



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA.
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN.
HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL BAJÍO.**

**TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA VERSUS RESONANCIA MAGNÉTICA EN
LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD COCLEAR EN PACIENTES CON
PÉRDIDA AUDITIVA NEUROSENSORIAL CANDIDATOS A IMPLANTE
COCLEAR.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:
IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA.**

**PRESENTA:
BARBARA CAROLINA ZARAGOZA SALAS.**

**DR. RICARDO RAMOS MUÑOZ.
TUTOR TÉCNICO**

**DR. JESÚS EDUARDO RODRÍGUEZ GONZÁLEZ.
TUTOR IMAGENOLÓGICO**

**DR. JOSÉ ANTONIO DE JESÚS ÁLVAREZ CANALES.
TUTOR METODOLÓGICO**



**HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD**

BAJÍO

LEÓN, GUANAJUATO, 2022.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

1. AGRADECIMIENTOS.....	2
2. RESUMEN.	3
3. ANTECEDENTES.	4
4. JUSTIFICACIÓN.....	10
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
6. OBJETIVOS	12
7. HIPÓTESIS	12
8. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
9. ASPECTOS ÉTICOS.....	18
10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19
11. RESULTADOS.....	20
12. DISCUSIÓN.	25
13. CONCLUSIONES.....	27
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
15. BIBLIOGRAFÍA	32
16. ANEXOS.....	33
16.1. ANEXO 1.	33
16.2. ANEXO 2.	34

1. AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, quiero agradecer a mis tutores: Dr. Ricardo Ramos Muñoz, Dr. José Antonio de Jesús Álvarez Canales y al Dr. Jesús Eduardo Rodríguez González, quienes con sus conocimientos, asesoramiento y motivación me guiaron a través de cada una de las etapas de este proyecto.

También quiero agradecer al Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío por las facilidades proporcionadas para mi formación profesional, por brindarme todos los recursos y herramientas necesarias para poder llevar a cabo esta investigación. A mis profesores y compañeros por su paciencia y enseñanzas. A los pacientes, fuente de mi aprendizaje y núcleo de esta tesis.

A mi madre Noelia y hermanas Rebeca y Andrea, por apoyarme en cada sueño, cada ilusión y cada meta que me he propuesto.

A Gerardo por acompañarme y ser mi pilar en éste arduo camino.

Barbara Carolina Zaragoza Salas.

2. RESUMEN.

Título: Tomografía computarizada versus resonancia magnética en la determinación de la longitud coclear en pacientes con pérdida auditiva neurosensorial candidatos a implante coclear.

Objetivo: Establecer si la determinación de la longitud coclear por medio de fórmula de valor A y mediante reconstrucción multiplanar obtenidas por tomografía computarizada tiene un grado de concordancia mayor a 0.75 con respecto de la determinación de la longitud coclear obtenida por resonancia magnética mediante reconstrucción 3D.

Introducción: Es imprescindible la estimación de la longitud coclear en los pacientes candidatos a implante coclear para la elección adecuada del diseño y la longitud de la matriz de electrodos, esto para evitar el trauma relacionado con la inserción del electrodo lo cual es un factor que impacta en la preservación de la audición residual. Los métodos de imagen como tomografía computarizada y resonancia magnética se emplean en la valoración preoperatoria. En este estudio se plantea determinar la longitud coclear por fórmula del valor A y reconstrucción multiplanar, para posteriormente hacer un estudio de correlación entre ambos métodos de imagen.

Conclusión: Nuestros resultados mostraron una diferencia significativa entre ambos métodos al determinar la distancia de la longitud coclear obtenida mediante fórmula del valor de A. Por otra parte, evidenciaron que la determinación de la longitud coclear por reconstrucción multiplanar curvo no mostró diferencia significativa entre ambos métodos. Por lo que los datos sugieren que ambos métodos de imagen pueden ser utilizados indistintamente cuando se utiliza la reconstrucción multiplanar curva para determinar la longitud coclear. Existen diferencias anatómicas que impactan sobre la longitud coclear. Es importante considerar que, en un paciente con anomalía coclear, las dimensiones de la cóclea se ven modificadas. Por lo anterior se sugiere que la determinación de la longitud coclear se realice mediante reconstrucción multiplanar curvo, debido a que los datos mostraron un grado de concordancia mayor de 0.75

La reconstrucción tridimensional por resonancia magnética obtenida de una secuencia altamente potenciada en T2 (CISS, FIESTA) permite una mayor definición de la anatomía del oído interno, realizar mediciones precisas, así como identificar con mayor facilidad malformaciones a nivel coclear, vestibular o de los conductos semicirculares; además, es un método de imagen que no utiliza radiación ionizante.

Limitaciones: La principal limitación de este estudio es que las mediciones fueron realizadas por un único observador. Otra limitación es que, al realizar la reconstrucción 3D por resonancia magnética, no pudimos obtener distancia por MPR curvo con el visualizador utilizado, por lo que la distancia se realizó con unión de puntos, y posteriormente se sumaron las distancias obtenidas. En este estudio se observaron anomalías cocleares, lo cual fue un factor que influyó en los valores que sobrepasaron los límites de concordancia al momento de comparar ambos métodos de imagen.

Comité de ética: Aprobado por el comité de ética e investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío con el No. CI/HRAEB/019/2022.

Apoyos financieros: N/A

3. ANTECEDENTES.

La pérdida auditiva en recién nacidos y niños es un problema de salud pública, debido a su alta prevalencia y efectos negativos en su desarrollo.¹ Los datos actuales sugieren que aproximadamente 466 millones de personas (5%) de la población mundial tienen hipoacusia discapacitante, de los cuales 34 millones son niños, impactando su calidad de vida.² La pérdida auditiva es categorizada como conductiva, neurosensorial o mixta.³ La causa de la pérdida auditiva neurosensorial pediátrica es diversa y comprende condiciones genéticas, adquiridas e idiopáticas. Identificar la causa específica requiere que los niños se sometan a evaluaciones otorrinolaringológicas y audiométricas exhaustivas, que generalmente incluyen pruebas de gabinete y de imagen del hueso temporal.⁴ El tratamiento incluye auxiliares auditivos, terapia del lenguaje, adaptaciones en el salón de clases y apoyo de la familia lleva a mejoras en el rendimiento académico, la satisfacción de los padres y la calidad de vida.⁵ Las principales opciones quirúrgicas para el tratamiento son los procesadores de sonido en el caso de la hipoacusia conductiva y para la hipoacusia neurosensorial son los implantes cocleares.⁶

El implante coclear es el tratamiento de elección para la rehabilitación auditiva de los pacientes con sordera neurosensorial. Restaura la función faltante de las células ciliadas internas y externas al transformar la señal acústica en estímulos eléctricos para la activación de las fibras nerviosas auditivas.⁷ Los sistemas de implantes cocleares tienen dos componentes: Un componente externo que recibe, graba, procesa y transforma la información acústica en una secuencia de impulsos eléctricos. Y un componente interno que consta de un receptor, un demodulador para la extracción de los pulsos eléctricos, un estimulador y una matriz de electrodos para la transmisión de los impulsos eléctricos a las fibras nerviosas cocleares. Los dos componentes contienen un imán que permite la comunicación e integración de los dos dispositivos.⁸

La matriz de electrodos es parte esencial de un implante coclear. Se inserta en la cóclea, a través de la ventana redonda, para estimular las fibras del nervio auditivo y su estimulación eléctrica, en la corteza cerebral del lóbulo temporal. El diseño de una guía de electrodos, así como su posición intracoclear exacta, determina una mayor audibilidad del sonido con la tecnología del implante coclear.⁹ Hay diferentes sistemas de electrodos disponibles para el implante coclear individual. La matriz de electrodos de pared lateral recta y la matriz de electrodos precurvados perimodiolares son los dos tipos que están actualmente disponibles comercialmente. Existe un tercer tipo de matriz de electrodos llamada escala media, que se coloca en el medio de la escala timpánica y generalmente se considera como un tipo de electrodo perimodiolar.¹⁰

Todos los fabricantes diversifican cada vez más su cartera de matriz de electrodos en cuanto a forma, longitud, diámetro y flexibilidad para permitir la elección personalizada del implante.^{11,12} Hay electrodos a la medida, disponibles para malformaciones cocleares y para cócleas osificadas.⁷ La profundidad de inserción de la matriz de electrodos en la cóclea ha sido un factor estudiado a menudo cuando se intenta explicar la variabilidad en los resultados de la percepción del habla con implante coclear.^{13,14}

Para preservar la audición residual, se utiliza una técnica quirúrgica llamada cirugía blanda. En donde generalmente la inserción de la matriz de electrodos se realiza a través de la ventana redonda.

El electrodo es insertado cuidadosamente, lento, dentro de la escala timpánica y a una profundidad determinada. Un electrodo que se traslada de la escala timpánica a la escala vestibular daña tanto la membrana basilar como la membrana de Reissner y potencialmente lesiona el órgano de Corti y la lámina espiral ósea.^{7,9,15} Por lo tanto, la preservación de la audición residual después de la colocación de un implante coclear depende de factores del paciente (ángulo de la ventana redonda, variaciones anatómicas intracocleares, tamaño individualizado de la cóclea, obliteración coclear), trauma relacionado con la inserción del electrodo y del diseño del electrodo.^{10,16,17}

La cirugía ha incrementado y revolucionado el tratamiento de la pérdida auditiva neurosensorial tanto en niños como en adultos. Las indicaciones actuales son:

- a) Niños (12-24 meses) con pérdida auditiva neurosensorial profunda (>90 dB) y beneficios limitados con amplificador binaural basada en la escala de integración auditiva significativa.
- b) Niños (2 a 17 años) con pérdida auditiva neurosensorial de grave a profunda (>70 dB) con beneficio limitado de la amplificación binaural definida por ≤ 20 a 20% de puntaje de reconocimiento de palabras.
- c) Adultos con pérdida auditiva neurosensorial de moderada a profunda en ambos oídos (> 40 dB) con un beneficio limitado de la amplificación binaural definida por $\leq 50\%$ de reconocimiento de oraciones en el oído que se implantará (o $\leq 40\%$ por los criterios del centro de servicio de Medicare y Medicaid) y $\leq 60\%$ en el oído contralateral o binauralmente.^{18,19}

Valoración radiológica preoperatoria.

