todos los valores de $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos. Para el resto de parámetros medidos se calcularon las medias y rangos. Se utilizó el programa de análisis estadístico SPSS, versión 12.0.

Resultados

Los datos generales, parámetros y mediciones de cada hueso temporal se resumen en el Cuadro 1.

La evaluación por TC de la anatomía del nicho de la ventana redonda demostró que en ocho huesos temporales (80%) era cónica, mientras que en los dos huesos temporales restantes (20%) era de forma cilíndrica (huesos temporales VII y IX). En el hueso temporal número VI se observó una morfología cónica invertida, es decir, con un diámetro mayor del opérculum, en comparación con la longitud de la membrana de la ventana redonda. La misma morfología del nicho de la ventana redonda encontrada tomográficamente en estos huesos se apreció al momento de realizar la disección, por lo que se confirmó la correlación entre ambos métodos. Se obtuvo un coeficiente de correlación r de Pearson de 1.0 (correlación positiva perfecta) y una *p* de 0.01 (Figura 12). Esta correlación perfecta permite al cirujano otólogo conocer de forma rápida y precisa, al valorar la TC de oídos de pacientes aptos para implante coclear, la morfología del nicho de la ventana redonda en el momento de realizar la cirugía, y prever posibles dificultades técnicas con respecto al acceso a dicha ventana.

La visibilidad de la membrana de la ventana redonda durante la disección fue posible en todos los casos: de forma completa en seis de los huesos temporales (60%) y parcial en cuatro casos (40%), a expensas de la prominencia del labio anteroinferior u opérculum, el cual, para fines de este trabajo de tesis, se dejó intacto. Los huesos temporales en donde hubo una exposición parcial del tímpano secundario al momento de realizar la timpanotomía posterior (huesos V, VI, VII, IX) correspondieron tomográficamente a los casos en donde el ancho del opérculum era más estrecho, a saber, 1.30, 1.23, 1.00 y 0.96 mm, respectivamente, con una media de 1.12 mm. También correspondieron a los diámetros más estrechos del opérculum obtenidos durante la disección, a saber, 1.28, 1.20, 0.98 y 0.95 mm, respectivamente, con una

Cuadro 1. Datos generales, parámetros y mediciones realizadas a cada hueso temporal

Número de hueso temporal	Lado	Morfología del nicho de la ventana redonda por TC	Morfología del nicho de la ventana redonda por disección	Visibilidad de la membrana de la ventana redonda	Ancho del opérculum por disección (mm)	Ancho del opérculum por TC (mm)	Profundidad del nicho de la ventana redonda por TC (mm)	Longitud de la membrana de la ventana redonda por TC (mm)
I	Derecho	Cónica	Cónica	Completa	2.35	2.5	1.1 7	1.05
II	Derecho	Cónica	Cónica	Completa	1.60	1.64	0.97	1.22
III	Derecho	Cónica	Cónica	Completa	1.31	1.34	1.17	1.01
IV	Derecho	Cónica	Cónica	Completa	1.58	1.62	1.10	1.2 1
V	Derecho	Cónica	Cónica	Parcial	1.28	1.30	0.93	0.80
VI	Derecho	Cónica	Cónica	Parcial	1.20	1.23	0.90	1.56
VII	Derecho	Cilíndrica	Cilíndrica	Parcial	0.98	1.00	0.83	1.00
VIII	Derecho	Cónica	Cónica	Completa	1.60	1.62	0.97	1.24
IX	Derecho	Cilíndrica	Cilíndrica	Parcial	0.95	0.96	0.78	0.96
X	Derecho	Cónica	Cónica	Completa	1.55	1.58	0.66	1.33

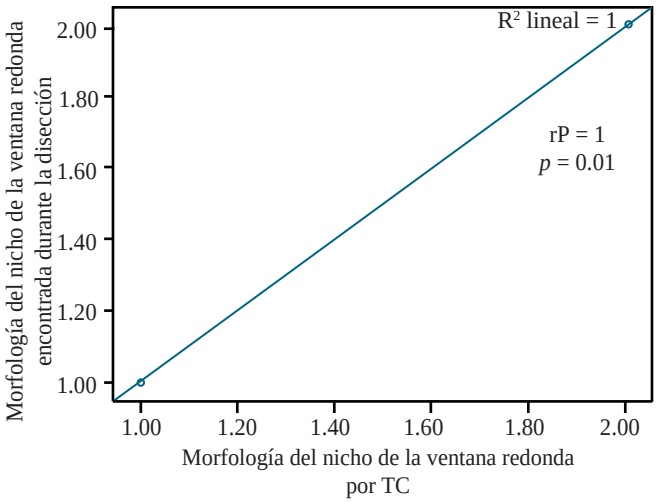

Figura 12. Correlación anatomo-tomográfica de la anatomía del nicho de la ventana redonda.

media de 1.10 mm. Se encontró una correlación positiva de las medidas del ancho del opérculo calculadas por tomografía y disección, y se determinó un coeficiente de correlación r de Pearson de 0.999 y una *p* de 0.01 (Figura 13). La relación existente entre el ancho del opérculum y la visibilidad de la membrana de la ventana redonda permite al cirujano predecir cómo será la exposición del tímpano secundario al momento del procedimiento quirúrgico, y por ende, la dificultad esperada para la introducción directa de los electrodos a través de dicha membrana, si será o no necesario el fresado de los rebordes óseos del nicho para aumentar la exposición del tímpano secundario, etc.

El ancho máximo del opérculum calculado por TC fue de 2.5 mm (hueso temporal I), y el mínimo fue de 0.96 mm (hueso temporal IX), con una media de 1.47 mm en todos los

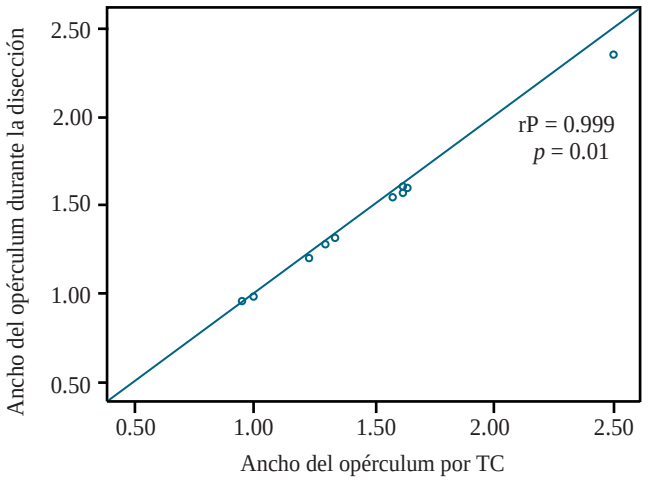

Figura 13. Correlación anatomo-tomográfica del ancho del opérculum del nicho de la ventana redonda.

huesos temporales estudiados, sin tomar en cuenta la morfología del nicho. En los huesos donde la morfología tomográfica del nicho de la ventana redonda era cónica (ocho huesos), el ancho promedio del opérculum fue de 1.60 mm, en comparación con 0.98 mm cuando la morfología era cilíndrica (dos huesos). El ancho máximo del opérculum encontrado durante la disección anatómica fue de 2.3 mm (hueso temporal I), y el mínimo de 0.95 mm (hueso temporal IX), con una media de 1.44 mm en todos los huesos estudiados, sin importar la morfología del nicho. En aquellos en que la morfología del nicho de la ventana redonda durante la disección se catalogó como cónica (ocho huesos), el ancho promedio del opérculum fue de 1.55 mm, en comparación con 0.96 mm, cuando la morfología era cilíndrica (dos huesos). Estos hallazgos indican que el opérculum o entrada del nicho de la ventana redonda con morfología cilíndrica suele ser más pequeño, comparado con los nichos de morfología cónica, lo que técnicamente

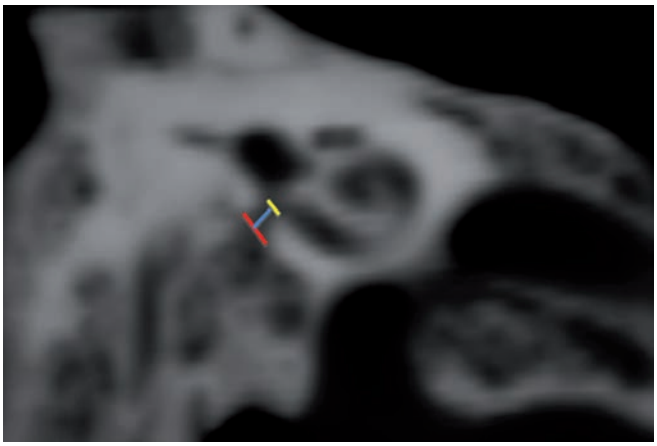

Figura 14a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos: **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (2.5 mm); **B**: profundidad del nicho (1.17 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (1.05 mm).

Figura 14b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite la visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 2.35 mm.