Los radiólogos tienen un rol esencial en la evaluación preoperatoria y en la selección de pacientes candidatos a la colocación de implante coclear.²⁰ Las imágenes preoperatoria son esenciales para diagnosticar cualquier tipo de malformación del oído interno, así como anomalías en el hueso temporal que puedan tener impacto quirúrgico.²¹ Las imágenes preoperatorias son obtenidas mediante tomografía computarizada de alta resolución e imágenes por resonancia magnética.²² Cada modalidad tiene sus fortalezas y son complementarias una con la otra. La tomografía computarizada muestra una mejor resolución espacial para definir las estructuras internas del oído y la evaluación de malformaciones congénitas. La resonancia magnética define claramente los trayectos del nervio facial, nervio coclear y nervios vestibular superior e inferior, así como los espacios que contienen líquido.²³

Valoración preoperatoria por tomografía computarizada:

La tomografía computarizada del hueso temporal debe ser realizada con alta resolución y con un campo pequeño de visión, con cortes delgados (0.5 mm), para ser capaces de visualizar las estructuras pequeñas y finas del oído con un máximo detalle.²⁴ La verificación de las estructuras del oído interno requiere secuencias y planos de sección especiales para que se pueda identificar la anatomía relevante.²⁵

Protocolos de imagen para valoración preoperatoria y consideraciones en niños. ²³	
Tomografía computarizada de alta resolución	Resonancia Magnética
kVp: 120-140. mAs: 100. Escaneo: Helicoidal. Pitch: 0.8-0.9. FOV: 15-16 cm. Grosor de corte: 0.5-0.6 mm. Ancho de ventana/Nivel de ventana: 4000/500 Reconstrucciones: Cortes axiales, coronales y especiales (Stenver, Poschl). Niños: Sedación +/- Con exposición a radiación ionizante.	<ul style="list-style-type: none"> • Secuencia potenciada en T2, grosor de corte delgado (2 mm), orientación axial y coronal. • Secuencia potenciada en FIESTA o equivalente específico, grosor de corte de 0.8 mm, orientación axial. • Secuencia potenciada en T1 + Contraste, con saturación grasa, grosor de corte de 2 mm, orientación axial. • Secuencia potenciada en Difusión, grosor de corte 2 mm, orientación coronal. Uso de medio de contraste: En caso de antecedentes de inflamación y/o infección. Niños: <ul style="list-style-type: none"> • Sedación / Anestesia general + • Sin exposición a radiación ionizante

Valoración preoperatoria por resonancia magnética:

Las secuencias importantes incluyen secuencias potenciadas en T1, T2, así como una secuencia altamente potenciada en T2 llamada FIESTA (Fast imaging employing steady-state acquisition) o su equivalente específico como CISS (Constructive interference in steady state).²⁶, esta secuencia hace que el líquido sea extremadamente brillante, permitiendo visualizar las demás estructuras hipointensas (oscuras). Esto permite evaluar fácilmente el tamaño y el contorno de las estructuras o lesiones que residen en los espacios llenos de líquido. Permite la evaluación del contenido de líquido y la delimitación del contorno del laberinto óseo. Los nervios craneales facial y vestibulococlear que atraviesan el conducto auditivo interno, se pueden ver como líneas oscuras (en imágenes axiales) y como puntos oscuros (en imágenes oblicuas sagitales) rodeados del líquido brillante. El nervio facial discurre por el compartimento anterosuperior del conducto auditivo interno, el nervio coclear discurre por el compartimento antero-inferior del conducto auditivo interno, luego a través de la fosa coclear hacia el modíolo.

Los nervios vestibulares superior e inferior discurren por la mitad posterior del conducto auditivo interno. Las secuencias potenciadas en T1 así como las secuencias T1 con la administración del medio de contraste con un grosor de corte de imagen de 2 mm también son esenciales, ya que ayudan a detectar anomalías. Se recomienda utilizar saturación grasa en las imágenes T1 con material de contraste para diferenciar el realce patológico de las estructuras hiperintensas intrínsecamente T1, como la médula ósea rica en lípidos. Se pueden emplear secuencias especiales para diagnósticos específicos, como la secuencia de imagen potenciada en difusión (DWI) para el diagnóstico de colesteatoma, ya que presenta una difusividad reducida, apareciendo como un foco hiperintenso en una secuencia DWI debido a su alto contenido de queratina.²⁴

Anatomía relevante:

El pabellón auricular se adhiere a la superficie lateral del hueso temporal y se abre hacia el canal auditivo externo. **El conducto auditivo externo** es un tubo en forma de S se extiende desde el pabellón auricular hasta la membrana timpánica, la porción lateral es fibrocartilaginosa y la porción medial es ósea. La membrana timpánica está unida al extremo medial del conducto auditivo externo por el ligamento anular y separa el conducto auditivo externo del oído medio, normalmente es apenas perceptible en la tomografía computarizada. Una perforación aparece como un defecto focal. **Mastoides:** Las celdillas mastoideas están divididas por tabiques óseos. En la cara central superior hay una cavidad más grande desprovista de tabiques, denominada antro mastoideo. El antro mastoideo se comunica con el epítimpano a través del *aditus ad antrum*.^{24,27}

El oído medio es una cavidad dentro de la porción petrosa del hueso temporal, se puede subdividir en: Epítimpano (superior al nivel de la membrana timpánica), mesotímpano (a nivel de la membrana timpánica) e hipotímpano (inferior al nivel de la membrana timpánica). La cadena de huesecillos se localiza casi en su totalidad en el mesotímpano, consiste en: Martillo (cabeza, cuello, apófisis anterior, apófisis lateral y manubrio), yunque (cuerpo, proceso corto, proceso largo y proceso lenticular) y estribo (cabeza, pilar anterior, pilar posterior y base). El borde lateral del oído medio está formado por el *escutum* y la membrana timpánica. La porción lateral del epítimpano ubicada entre el *escutum* y la cadena oscicular se denomina espacio de Prussak. El borde superior del oído medio está formado por el *tegmen tympani* que es una placa ósea delgada que separa el oído medio de la fosa craneal media. Más inferiormente está la abertura de la trompa de Eustaquio. Su borde medial está formado por la cápsula ótica, el hueso denso que recubre las estructuras laberínticas del oído interno, con la parte inferior sobre la cóclea denominada promontorio coclear. La ventana oval, donde se une la base del estribo, es aproximadamente superior al promontorio coclear. Superior a la ventana oval está el segmento timpánico del nervio facial, que discurre de anterior a posterior. La membrana de la ventana redonda está ubicada en un pequeño nicho *llamado fossula fenestrae rotunda*. El margen posterior del oído medio consta de dos recesos dirigidos hacia afuera separados por una protuberancia ósea llamada eminencia piramidal; el receso lateral a él es el receso del nervio facial, y el receso medial a él es el seno timpánico.²⁴

El oído interno consiste en el laberinto óseo encerrado dentro de la densa cápsula ótica. Las estructuras del laberinto óseo incluyen la cóclea, el vestíbulo y los tres canales semicirculares (superior, posterior y lateral).²⁸

La cóclea tiene forma de espiral y comprende una vuelta basal ancha, una vuelta media y una vuelta apical pequeña, de 2,5 a 2,75 vueltas. Están separados por tabiques intercalares óseos. En el centro está el modiolo, una estructura cónica de hueso esponjoso que contiene el ganglio espiral.²⁴ La cóclea tiene tres conductos: La rampa vestibular, la rampa media y la rampa timpánica. La rampa vestibular y la rampa timpánica se comunican a través del helicotrema, una abertura situada en el vértice extremo de la cóclea, mientras que la rampa media es un conducto ciego situado entre las dos rampas.²⁹

Aunque la cóclea humana alcanza el tamaño adulto antes del nacimiento, se sabe que el tamaño de la cóclea varía entre individuos y que la cóclea difiere significativamente en forma, tamaño y características espirales.^{6,30,31} Las primeras mediciones histológicas de la longitud coclear fueron realizadas por Mary Hardy en 1938, la cual es muy variable y oscila entre 25.26 y 35.46 mm.^{32,33}

Grover et al evaluaron la longitud coclear en población asiática, revisando las tomografías de 124 niños menores de 6 años de edad, con pérdida auditiva neurosensorial congénito bilateral de severo a profundo candidatos a implante coclear y obtuvieron como resultados que la longitud media del conducto coclear fue de 29.8 mm con un rango de 28 a 34.4 mm y una media global de la distancia A de 8.12 mm.³⁴

Fadwa et al evaluaron la longitud coclear en un grupo de 100 tomografías computarizadas de haz cónico de adultos con edades de 18 a 95 años de edad, portadores de implante coclear y encontraron una longitud coclear que variaba de 27.44 a 35.9 mm, con una media de 32.24 mm.³⁵

Enfocándonos a la población latina; Se realizó un estudio por Guzmán et al en el año 2021, para la determinación de la longitud coclear en la población mexicana, en donde se incluyeron 400 imágenes de tomografía computarizada de alta resolución del hueso temporal la edad de los pacientes osciló entre 18 y 87 años. La media general de la longitud coclear fue de 34.02 ± 2.15 mm y la distancia A media fue de 8.85 ± 0.42 mm.³⁶

La cóclea es tan única en su tamaño, forma y anatomía, que un diseño de matriz de electrodos regular difícilmente puede coincidir con todas las variaciones.³⁷ Una estimación preoperatoria de la longitud coclear puede ayudar al cirujano a elegir una matriz de electrodos adecuada para la anatomía del paciente y por lo tanto, aumentar el beneficio a los pacientes después de la colocación del implante coclear.³⁴

Evaluación de la longitud del conducto coclear.

Se utiliza en entornos preoperatorios para seleccionar el electrodo del tamaño adecuado para el paciente. Esta selección de electrodos es crucial ya que el electrodo debe proporcionar una cobertura coclear adecuada.