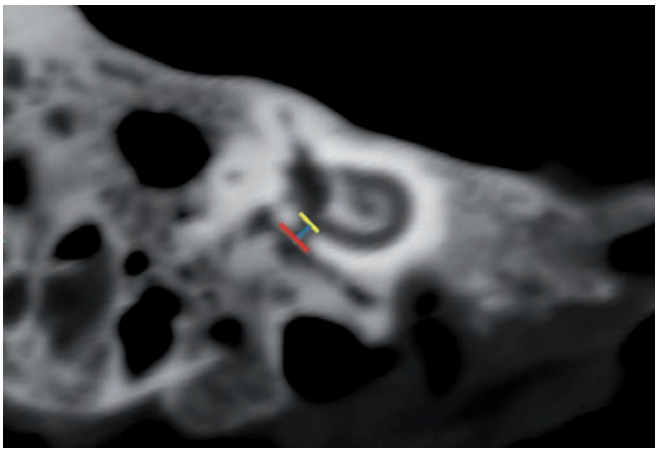

Figura 15a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos: **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (1.64 mm); **B**: profundidad del nicho (0.97 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (1.22 mm).

Figura 16b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite la visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 1.31 mm.

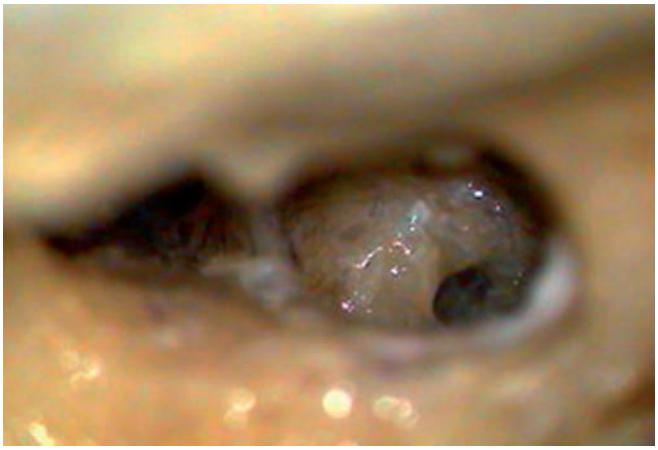

Figura 15b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite la visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 1.60 mm.

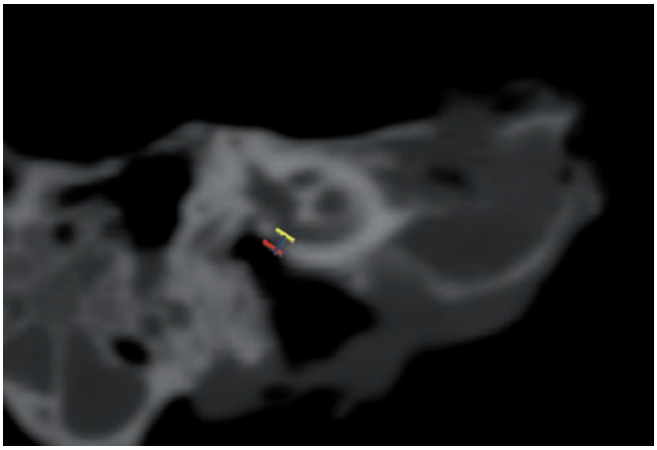

Figura 17a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos: **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (1.62 mm); **B**: profundidad del nicho (1.10 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (1.21 mm).

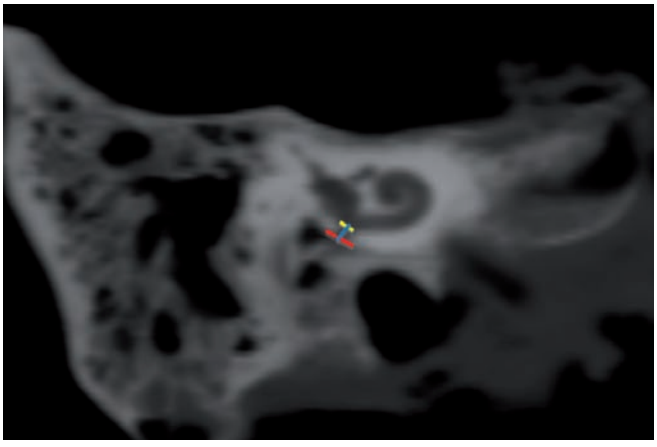

Figura 16a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos: **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (1.34 mm); **B**: profundidad del nicho (1.17 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (1.01 mm).

Figura 17b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite la visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 1.58 mm.

podría implicar para el cirujano otólogo una mayor dificultad para la inserción atraumática de los electrodos del implante coclear a través de dicha membrana.

La profundidad del nicho y la longitud de la membrana de la ventana redonda fueron evaluados tomográficamente de forma exclusiva para fines de este trabajo de tesis. La profundidad del nicho de la ventana redonda tuvo límites de 0.9 a 1.17 mm, con una media de 0.94 mm, sin tomar en cuenta la morfología del nicho. En los casos en que el nicho de la ventana redonda era cónico (ocho huesos), su profundidad promedio fue de 0.98 mm, en comparación con 0.80 mm cuando era cilíndrico (dos huesos).

La longitud de la membrana de la ventana redonda calculada por tomografía fue de 1.13 mm, en promedio, con límites de 0.80 a 1.33 mm, sin tomar en cuenta la morfología del nicho. En los casos en que el nicho de la ventana redonda tenía una morfología cónica (ocho huesos), la longitud promedio de la membrana de la ventana redonda fue de 1.17 mm, y de 0.98 mm, también en promedio, cuando era de forma cilíndrica (dos huesos). Estos hallazgos pueden estar relacionados con un aumento de la dificultad en la inserción de los electrodos del implante coclear a través de la membrana de la ventana redonda, especialmente en los casos en que el nicho es de forma cilíndrica, dado que es más estrecho.

Discusión

Desde que empezaron a usarse los implantes cocleares, en la década de 1970, como tratamiento de la cortipatía, se han producido grandes avances en las herramientas diagnósticas para la selección de los pacientes aptos, así como mejorías

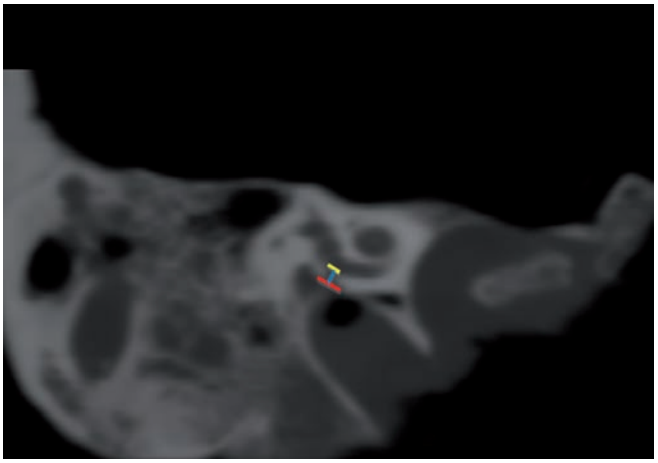

Figura 18a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos: **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (1.30 mm); **B**: profundidad del nicho (0.93 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (0.80 mm).

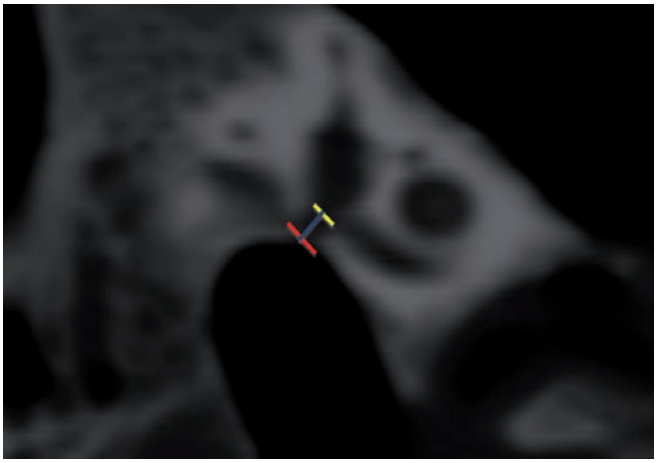

Figura 19a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos: **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (1.23 mm); **B**: profundidad del nicho (0.90 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (1.56 mm).

Figura 18b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite la visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 1.28 mm.

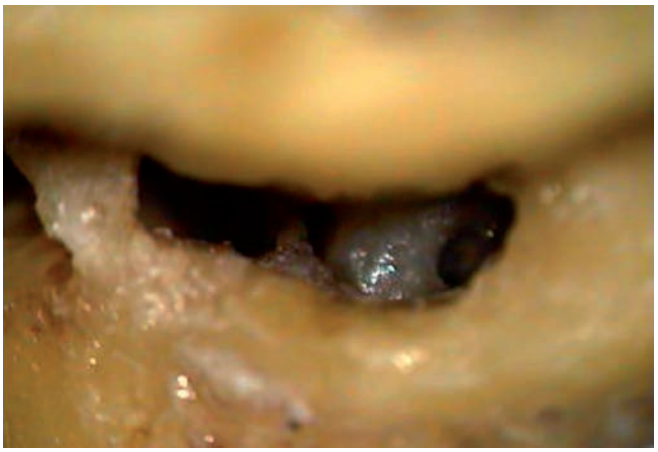

Figura 19b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite la visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 1.20 mm.