Escudé et al presentaron la medición del “valor A”; en dónde A corresponde a la medida desde el centro de la ventana redonda hasta la pared lateral del giro basal y la medición del “valor B” que corresponde a la distancia perpendicular del valor A, conociendo el ángulo de profundidad de inserción de la matriz de electrodos, propuso ecuaciones matemáticas para estimar la longitud del conducto coclear a lo largo de la pared exterior utilizando tomografía computarizada.³⁸

Alexiades et al propusieron dos fórmulas utilizando tomografía computarizada para calcular la longitud de la cóclea de dos vueltas y dos vueltas y media, utilizando sólo la medición del diámetro de giro basal (valor A): Para calcular la longitud coclear de dos vueltas: Fórmula: $4.16(A) - 2.7$; Para calcular la longitud coclear completa: $4.16(A) - 4.$ ³⁹

Meng et al determinaron la longitud coclear mediante el uso de tomografía computarizada con reconstrucción multiplanar curvo, trazando una línea curva desde el punto medio de la ventana redonda de la cóclea hasta el punto terminal del giro apical que se ajusta a lo largo de la pared lateral exterior de la cóclea.⁴⁰

Eser et al determinaron la longitud coclear mediante el uso de tomografía computarizada con reconstrucción multiplanar curvo, utilizando la ventana redonda como punto de partida, desde ahí utilizó de 11 a 12 puntos de guía, cada punto de la curva se colocó en un ángulo de 90°, pudiendo colocar puntos adicionales para la corrección de la curva.⁴¹

Hay que tener en cuenta que el “valor A” sólo se puede aplicar a oídos internos con una anatomía normal, porque la cóclea malformada generalmente no posee dos vueltas y media como la cóclea normal; el conducto coclear es típicamente más corto. También es importante tener en cuenta que aproximadamente el 25% de los pacientes con pérdida auditiva congénita tienen malformaciones en el oído interno.^{42,43}

4. JUSTIFICACIÓN.

El Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío es uno de los cinco centros de implantes cocleares en la república mexicana. Es el único hospital de alta especialidad con un programa acreditado de implante coclear, además de ser un centro de referencia de tercer nivel del Bajío. Se han colocado 197 implantes cocleares desde el año 2008 hasta la fecha. Se colocaron 17 implantes cocleares en el año 2021. En la evaluación de los pacientes candidatos a implante coclear se realizan estudios de imagen preoperatorios que consisten en tomografía computarizada del hueso temporal y resonancia magnética de oído; la primera modalidad se utiliza particularmente para valorar la anatomía ósea del oído medio e interno y la segunda para valorar la presencia de los nervios facial y vestibulococlear, así como descartar patologías infecciosas o neoplásicas.

Por lo anterior, se cuenta con información suficiente en los bancos de datos para análisis de las imágenes obtenidas por ambos métodos y determinar la longitud coclear en ellos, utilizando dos metodologías de medición: La fórmula del valor de A (metodología propuesta por Alexiades et al) y por reconstrucción multiplanar (utilizando la metodología de medición propuesta por Eser et al.). Si el análisis de concordancia muestra un grado de acuerdo considerable en las mediciones de la cóclea con ambos métodos imagenológicos; se podría considerar el uso de la resonancia magnética en la práctica diaria en caso de contar con el recurso para la medición de la longitud coclear. Así mismo, los resultados que se obtengan del presente estudio servirán como precedente en la literatura, toda vez que existe poca evidencia disponible al respecto de la longitud coclear y su anatomía mediante reconstrucción 3D por resonancia magnética. De igual manera, estos resultados constituirán de las primeras evidencias disponibles de longitud coclear y su anatomía en población mexicana.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es imprescindible la estimación de la longitud coclear en los pacientes candidatos a implante coclear para la elección adecuada del diseño y la longitud de la matriz de electrodos, esto para evitar el trauma relacionado con la inserción del electrodo. Lo cual es un factor que impacta en la preservación de la audición residual. La literatura disponible al respecto sobre la determinación de la longitud coclear muestra los resultados de investigaciones realizadas en pacientes con cócleas normales. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se pueden observar malformaciones en el oído interno hasta en un 25% en los pacientes con pérdida auditiva neurosensorial, de severa a profunda, por lo tanto, las fórmulas propuestas en la literatura no podrán evaluar con exactitud la determinación de la longitud coclear en este grupo de pacientes.

Los métodos de imagen como tomografía computarizada y resonancia magnética se emplean en la valoración preoperatoria. La tomografía es el principal método de imagen para valorar la anatomía del oído medio e interno, permite obtener un estimado de la longitud coclear mediante métodos estandarizados, una limitante de la tomografía es la exposición del paciente a la radiación ionizante; por otra parte, la resonancia magnética se emplea para valorar los nervios del conducto auditivo interno así como valorar la anatomía de los espacios llenos de líquido, su ventaja es que no utiliza radiación ionizante; en este estudio se plantea utilizar a la resonancia magnética con reconstrucción 3D de la cóclea para la valoración de la anatomía coclear y estimación de su longitud, sugiriendo que la resonancia podría ser una alternativa en caso de encontrarse una adecuada concordancia entre ambos métodos. Por lo anterior, surgió la siguiente pregunta de investigación:

¿La determinación de la longitud coclear mediante fórmula de valor A y reconstrucción multiplanar obtenidas por tomografía computarizada tiene un grado de concordancia mayor a 0,75 con respecto de la longitud coclear obtenida por resonancia magnética mediante reconstrucción 3D?

6. OBJETIVOS

Objetivo principal: Establecer si la determinación de la longitud coclear mediante fórmula de valor A y reconstrucción multiplanar obtenidas por tomografía computarizada tiene un grado de concordancia mayor a 0.75 con respecto de la longitud coclear obtenida por resonancia magnética mediante reconstrucción 3D.

Objetivos particulares:

1. Describir las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes.
2. Establecer si existe diferencia en la longitud coclear mediante la fórmula de valor A obtenidas por tomografía con respecto de la longitud coclear obtenida por resonancia magnética mediante reconstrucción 3D.
3. Determinar si existe diferencia en la longitud coclear mediante reconstrucción multiplanar curvo medido por tomografía computarizada en comparación con la resonancia magnética mediante reconstrucción 3D.
4. Describir las características morfológicas cocleares por tomografía en comparación con la resonancia magnética.

7. HIPÓTESIS

Hipótesis de nulidad (H₀): La determinación de la longitud coclear mediante fórmula de valor A y reconstrucción multiplanar obtenidas por tomografía computarizada tiene un grado de concordancia menor o igual a 0.75 con respecto de la longitud coclear obtenida por resonancia magnética mediante reconstrucción 3D.

Hipótesis alterna (H_i): La determinación de la longitud coclear mediante fórmula de valor A y reconstrucción multiplanar obtenidas por tomografía computarizada tiene un grado de concordancia mayor a 0.75 con respecto de la longitud coclear obtenida por resonancia magnética mediante reconstrucción 3D.

8. MATERIAL Y MÉTODOS.

Tipo de estudio: Estudio de concordancia.

Diseño del estudio: Estudio transversal comparativo retrolectivo.

Población: Se tienen identificados 197 pacientes con pérdida auditiva neurosensorial de severa a profunda a los cuales se les colocó implante coclear en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío HRAEB desde 2008 a 2022.

Muestra: Pacientes con pérdida auditiva neurosensorial de severa a profunda, los cuales se les colocó implante coclear en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, y que tuvieron evaluación preoperatoria con ambos métodos imagenológicos (Tomografía computarizada y Resonancia Magnética).

Cálculo del tamaño de la muestra: Se determinó un tamaño mínimo de muestra de 84 comparaciones mediante el método de concordancia de Bland-Altman. Se consideró una potencia estadística de 0.80 ($b=0.2$), un límite de diferencia estandarizado (m/s) igual a 0.2 y un límite estandarizado del acuerdo (d/s) igual a 2.7. El cálculo se basó en la siguiente fórmula:⁴⁴

$$n = \frac{(2+z_{1-\gamma/2}^2)[\text{inv}(1-\beta/2, n-1, t_{1-\alpha/2, n-1})]^2 S_D^2}{2(z_{1-\gamma/2} S_D - \delta)^2}$$

Lugar del estudio: Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con pérdida auditiva neurosensorial de severa a profunda a los cuales se les colocó implante coclear en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.
- Evaluación preoperatoria con tomografía computarizada con protocolo para oído.
- Evaluación preoperatoria con resonancia magnética, a los cuales se les haya realizado secuencia altamente potenciada en T2 (FIESTA o CISS).

Criterios de no inclusión:

- Pacientes que hayan acudido con valoración preoperatoria de imagen con estudios externos.
- Pacientes a los cuales se les haya realizado valoración preoperatoria con tomografía computarizada en los cuales no se realizó el protocolo adecuado.
- Pacientes a los cuales se les haya realizado valoración preoperatoria con resonancia magnética en los cuales no se realizó secuencia altamente potenciada en T2 (FIESTA o CISS).
- Estudios preoperatorios de imagen con mala calidad, relacionada con artefacto de movimiento.

- Estudios preoperatorios de imagen con mala calidad, relacionada con artefacto metálico.
- Estudios preoperatorios no disponibles en el sistema de archivado y comunicación de imágenes (PACS).

Criterios de exclusión:

- Estudios preoperatorios no disponibles en el sistema de archivado y comunicación de imágenes (PACS).

Variables:

Variables	Tipo de variable	Escala (Unidades de medidas).	Técnicas de medición
Edad	Numérica	Años	Expediente clínico
Género	Dicotómica	Femenino / Masculino	Expediente clínico
Distancia A	Numérica	mm	TC y RM
Distancia B	Numérica	mm	TC y RM
Distancia H	Numérica	mm	TC y RM
Longitud coclear por MPR curvo	Numérica	mm	TC y RM
Longitud coclear completa mediante la fórmula del valor de A.	Numérica	mm	TC y RM
Longitud coclear de dos vueltas mediante la fórmula del valor de A.	Numérica	mm	TC y RM
Anomalía del oído interno	Dicotómica	Si / No	TC y RM

TC: Tomografía computarizada, RM: Resonancia magnética.