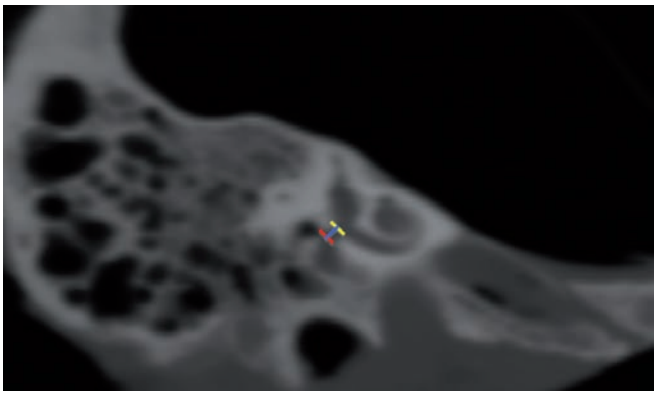

Figura 20a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos: **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (1.00 mm); **B**: profundidad del nicho (0.83 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (1.00 mm).

Figura 20b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite la visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 0.98 mm.

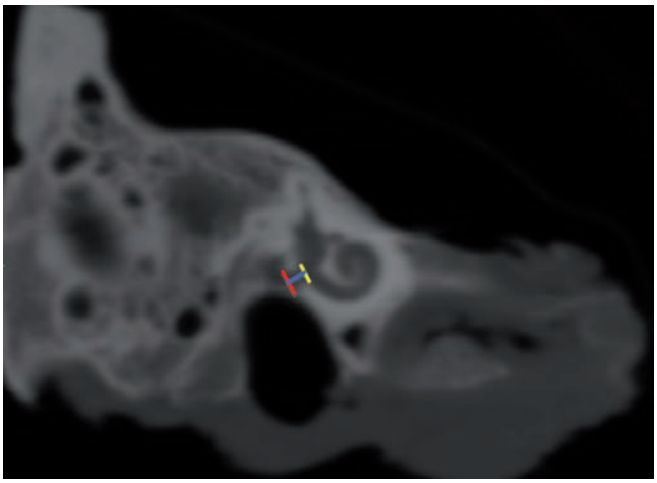

Figura 21a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (1.62 mm); **B**: profundidad del nicho (0.97 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (1.24 mm).

Figura 21b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite la visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 1.60 mm.

en la tecnología del diseño y funcionamiento de los mismos, además de los adelantos en el área de la audiología, terapia de lenguaje y psicología, entre otras disciplinas.

Tras la introducción de la estimulación combinada o electroacústica (EAS), ha surgido un gran interés por preservar la audición residual de algunos pacientes aptos para implante coclear, ya que ofrece mejores posibilidades de desarrollar habilidades auditivo-lingüísticas, mediante el efecto sinérgico entre ambas tecnologías.

Con los primeros modelos de implantes se producía un daño extenso a las estructuras intracocleares, lo que destruía de manera irreversible cualquier vestigio de audición residual. Durante los últimos 20 años, tras la introducción de los implantes de última generación, se han diseñado electrodos menos traumáticos, pequeños, compactos, flexibles o precurveados, con el fin de facilitar su inserción a la cóclea.[17] Asimismo, ha habido grandes avances quirúrgicos, y en la actualidad se prefieren técnicas blandas o menos traumáticas, como la inserción directa de los electrodos a través del tímpano secundario, que disminuyen el traumatismo acústico o quirúrgico (o ambos) generado por el fresado excesivo en las cocleostomías promontoriales, y preservan, de esta manera, la audición residual.[1] Gracias a estos adelantos, ha sido posible documentar un aumento en las tasas de conservación de la audición residual, y se ha corroborado, mediante diversos estudios histopatológicos, un menor daño a las estructuras cocleares basales adyacentes tras la colocación del implante coclear.