Definición operacional:

Edad: Es el tiempo que ha vivido una persona a partir de su nacimiento expresado en años.

Género: Conjunto de peculiaridades que caracterizan a los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos, y hacen posible una reproducción que se caracteriza por una diversificación genética.

Distancia A (Longitud): Es la distancia más larga desde el punto medio de la ventana redonda, pasando por el modiollo hasta la pared lateral del giro basal en una reconstrucción Stenver.

Distancia B (Ancho): Es la distancia perpendicular a la línea A en una reconstrucción Stenver.

Distancia H (Altura): Es la distancia que pasa por el centro del modiollo de la cóclea que va desde el giro basal hasta el punto superior en una vista axial.

Longitud coclear por MPR curvo: Longitud coclear mediante el uso de una reconstrucción multiplanar curva, trazando una línea curva a partir de la ventana redonda hasta el punto terminal del giro apical de la cóclea que se ajusta a lo largo de la pared lateral exterior de la cóclea.

Longitud coclear por la fórmula del valor de A (Utilizando la distancia A):

Longitud coclear completa: $4.16 \times A - 4$

Longitud coclear de 2 vueltas: $4.16 \times A - 2.7$

Anomalía coclear: Cualquier alteración que modifique la morfología normal del oído interno.

Metodología:

El presente estudio se aprobó por el comité de ética en investigación y el comité de investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío con el No. CI/HRAEB/019/2022. Una vez aprobado se procedió a identificar en la base de datos los pacientes con pérdida auditiva neurosensorial de severa a profunda que recibieron un implante coclear. Del expediente de cada paciente se accedió a los datos sociodemográficos, clínicos e imagenológicos, para el presente estudio.

Las imágenes de tomografía computarizada y resonancia magnética se obtuvieron del sistema de archivo y comunicación de imágenes (PACS) del Hospital Regional de Alta especialidad del Bajío.

Con ambos métodos de imagen se determinaron las mediciones A, B, H, longitud coclear de dos vueltas, longitud coclear completa y longitud coclear por reconstrucción multiplanar curvo. Además, se puntualiza sobre la presencia o ausencia de anomalía del oído interno.

Para realizar la determinación de la longitud coclear de dos vueltas y la longitud coclear completa se utilizó la fórmula del valor de A, propuesta por Alexiades et al.³⁹

Para realizar la determinación de la longitud coclear por reconstrucción multiplanar se utilizó la ventana redonda como punto de partida, desde ahí se utilizaron de 11 a 12 puntos de guía, cada punto de la curva se colocó en un ángulo de 90°, pudiendo colocar puntos adicionales para la corrección de la curva, siguiendo el método propuesto por Eser et al.⁴¹

Las reconstrucciones 3D se obtuvieron utilizando el visualizador (RADIANT ®) con licencia de uso, a partir de los estudios de resonancia magnética con protocolo de oído, a los que se les realizó una secuencia altamente potenciada en T2 (FIESTA o CISS), seleccionando el icono de representación de volumen 3D; la imagen obtenida se giró en un corte axial en una dirección caudo-craneal, permitiendo identificar la cóclea, utilizando las herramientas de rotación, giro, selección, zoom y corte para suprimir el tejido subcutáneo y estructuras adyacentes, hasta quedar visible únicamente la cóclea, vestíbulo y conductos semicirculares. (Figura 1).

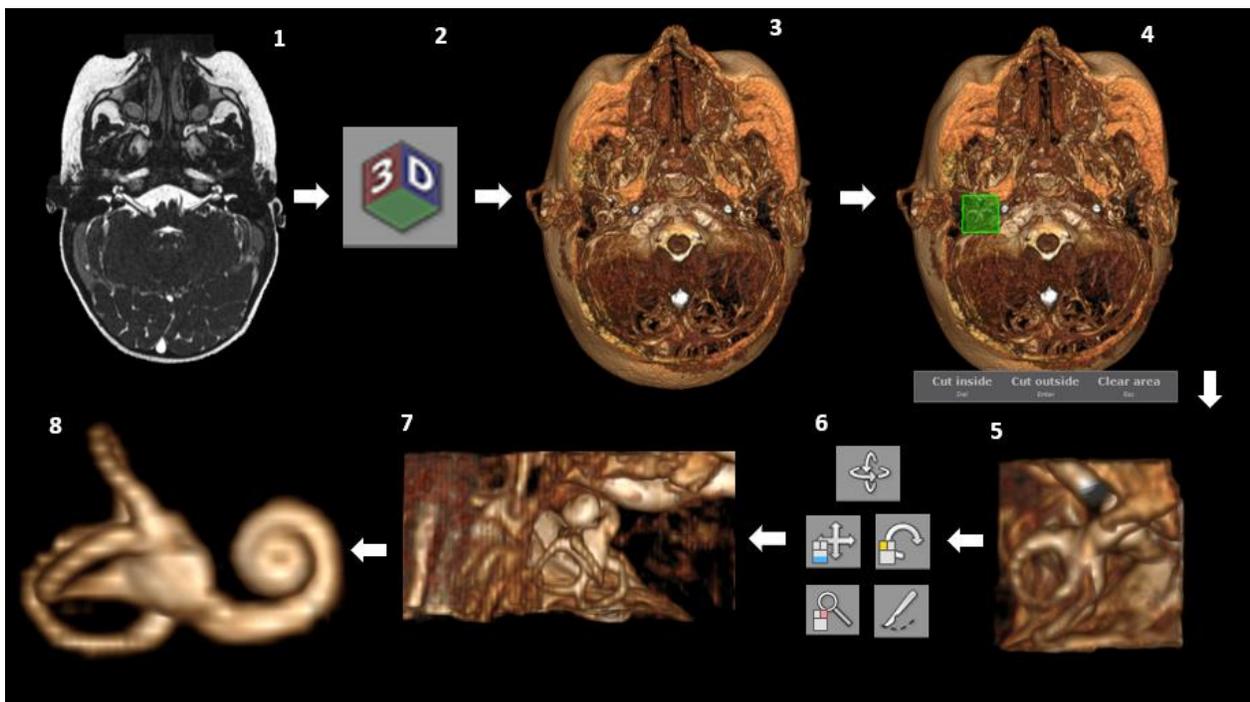


Figura 1. Metodología de obtención de la reconstrucción 3D por resonancia magnética a partir de una secuencia altamente potenciada en T2 (FIESTA o CISS).

Los datos obtenidos se vaciaron mediante una hoja de captura para construir una base de datos. Se anexa ejemplo de la hoja de captura de datos y el atlas de las imágenes representativas de la determinación de la longitud coclear por tomografía computarizada y por resonancia magnética con reconstrucción 3D. (Anexo 2).

Insumos requeridos para el estudio.

Los recursos para la realización del estudio de investigación se dividen en:

Equipo e instalaciones:

- Sala de interpretación del servicio de Radiología e Imagen del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.
- Computadora.
- Hojas Blancas.
- Impresora.
- Disco externo.
- Sistema de expediente electrónico Klinik 2.0.
- Sistema PACS (ISPACS-WEBPACS BAJIO).
- Visualizador de imágenes DICOM con licencia de uso. (RADIANT)
- Base de datos de los pacientes con pérdida auditiva neurosensorial de severa a profunda, candidatos a implante coclear atendidos en la clínica de implantes cocleares del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.
- Paquete estadístico NCSS versión 14.0 con licencia de uso.

Humanos:

- Asesoría por parte de la clínica de implante coclear del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.
- Asesoría por parte del asesor metodológico.
- Asesoría por parte del asesor técnico.

Financieros:

- Para la realización de este estudio no se requirieron recursos financieros.

9. ASPECTOS ÉTICOS.

El presente trabajo se apega a los lineamientos nacionales e internacionales que regulan los aspectos bioéticos en materia de investigación. Particularmente con la Ley Federal de Salud y su reglamento en materia de investigación, así como la Declaración de Helsinki en su versión actualizada correspondiente con la edición de la reunión de la Asociación Médica Mundial celebrada en la ciudad de Fortaleza, Brasil en 2013. El presente estudio es un estudio sin riesgo, fundamentado en lo que marca el artículo 17 fracción I del Reglamento en materia de Investigación de la Ley Federal de Salud. Los investigadores se comprometen a la salvaguarda de la confidencialidad de los datos, los cuales se analizarán de manera conjunta y ningún dato se publicará de manera que permita la identificación parcial o total de los pacientes. A este respecto, se anexa la carta de compromiso de la confidencialidad de los investigadores. (Ver anexo 1).

10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis descriptivo de los datos se realizó de acuerdo con la naturaleza de las variables estudiadas. En el caso de las variables cuantitativas se reportaron medias y su desviación estándar o mediana y su rango intercuartílico (Q1 a Q3), según sea la naturaleza de la distribución. La normalidad de la distribución de los datos se evaluó mediante el método de Kolmogorov-Smirnov. En el caso de las variables cualitativas, los datos descriptivos se reportaron mediante tasas y proporciones.

El análisis comparativo de los datos obtenidos por ambos métodos de imagen se realizó de acuerdo con la naturaleza de estos. Para la comparación de variables cuantitativas se empleó la prueba t de Student para muestras independientes, de acuerdo con la presencia o no de homocedasticidad, o su equivalente no paramétrico (Prueba U de Mann-Whitney).

En el caso de las variables cualitativas, los datos se compararon mediante la prueba de Ji cuadrado o la prueba de la probabilidad exacta de Fisher, según sea el valor de datos esperados en las celdas de la tabla de contingencia. Para fines del presente estudio se considerará como significativo un valor $p < 0.05$. La concordancia en las mediciones de las cócleas por ambos métodos de imagen se realizó mediante el método de Bland-Altman. El análisis se realizó mediante el paquete estadístico NCSS versión 14.0 con licencia de uso.