Esharagi y colaboradores clasificaron en cinco grados el traumatismo coclear generado tras la inserción de los electrodos del implante coclear en la rampa timpánica: 0, sin evidencia traumática; 1, elevación de la membrana ba-

silar; 2, rotura de la membrana basilar o ligamento espiral; 3, dislocación hacia la escala vestibular; y 4, fractura de la lámina espiral ósea o pared del modiolo. En otro estudio, de forma complementaria, Adunka y colaboradores evaluaron el daño histopatológico provocado en las estructuras basales cocleares tras la inserción directa de los electrodos a través de la membrana de la ventana redonda en ocho huesos temporales de especímenes cadavéricos humanos. En todos los huesos temporales utilizados en dicho estudio, se logró una correcta inserción de los electrodos hacia la rampa timpánica, debido a su relación directa con la membrana de la ventana redonda, sin traumatizar las estructuras cocleares basales adyacentes, excepto en un caso, donde se comprobó traumatismo coclear grado 4, con fractura de la lámina espiral ósea. Esto demuestra que la inserción directa de los electrodos a través de la membrana de la ventana redonda representa una vía de acceso efectiva y poco traumática, y por ello, el cirujano otólogo, siempre que le sea posible, deberá intentar de manera electiva usar esta vía.

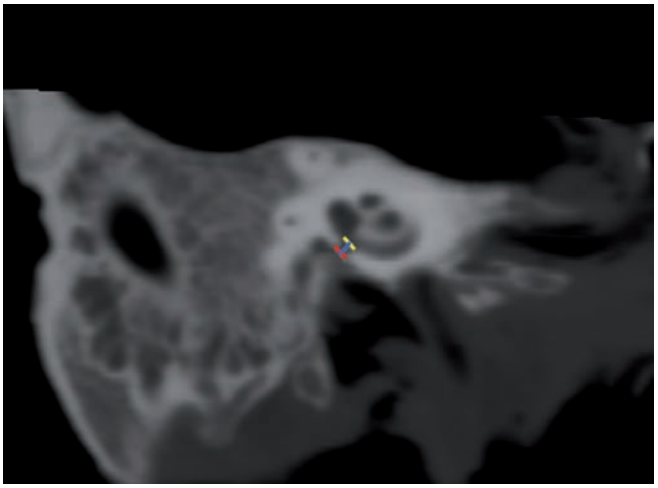

Figura 22a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos: **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (0.96 mm; **B**: profundidad del nicho (0.78 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (0.96 mm).

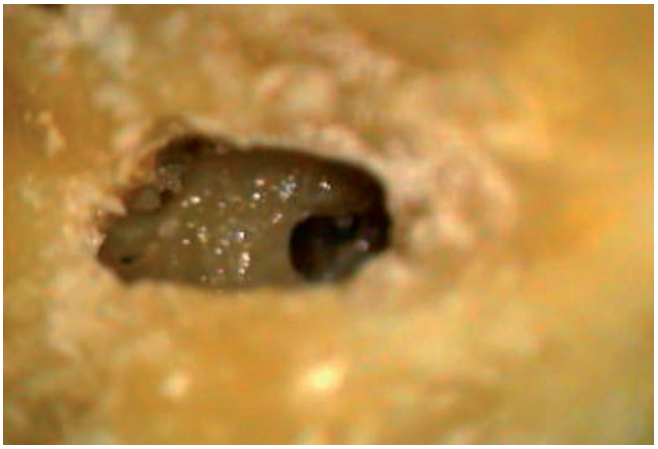

Figura 22b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite la visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 0.95 mm.

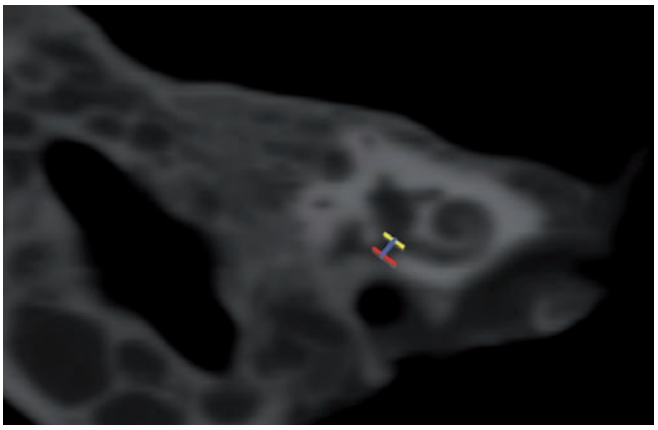

Figura 23a. Reconstrucción oblicua en plano paralelo al canal semicircular posterior con foco en la ventana redonda. Parámetros medidos: **A**: distancia entre el promontorio y el opérculum (1.58 mm); **B**: profundidad del nicho (0.66 mm); y **C**: longitud de la membrana de la ventana redonda (1.33 mm).

Figura 23b. Timpanotomía posterior extendida inferiormente. Permite visualización del límite inferior del nicho de la ventana redonda. La distancia entre el opérculum y el promontorio fue de 1.55 mm.

La inserción directa de los electrodos a través del tímpano secundario, que es una vía poco traumática, confiere, además, la ventaja de disminuir considerablemente el grado de fibrosis y neoosificación coclear posimplantación; esto facilita las cirugías de revisión por cualquier causa. Limitar el traumatismo intracoclear permite aplicar nuevas tecnologías, como la regeneración celular y otros métodos de estimulación del nervio coclear.

El cirujano otólogo debe estar ampliamente familiarizado con la anatomía de la región del nicho de la ventana redonda y las variantes morfológicas normales encontradas con mayor frecuencia para intentar de manera electiva, siempre

que le sea posible, la inserción directa de los electrodos del implante coclear a través del tímpano secundario, con el fin de aumentar las posibilidades de conservar la audición residual.

Actualmente, en la bibliografía son escasos los estudios publicados que describen de forma detallada la anatomía quirúrgica del nicho de la ventana redonda y sus relaciones con las estructuras adyacentes. Asimismo, existen pocos estudios en los que se describa la anatomía tomográfica del nicho haciendo hincapié en sus contornos óseos; el más completo es el de Cohen y colaboradores, publicado en 2005, en donde se evaluaron los confines óseos del nicho de la ventana en 414 oídos, a través de la técnica tomográfica estandarizada previamente descrita. Los promedios de las mediciones tomográficas del nicho que obtuvieron con respecto a las encontradas en este estudio fueron diferentes; sin embargo, se mantuvieron en los límites reportados. El ancho promedio del opérculum o entrada del nicho de la ventana redonda que hallaron por tomografía fue de 2.22 *vs* 1.47 mm en este estudio. La profundidad promedio del nicho que Cohen y colaboradores reportaron por tomografía fue de 1.66 *vs* 0.94 mm en el nuestro. La longitud de la membrana de la ventana redonda en promedio, de acuerdo con la tomografía, fue de 1.58 *vs* 1.13 mm, respectivamente. Las mediciones registradas en este trabajo de tesis corroboran el hecho de que los electrodos del implante coclear, sin importar el modelo ni la marca, pueden insertarse teóricamente, en todos los casos, de manera directa a través de la membrana de la ventana redonda, debido a que su diámetro transversal promedio es de aproximadamente 1.00 mm. Las variaciones en las mediciones encontradas, con respecto a las descritas por Cohen y colaboradores, pueden atribuirse al reducido tamaño de la muestra utilizada, lo cual constituyó una de las limitantes de este trabajo.

Debido a que no se han publicado estudios en los que se correlacione la morfología del nicho de la ventana redonda y sus dimensiones por tomografía y disección, fue interesante hacer esta comparación mediante ambos métodos. Al igual que en el estudio de Cohen y colaboradores, en este trabajo se determinó que la morfología cónica del nicho fue la que se observó con mayor frecuencia por medio de tomografía, y en todos los casos se correlacionó con los hallazgos encontrados durante la disección del hueso temporal. En el estudio de Cohen,[16] se identificó por TC que 92% de los oídos revisados tenían un nicho de ventana redonda con morfología cónica, mientras que en este estudio 80% (ocho huesos) de ellos mostraron dicha morfología. El 8% de los oídos restantes analizados por Cohen tenían morfología cilíndrica del nicho, en comparación con 20% (dos huesos) de este estudio.

Sin duda, son numerosos los avances sucedidos en el campo de los implantes cocleares en los últimos años. No obstante, aún existen varios retos por vencer con el fin de mejorar aún más el rendimiento global de los pacientes implantados, como son: diseñar un implante coclear totalmente implantable; mejorar la calidad y rapidez de la transmisión del sonido y el análisis de la información en ambientes ruidosos y en silencio; descifrar las proteínas o vías bioquímicas implicadas en la muerte neuronal y de esta manera influir en la protección y regeneración de las mismas; descubrir posibles factores de crecimiento neural, con el fin de prevenir el daño o promover la regeneración neuronal o, bien, aumentar el periodo de plasticidad cerebral, y así, estimular el mayor número de elementos neurales posibles a través del uso del implante coclear y auxiliares auditivos, por mencionar algunas.

Por lo pronto, con base en todas las ventajas que conlleva la inserción de la guía de electrodos directamente a través de la membrana de la ventana redonda, puede afirmarse que este estudio es de gran utilidad para los cirujanos otólogos, principalmente para los menos experimentados, ya que permite utilizar la técnica tomográfica descrita durante la evaluación preoperatoria del paciente apto para implante coclear, con el fin de obtener una mayor orientación quirúrgica del área y prever los casos en los que el abordaje del nicho de la ventana redonda será complejo. Se necesita realizar estudios que correlacionen los hallazgos tomográficos con los clínicos, es decir, con pacientes reales, para darle mayor validez a la correlación morfológica encontrada por tomografía y disección.