11. RESULTADOS.

Análisis descriptivo: El estudio incluyó 84 tomografías computarizadas y 84 resonancias magnéticas de oído, que corresponde a 42 pacientes con pérdida auditiva neurosensorial de severa a profunda y candidatos a implante coclear. De los cuales, 24 (57%) fueron mujeres. La media de edad de los participantes fue de 7.3 ± 3.29 años, con un rango de 2.4 a 23 años.

Análisis comparativo: La longitud coclear determinada por fórmula del valor A fue de $32.11 \pm$ mm por tomografía computarizada y de 32.95 mm por resonancia magnética. La media de la longitud coclear determinada longitud coclear por MPR curvo fue de 32.22 mm por tomografía computarizada y de 32.80 mm por resonancia magnética. La media de la distancia A fue de 8.68 mm por tomografía computarizada y de 8.88 mm por resonancia magnética. La media de la distancia B fue de 6.62 mm por tomografía computarizada y de 6.77 mm por resonancia magnética.

La media de la distancia H fue de 3.91 mm por tomografía computarizada y de 4.05 mm por resonancia magnética.

En la **tabla 1** se pueden observar los resultados de las mediciones obtenidas mediante las dos modalidades de imagen comparadas (tomografía computarizada versus resonancia magnética), encontrando una diferencia en la distancia A de -0.2 mm, en la distancia B de -0.15 mm, en la distancia H de -0.14 mm, en la longitud coclear de dos vueltas y en la longitud coclear completa se observó una diferencia de -0.83 mm. La medición que presentó un grado de correlación mayor (0.932) fue en la determinación de la longitud coclear por MPR curvo, en donde se obtuvo una diferencia de -0.57 mm.

En la comparación de los métodos de imagen al respecto de la distancia B y la longitud coclear determinada mediante MPR curvo, las diferencias observadas entre ambos métodos no fueron estadísticamente significativas con valores $P > 0.05$. La comparación en el resto de las mediciones mostró diferencias estadísticamente significativas con valores $P < 0.05$.

Tabla 1. Análisis comparativo de mediciones cocleares.

Medición	TC	RM	Diferencia / R ²	Valor P
Distancia A	8.68 ± 0.56	8.88 ± 0.60	-0.2014 / 0.734	<0.05
Distancia B	6.62 ± 0.56	6.77 ± 0.49	-0.1519 / 0.630	>0.05
Distancia H	3.91 ± 0.40	4.05 ± 0.42	-0.1429 / 0.581	<0.05
Longitud coclear de dos vueltas	33.41 ± 2.33	34.25 ± 2.49	-0.8379 / 0.734	<0.05
Longitud coclear completa	32.11 ± 2.33	32.95 ± 2.49	-0.8379 / 0.734	<0.05
Longitud coclear por MPR curvo	32.23 ± 3.41	32.81 ± 3.58	-0.5795 / 0.932	>0.05

TC: Tomografía computarizada, RM: Resonancia Magnética, Diferencia: Diferencia en milímetros entre las dos modalidades, R²: Coeficiente de correlación, Valor de P: Nivel de significancia.

El método de Bland-Altman, es un método gráfico que permite comparar dos técnicas de medición sobre una misma variable cuantitativa. En este caso se utilizó para medir la diferencia entre las distancias obtenidas mediante resonancia magnética con reconstrucción 3D, con respecto a la tomografía computarizada.

En estos gráficos el eje Y corresponde a las diferencias entre los valores pareados de los métodos de imagen (TC-RM), mientras el eje X representa el respectivo valor de la media de ambos (TC-RM/2), como mejor estimador del valor real de la variable. Se presentan además tres líneas paralelas: Límite de concordancia superior, límite de concordancia inferior (ambos representados como una línea azul) y la diferencia media (línea roja).

Si ambos métodos obtienen una media de valores similares, entonces la diferencia media se situará en cero o próxima a cero. Si se encuentra lejos de este valor, significa que los dos métodos producen resultados diferentes.

La representación de los límites de concordancia permite juzgar visualmente la concordancia entre ambos métodos. Estos límites establecen el rango en el que se encontrarán aproximadamente un 95% de las veces, las diferencias en los datos de una técnica y de la otra.

Cuanto menor sea el rango entre los límites, mejor será la concordancia. Si estos límites no exceden la diferencia máxima aceptable entre métodos, se considera que los dos están en concordancia y pueden ser utilizados indistintamente.

A continuación, se muestran los gráficos de Bland-Altman obtenidos:

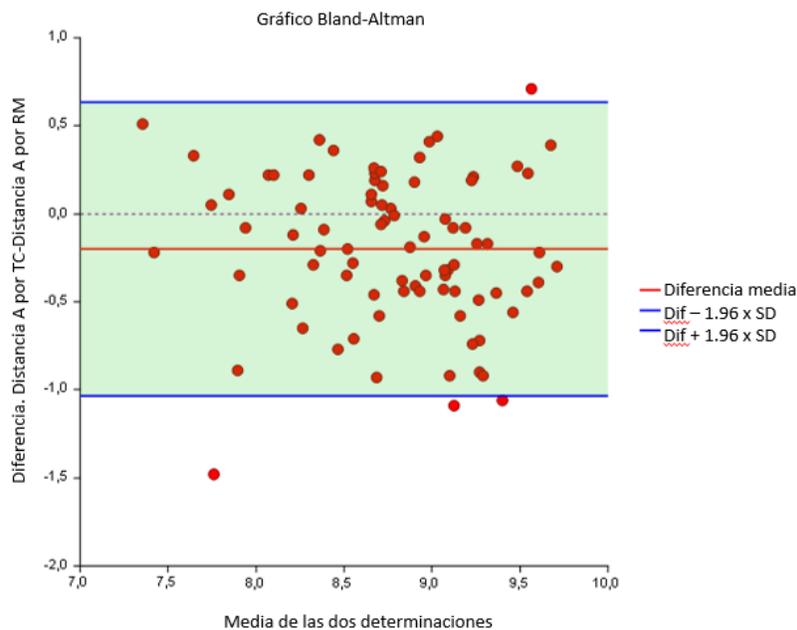


Gráfico 1. Gráfico de Bland-Altman de los dos métodos imagenológicos de la distancia A. El cual muestra una diferencia media de -0.2 mm, lo que significa que en promedio la resonancia magnética mide 0.2 mm más que la tomografía computarizada.

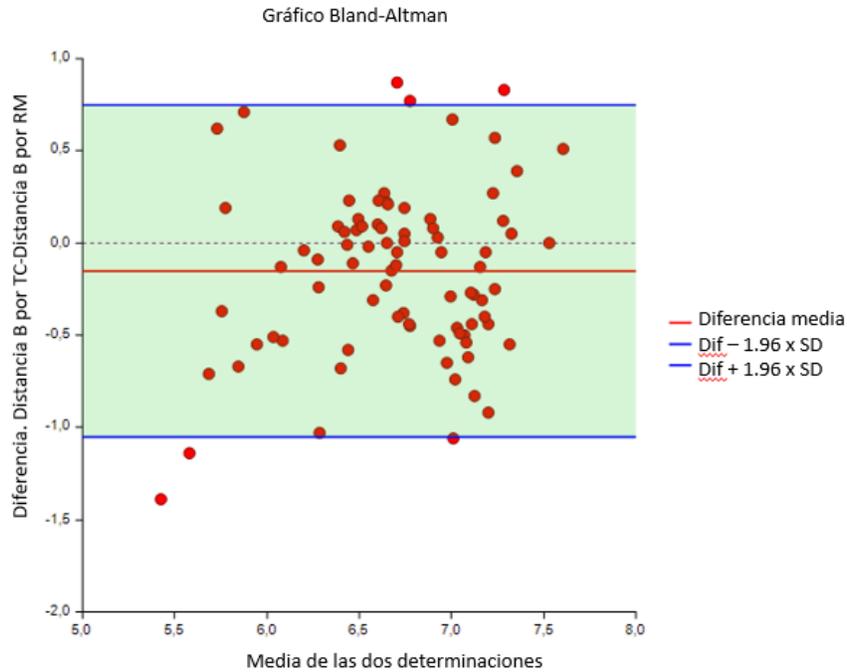


Gráfico 2. Gráfico de Bland-Altman de los dos métodos imagenológicos de la distancia B. El cual muestra una diferencia media de -0.15 mm, lo que significa que en promedio la resonancia magnética mide 0.15 mm más que la tomografía computarizada.

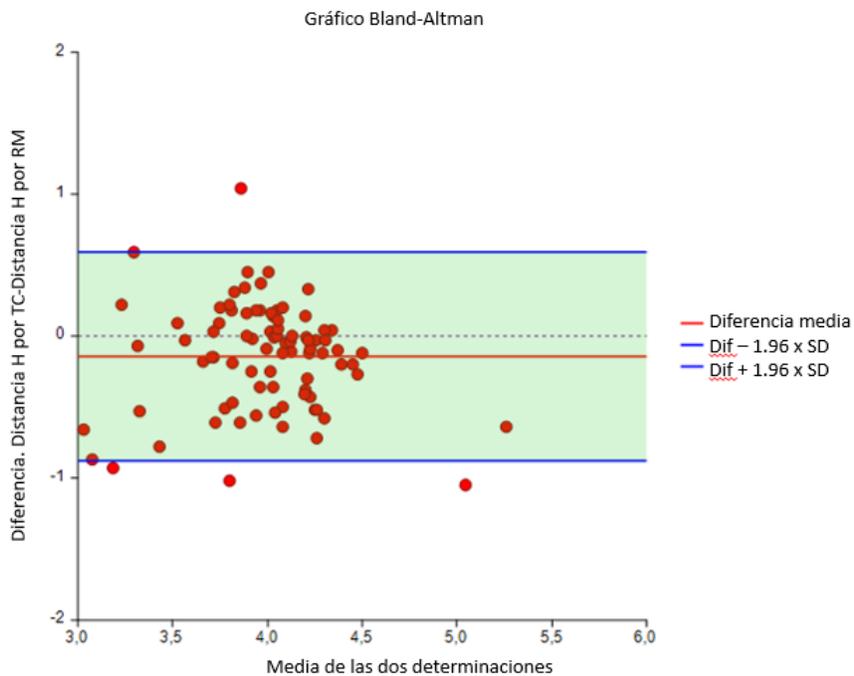


Gráfico 3. Gráfico de Bland-Altman de los dos métodos imagenológicos de la distancia H. El cual muestra una diferencia media de -0.14 mm, lo que significa que en promedio la resonancia magnética mide 0.14 mm más que la tomografía computarizada.