Asimismo, los detalles anatómicos obtenidos por disección y tomografía del nicho de la ventana redonda descritos en este trabajo resultan de gran utilidad en la valoración preoperatoria del paciente apto para vibroplastia de la ventana redonda, con el sistema de implante de oído medio Vibrant Soundbridge, donde el transductor de masa flotante (TMF) se posiciona directamente sobre la ventana redonda, ya que puede prever posibles dificultades técnicas para su colocación.

Conclusiones

En este estudio se determinó que sí existe correlación morfológica, estadísticamente significativa, del nicho de la ventana redonda (cónica *vs* cilíndrica), por tomografía y disección, así como de la medida del ancho del opérculum o entrada del nicho (Figuras 12 y 13).

Se recomienda la reconstrucción tomográfica oblicua descrita en este trabajo de tesis, principalmente en caso de que no se tenga gran experiencia en cirugía de implante coclear. Este procedimiento permitirá obtener detalles anatómicos finos del nicho de la ventana redonda que sean útiles en la elección del abordaje más conveniente para la inserción atraumática de los electrodos del implante coclear, idealmente a través del tímpano secundario, en aras de preservar la audición residual.

Bibliografía

1. Adunka O, Kiefer J, Unkelbach MH, Lehnert T, Gstoettner W. Cochlear implantation via the round window membrane minimizes trauma to cochlear structures: A histologically controlled insertion study. Acta Otolaryngol 2004;124:807-812.
2. Adunka O, Radeloff A, Gstoettner W, Pillsbury HC, Buchman CA. Scala tympani cochleostomy II: Topography and histology. Laryngoscope 2007;117:2195-2200.
3. Abdel Baki F, El Dine MB, El Saiid L, Bakry M. Sinus tympani endoscopic anatomy. Otolaryngol Head Neck Surg 2002;127:158-162.
4. Domenech I, Linthicum F. Temporal bone histopathology case of the month: round window fibrous plugs. Otol Neurotol 2010;31:1354-1355.
5. Pennings RJ, Ho A, Brown J, van Wijhe RG, Bance M. Analysis of vibrant soundbridge placement against the round window membrane in a human cadaveric temporal bone model. Otol Neurotol 2010;31:998-1003.
6. Li PM, Wang H, Northrop C, Merchant SN, Nadol JB. Anatomy of the round window and hook region of the cochlea with implications for cochlear implantation and other endocochlear surgical procedures. Otol Neurotol 2007;28(5):641-648.
7. Plontke S. Evaluation of the round window niche before local drug delivery to the inner ear using a new mini otoscope. Otol Neurotol 2010;32(1):183-185.
8. Roland PS, Wright CG, Isaacson B. Cochlear implant electrode insertion: The round window revisited. Laryngoscope 2007;117:1397-1402.
9. New clinical evidence confirms the importance of perimodiolar electrodes: Atraumatic scala tympani insertion correlates with improved hearing performance. The HEARing CRC for Cochlear Implant and Hearing Innovation. Melbourne and Coclear Ltd, Sydney, 2002.
10. Su WY, Marion MS, Hinojosa R, Matz GJ. Anatomical measurements of the cochlear aqueduct, round window membrane, round window niche, and facial recess. Laryngoscope 1982;92:483-486.
11. Paprocki A, Biskup B, Kozlowska K, Kuniszyk A, et al. The topographical anatomy of the round window and related structures for the purpose of cochlear implant surgery. Folia Morphol 2004;63(3):309-312.
12. Wysocki J. Variability of the round window niche entry in childrens and adults. Otolaryngol Pol 1998;52(4):463-466.
13. Suárez C, Gil-Carcedo M. Tratado de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello: Otología. México: Panamericana, 2007;837-843.
14. Maurizio B. Manual of temporal bone dissection. The Hague: Kugler, 2002.
15. Tóth M, Alpár A, Patonay L, Oláh I. Developmental and surgical anatomy of the round window niche. Ann Anat 2006;188:93-101.
16. Cohen D, Blinder G, Perez R, Raveh D. Standardized computed tomographic imaging and dimensions of the round-window niche. Int Tinnitus J 2005;11(2):158-162.
17. Manrique MJ, Huarte A. Implantes cocleares. Barcelona: Masson, 2002.