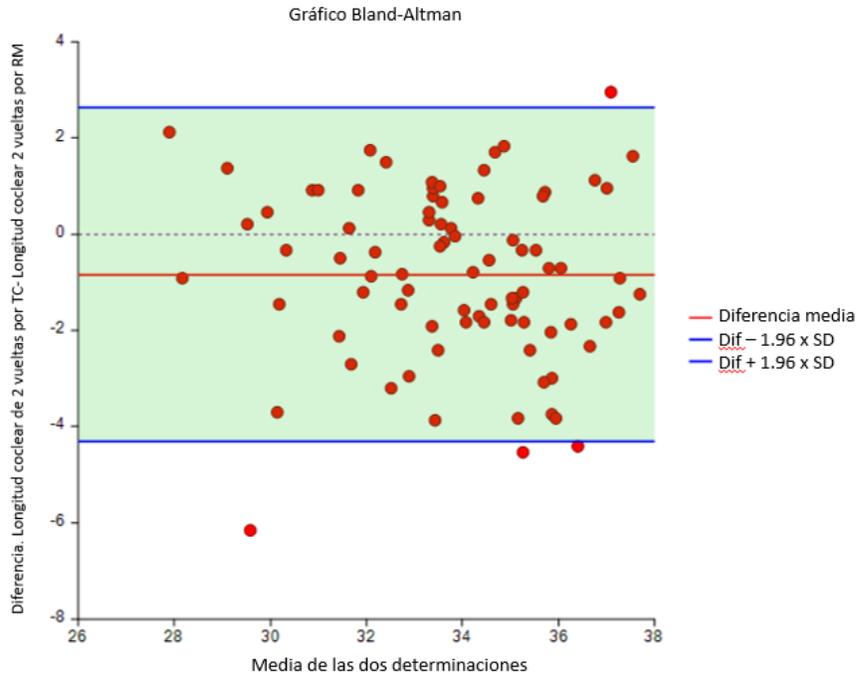


Gráfico 4. Gráfico de Bland-Altman de los dos métodos imagenológicos de la longitud coclear de dos vueltas. El cual muestra una diferencia media de -0.83 mm, lo que significa que en promedio la resonancia magnética mide 0.83 mm más que la tomografía computarizada.

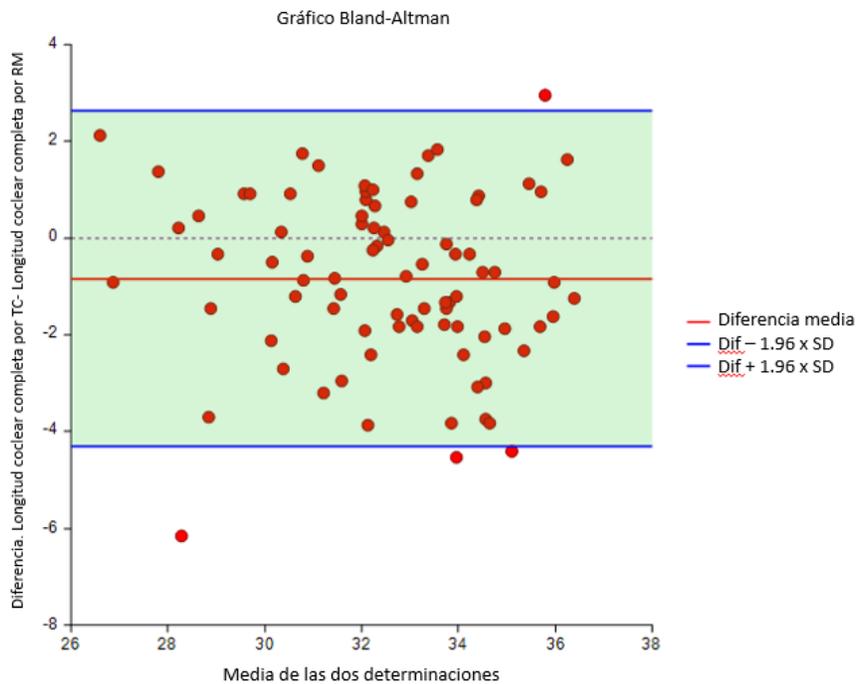


Gráfico 5. Gráfico de Bland-Altman de los dos métodos imagenológicos de la longitud coclear completa. El cual muestra una diferencia media de -0.83 mm, lo que significa que en promedio la resonancia magnética mide 0.83 mm más que la tomografía computarizada.

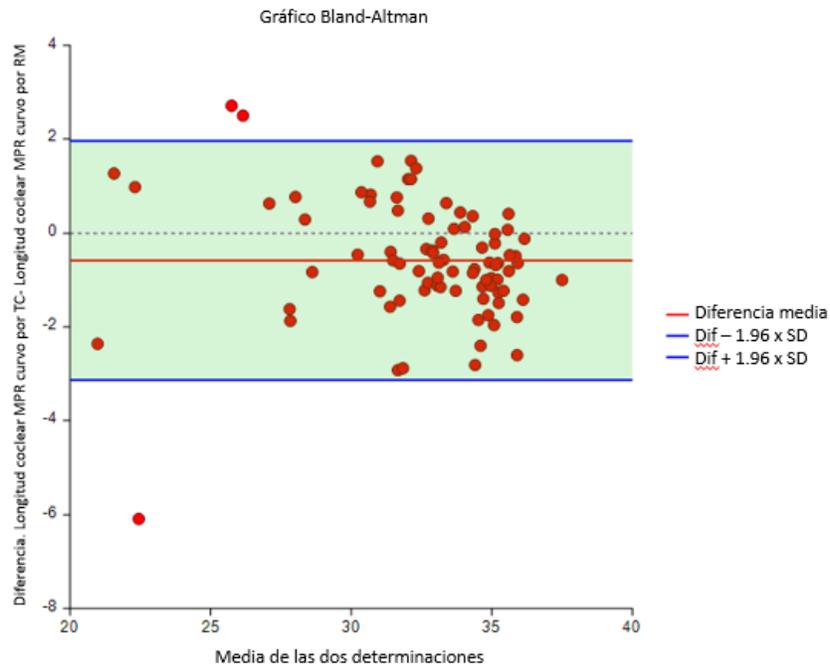


Gráfico 6. Gráfico de Bland-Altman de los dos métodos imagenológicos de la longitud coclear obtenida por MPR curvo. El cual muestra una diferencia media de -0.57 mm, lo que significa que en promedio la resonancia magnética mide 0.57 mm más que la tomografía computarizada.

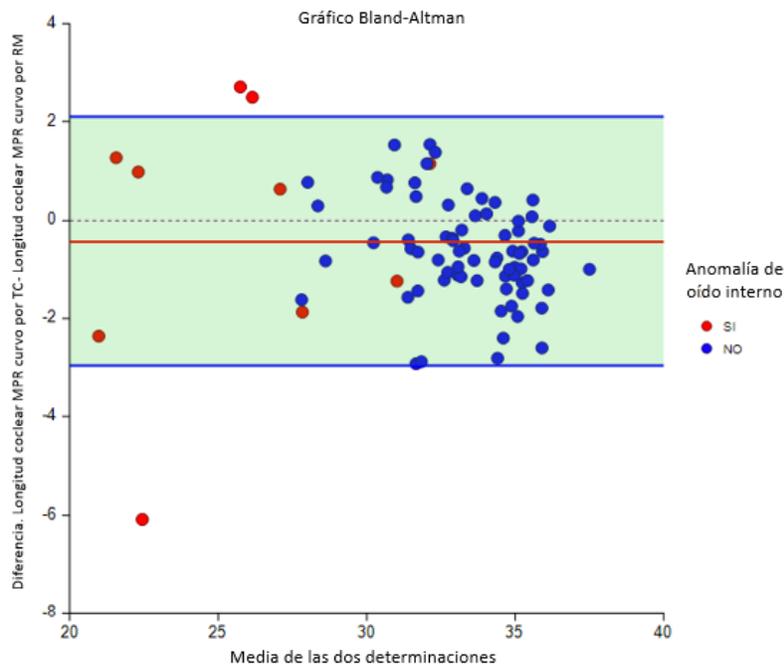


Gráfico 7. Gráfico de Bland-Altman de los dos métodos imagenológicos de la longitud coclear obtenida por MPR curvo. El cual muestra una diferencia media de -0.57 mm, lo que significa que en promedio la resonancia magnética mide 0.57 mm más que la tomografía computarizada. Este gráfico además representa por colores los oídos que presentaron anomalía (puntos rojos), y de los oídos que no presentaron anomalía (puntos azules), demostrando que los valores que sobrepasan los límites de concordancia mayor y los límites de concordancia menor corresponden a oídos que presentaron alguna anomalía durante la examinación imagenológica.

12. DISCUSIÓN.

El análisis estadístico mostró una diferencia significativa entre ambos métodos al determinar la distancia de la longitud coclear obtenida por fórmula del valor de A, mostrando una diferencia de 0.83 mm, un índice de concordancia menor de 0.75 y un valor de $p < 0.5$.

Por otra parte, evidenció que la determinación de la longitud coclear por reconstrucción multiplanar curvo no mostró diferencia significativa entre ambos métodos, obteniendo una diferencia de 0.57 mm, un índice de concordancia mayor de 0.75 y un valor de $p > 0.5$. Por lo que los datos sugieren que ambos métodos de imagen pueden ser utilizados indistintamente cuando se utiliza la reconstrucción multiplanar curvo para determinar la longitud coclear.

La media de la longitud coclear determinada mediante fórmula del valor de A fue de 32.11 mm por tomografía computarizada y de 32.95 mm por resonancia magnética. La media de la longitud coclear determinada por reconstrucción multiplanar fue de 32.22 mm por tomografía computarizada y de 32.80 mm por resonancia magnética.

Las primeras mediciones histológicas realizadas por Mary Hardy en 1983, mostraron que la longitud coclear es muy variable y osciló entre 25.26 mm y 35.46 mm, la media de la longitud coclear fue de 31.52 mm.³² En población asiática Gover et al obtuvieron una longitud media del conducto coclear de 29.8 mm obtenida por tomografía computarizada.³⁴ Fadwa et al mediante tomografía computarizada de haz cónico obtuvieron una longitud coclear con una media de 32.24 mm.³⁵ Guzmán et al determinaron la longitud coclear en población mexicana obteniendo una media de 34.02 ± 2.15 mm.

Nuestros resultados se aproximan a los obtenidos por Hardy, Fadwa y Guzman. Cómo podemos observar existe una variabilidad en los resultados, probablemente en relación con la edad, grupo étnico, anomalía del oído interno, o inclusive a la metodología al momento de realizar la medición.

Es importante mencionar que en el presente estudio la metodología empleada para determinar la longitud coclear por reconstrucción multiplanar curvo, se utilizó la metodología propuesta por Eser et al.⁴¹ Los resultados que él obtuvo fueron en promedio 9 mm mayores que las que se obtuvieron en el presente estudio.

Otro punto a tener en cuenta es que durante el análisis de las imágenes se identificaron 10 malformaciones del oído interno, que incluyen: Hipoplasia coclear, partición coclear incompleta, malformación de la cavidad común, aplasia y/o hipoplasia de los conductos semicirculares y aplasia del conducto auditivo interno.

El gráfico 7, demuestra que los valores que sobrepasan los límites de acuerdo mayor y los límites de acuerdo menor corresponden a oídos que presentaron alguna anomalía durante la evaluación imagenológica. Sustentando resultados reportados por Khurazi et al momento de afirmar que la determinación de la longitud coclear mediante fórmula del valor de A sólo se puede aplicar a oídos internos con una anatomía normal, porque la cóclea malformada generalmente no posee dos vueltas y media como la cóclea normal.⁴³ Por lo anterior, y en caso de observar alguna una anomalía coclear, se sugiere que la determinación de la longitud coclear se realice mediante reconstrucción multiplanar curvo, debido a que los datos mostraron un grado de concordancia mayor de 0.75.

La tomografía computarizada ha sido el método de imagen de referencia para evaluar estructuras óseas y determinar la longitud coclear.⁴⁵ En el presente estudio se consideró utilizar la reconstrucción tridimensional por resonancia magnética obtenida de una secuencia altamente potenciada en T2 (CISS, FIESTA). Con este método de estudio se obtiene una imagen de la cóclea de alta resolución espacial. Con lo anterior, se permite definir con mayor claridad la anatomía coclear, es más sencillo realizar las mediciones requeridas, así como demostrar una anomalía del oído interno en caso de estar presente; además, este método de imagen no utiliza radiación ionizante, lo cual consideramos es una fortaleza del estudio.

Limitaciones.

Las mediciones se realizaron por parte de un único observador, por lo que consideramos que el presente estudio se hubiera beneficiado metodológicamente al contar con más de un observador para hacer las determinaciones de la longitud coclear.

Otra limitación fue que, al realizar la reconstrucción 3D por resonancia magnética, no se logró obtener la distancia por reconstrucción multiplanar curvo con el visualizador utilizado, por lo que la distancia se realizó con unión de puntos, y posteriormente se sumaron las distancias obtenidas.

La muestra de estudios de imagen analizada en el presente trabajo incluyó anomalías cocleares. Esto en un factor que influyó en los valores que sobrepasaron los límites de concordancia al momento de comparar ambos métodos de imagen.

Propuestas de futuras investigaciones.

Consideramos que se puede repetir el estudio en pacientes que no incluyan anomalías cocleares, o en pacientes que sólo incluyan anomalías cocleares.

Sería interesante realizar un estudio prospectivo en dónde se comparen las determinaciones de las longitudes cocleares con los resultados post-operatorios y ver si las longitudes cocleares propuestas por el servicio de imagen demostraron ajuste exacto de la matriz de electrodos y menor tasas de complicaciones.

Se podría hacer un estudio de correlación entre otoplan y resonancia magnética para la determinación de la longitud coclear.

13. CONCLUSIONES.

Nuestros resultados mostraron una diferencia significativa entre ambos métodos al determinar la distancia de la longitud coclear obtenida mediante fórmula del valor de A. Por otra parte, evidenciaron que la determinación de la longitud coclear por reconstrucción multiplanar curvo no mostró diferencia significativa entre ambos métodos. Por lo que los datos sugieren que ambos métodos de imagen pueden ser utilizados indistintamente cuando se utiliza la reconstrucción multiplanar curva para determinar la longitud coclear.

Existen diferencias anatómicas que impactan sobre la longitud coclear. Es importante considerar que, en un paciente con anomalía coclear, las dimensiones de la cóclea se ven modificadas. Por lo anterior se sugiere que la determinación de la longitud coclear se realice mediante reconstrucción multiplanar curvo, debido a que los datos mostraron un grado de concordancia mayor de 0.75.

La reconstrucción tridimensional por resonancia magnética obtenida de una secuencia altamente potenciada en T2 (CISS, FIESTA) permite una mayor definición de la anatomía del oído interno, realizar mediciones precisas, así como identificar con mayor facilidad malformaciones a nivel coclear, vestibular o de los conductos semicirculares; además, es un método de imagen que no utiliza radiación ionizante.

Es indispensable continuar realizando estudios que comparen ambos métodos de imagen. Se requiere obtener una metodología sistemática y estandarizada al momento de realizar las determinaciones de la longitud coclear. Lo anterior para una adecuada valoración preoperatoria y selección de longitud de matriz de electrodos individualizada para obtener un beneficio para el paciente al momento de la colocación del implante coclear.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Vos B, Noll D, Pigeon M, Bagatto M, Fitzpatrick EM. Risk factors for hearing loss in children: a systematic literature review and meta-analysis protocol. *Syst Rev*. 2019;8(1). doi:10.1186/S13643-019-1073-X
2. Schmucker C, Kapp P, Motschall E, Loehler J, Meerpohl JJ. Prevalence of hearing loss and use of hearing aids among children and adolescents in Germany: a systematic review. *BMC Public Health*. 2019;19(1). doi:10.1186/S12889-019-7602-7
3. Michels TC, Duffy MT, Rogers DJ. Hearing Loss in Adults: Differential Diagnosis and Treatment. *Am Fam Physician*. 2019;100(2):98-108. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pbidi.unam.mx:2443/31305044/>. Accessed April 4, 2022.
4. Prosser JD, Cohen AP, Greinwald JH. Diagnostic Evaluation of Children with Sensorineural Hearing Loss. *Otolaryngol Clin North Am*. 2015;48(6):975-982. doi:10.1016/J.OTC.2015.07.004
5. Bhuskute A, Page N. Congenital and Neonatally Acquired Sensorineural Hearing Loss. *Pediatr Ann*. 2021;50(7):e292-e296. doi:10.3928/19382359-20210629-01
6. Liu CC, Anne S, Horn DL. Advances in Management of Pediatric Sensorineural Hearing Loss. *Otolaryngol Clin North Am*. 2019;52(5):847-861. doi:10.1016/J.OTC.2019.05.004
7. Lenarz T. Cochlear implant – state of the art. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2017;16:Doc04. doi:10.3205/CTO000143
8. Naples JG, Ruckenstein MJ. Cochlear Implant. *Otolaryngol Clin North Am*. 2020;53(1):87-102. doi:10.1016/j.otc.2019.09.004
9. Mistrík P, Jolly C, Sieber D, Hochmair I. Challenging aspects of contemporary cochlear implant electrode array design. *World J Otorhinolaryngol - Head Neck Surg*. 2017;3(4):192. doi:10.1016/J.WJORL.2017.12.007
10. Dhanasingh A, Jolly C. An overview of cochlear implant electrode array designs. *Hear Res*. 2017;356:93-103. doi:10.1016/J.HEARES.2017.10.005
11. Haile LM, Kamenov K, Briant PS, et al. Hearing loss prevalence and years lived with disability, 1990-2019: Findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2021;397(10278):996-1009. doi:10.1016/S0140-6736(21)00516-X
12. Ketterer MC, Aschendorff A, Arndt S, et al. Radiological evaluation of a new straight electrode array compared to its precursors. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 2021;278(10):3707-3714. doi:10.1007/S00405-020-06434-5/FIGURES/5
13. Khan MMR, Labadie RF, Noble JH. Preoperative prediction of angular insertion depth of lateral wall cochlear implant electrode arrays. *J Med Imaging*. 2020;7(3):1. doi:10.1117/1.JMI.7.3.031504

14. Risi F. Considerations and Rationale for Cochlear Implant Electrode Design - Past, Present and Future. *J Int Adv Otol.* 2018;14(3):382. doi:10.5152/IAO.2018.6372
15. O'Connell BP, Hunter JB, Wanna GB. The importance of electrode location in cochlear implantation. *Laryngoscope Investig Otolaryngol.* 2016;1(6):169-174. doi:10.1002/LIO2.42
16. Wanna GB, O'Connell BP, Francis DO, et al. Predictive factors for short- and long term hearing preservation in cochlear implantation with conventional length electrodes. *Laryngoscope.* 2018;128(2):482. doi:10.1002/LARY.26714
17. Stuermer K, Winter T, Nachtsheim L, Klussmann JP, Luers JC. Round window accessibility during cochlear implantation. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* 2020 2782. 2020;278(2):363-370. doi:10.1007/S00405-020-06095-4
18. Deep NL, Dowling EM, Jethanamest D, Carlson ML. Cochlear Implantation: An Overview. *J Neurol Surg B Skull Base.* 2019;80(2):169. doi:10.1055/S-0038-1669411
19. Carlson ML, Sladen DP, Gurgel RK, Tombers NM, Lohse CM, Driscoll CL. Survey of the American Neurotology Society on Cochlear Implantation: Part 1, Candidacy Assessment and Expanding Indications. *Otol Neurotol.* 2018;39(1):e12-e19. doi:10.1097/MAO.0000000000001632
20. MH A-E, UM R, AHA A. Radiological requirements for surgical planning in cochlear implant candidates. *Indian J Radiol Imaging.* 2017;27(3):274-281. doi:10.4103/IJRI.IJRI_55_17
21. Sennaroğlu L, Bajin MD. Classification and Current Management of Inner Ear Malformations. *Balkan Med J.* 2017;34(5):397. doi:10.4274/BALKANMEDJ.2017.0367
22. Yigit O, Kalaycik Ertugay C, Yasak AG, Araz Server E. Which imaging modality in cochlear implant candidates? *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 2019;276(5):1307-1311. doi:10.1007/S00405-019-05349-0/TABLES/2
23. Widmann G, Dejaco D, Luger A, Schmutzhard J. Pre- and post-operative imaging of cochlear implants: a pictorial review. *Insights Imaging.* 2020;11(1). doi:10.1186/s13244-020-00902-6
24. Juliano AF. Cross Sectional Imaging of the Ear and Temporal Bone. *Head Neck Pathol.* 2018;12(3):302. doi:10.1007/S12105-018-0901-Y
25. Feraco P, Piccinini S, Gagliardo C. Imaging of inner ear malformations: a primer for radiologists. *Radiol Med.* 2021;126(10):1282. doi:10.1007/S11547-021-01387-Z
26. Alzhrani F, Babkour A, Almuhawwas F, Sanosi A. Value of Routine Magnetic Resonance Imaging for the Preoperative Assessment of Cochlear Implant Candidates. *Cureus.* 2019;11(12). doi:10.7759/CUREUS.6279
27. Isaacson B. Anatomy and Surgical Approach of the Ear and Temporal Bone. *Head Neck Pathol.* 2018;12(3):321. doi:10.1007/S12105-018-0926-2

28. VM J, SK N, GR K, KJ R, EC K. CT and MR imaging of the inner ear and brain in children with congenital sensorineural hearing loss. *Radiographics*. 2012;32(3):683-698. doi:10.1148/RG.323115073
29. Driver EC, Kelley MW. Development of the cochlea. *Development*. 2020;147(12). doi:10.1242/DEV.162263
30. Zahara D, Dewi RD, Aboet A, Putranto FM, Lubis ND, Ashar T. Variations in Cochlear Size of Cochlear Implant Candidates. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2019;23(2):184. doi:10.1055/S-0038-1661360
31. Thong JF, Low D, Tham A, Liew C, Tan TY, Yuen HW. Cochlear duct length—one size fits all? *Am J Otolaryngol*. 2017;38(2):218-221. doi:10.1016/J.AMJOTO.2017.01.015
32. Hardy M. The length of the organ of Corti in man. *Am J Anat*. 1938;62(2):291-311. doi:10.1002/AJA.1000620204
33. Singh A, Kumar R, Manchanda S, Bhalla AS, Sagar P, Irugu DVK. Radiographic Measurement of Cochlear Duct Length in an Indian Cadaveric Population - Importance of Custom Fit Cochlear Implant Electrodes. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2020;24(4):492-495. doi:10.1055/s-0040-1701272
34. Grover M, Sharma S, Singh SN, Kataria T, Lakhawat RS, Sharma MP. Measuring cochlear duct length in Asian population: worth giving a thought! *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 2018;275(3):725-728. doi:10.1007/S00405-018-4868-9/FIGURES/2
35. Alnafjan FF, Allan SM, McMahon CM, Da Cruz MJ. Assessing Cochlear Length Using Cone Beam Computed Tomography in Adults With Cochlear Implants. *Otol Neurotol*. 2018;39(9):E757-E764. doi:10.1097/MAO.0000000000001934
36. Guzman-Perez HG, Guzman-Lopez S, Villarreal-Del Bosque IS, et al. Cochlear morphometry in healthy ears of a mexican population: A comparison of measurement techniques. *Morphologie*. August 2021. doi:10.1016/J.MORPHO.2021.07.001
37. Dhanasingh A, Hochmair I. Special electrodes for demanding cochlear conditions. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/101080/0001648920211888506>. 2021;141(S1):157-177. doi:10.1080/00016489.2021.1888506
38. Escudé B, James C, Deguine O, Cochard N, Eter E, Fraysse B. The Size of the Cochlea and Predictions of Insertion Depth Angles for Cochlear Implant Electrodes. *Audiol Neurotol*. 2006;11(Suppl. 1):27-33. doi:10.1159/000095611
39. Alexiades G, Dhanasingh A, Jolly C. Method to estimate the complete and two-turn cochlear duct length. *Otol Neurotol*. 2015;36(5):904-907. doi:10.1097/MAO.0000000000000620
40. Meng J, Li S, Zhang F, Li Q, Qin Z. Cochlear size and shape variability and implications in cochlear implantation surgery. *Otol Neurotol*. 2016;37(9):1307-1313. doi:10.1097/MAO.0000000000001189

41. Eser MB, Atalay B, Kalcioğlu MT. Is Cochlear Length Related to Congenital Sensorineural Hearing Loss: Preliminary Data. *J Int Adv Otol.* 2021;17(1):1. doi:10.5152/IAO.2020.7863
42. Oh J, Cheon JE, Park J, et al. Cochlear duct length and cochlear distance on preoperative CT: imaging markers for estimating insertion depth angle of cochlear implant electrode. *Eur Radiol.* 2021;31(3):1260-1267. doi:10.1007/S00330-020-07580-4/TABLES/2
43. Khurayzi T, Almuhawes F, Alsanosi A, Abdelsamad Y, Doyle Ú, Dhanasingh A. A novel cochlear measurement that predicts inner-ear malformation. *Sci Rep.* 2021;11(1). doi:10.1038/S41598-021-86741-X
44. Lu MJ, Zhong WH, Liu YX, Miao HZ, Li YC, Ji MH. Sample Size for Assessing Agreement between Two Methods of Measurement by Bland-Altman Method. *Int J Biostat.* 2016;12(2). doi:10.1515/IJB-2015-0039/PDF
45. Eser MB, Atalay B, Dogan MB, Gündüz N, Kalcioğlu MT. Measuring 3D Cochlear Duct Length on MRI: Is It Accurate and Reliable? doi:10.3174/ajnr.A7287

15. BIBLIOGRAFÍA.

Abd El Aziz TT, El Fiky L, Shalaby MH, Essam A. Radiological evaluation of inner ear trauma after cochlear implant surgery by cone beam CT(CBCT). *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 2019;276(10):2697-2703. doi:10.1007/s00405-019-05507-4

Bennink E, Peters JPM, Wendrich AW, Vonken E jan, Van Zanten GA, Viergever MA. Automatic localization of cochlear implant electrode contacts in CT. *Ear Hear*. 2017;38(6):e376-e384. doi:10.1097/AUD.0000000000000438

Canzi P, Avato I, Manfrin M, et al. Anatomic variations of the round window niche: radiological study and related endoscopic anatomy. *Surg Radiol Anat*. 2019;41(7):853-857. doi:10.1007/S00276-019-02225-8

Chen Y, Chen J, Tan H, et al. Cochlear Duct Length Calculation: Comparison Between Using Otoplan and Curved Multiplanar Reconstruction in Nonmalformed Cochlea. *Otol Neurotol*. 2021;42(7):e875-e880. doi:10.1097/MAO.00000000000003119

Connor SEJ, Bell DJ, O’Gorman R, Fitzgerald-O’Connor A. CT and MR imaging cochlear distance measurements may predict cochlear implant length required for a 360° insertion. *Am J Neuroradiol*. 2009;30(7):1425-1430. doi:10.3174/ajnr.A1571

Digge P, Solanki RN, Shah DC, Vishwakarma R, Kumar S. Imaging Modality of Choice for Pre-Operative Cochlear Imaging: HRCT vs. MRI Temporal Bone. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(10):TC01. doi:10.7860/JCDR/2016/18033.8592

Driver EC, Kelley MW. Development of the cochlea. *Development*. 2020;147(12). doi:10.1242/DEV.162263

Koch RW, Ladak HM, Elfarnawany M, Agrawal SK. Measuring Cochlear Duct Length – a historical analysis of methods and results. *J Otolaryngol - Head Neck Surg*. 2017;46(1). doi:10.1186/S40463-017-0194-2

Nash R, Otero S, Lavy J. Use of MRI to determine cochlear duct length in patients undergoing cochlear implantation. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/101080/1467010020181549186>. 2018;20(2):57-61. doi:10.1080/14670100.2018.1549186

Roberts DM, Bush ML, Jones RO. Adult progressive sensorineural hearing loss: is preoperative imaging necessary before cochlear implantation? *Otol Neurotol*. 2014;35(2):241. doi:10.1097/MAO.0B013E3182A437B3

16. ANEXOS.

16.1. ANEXO 1.

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

Carta compromiso de confidencialidad de datos para investigadores y participantes de la investigación.

Proyecto de investigación: “Tomografía computarizada versus resonancia magnética en la determinación de la longitud coclear en pacientes con pérdida auditiva neurosensorial candidatos a implante coclear”.

León, Guanajuato a 25 de abril de 2022.

Por medio de la presente, los que suscriben a continuación: Dra. Barbara Carolina Zaragoza Salas, Dr. Ricardo Ramos Muñoz, Dr. José Antonio de Jesús Álvarez Canales, Dr. Jesús Eduardo Rodríguez González, nos comprometemos a resguardar, mantener la confidencialidad y no hacer mal uso de los documentos, expedientes, reportes, estudios, archivos físicos y/o electrónicos de información recabada, estadísticas o bien, cualquier otro registro o información relacionada con el estudio mencionado a mi cargo, así como a no difundir, distribuir o comercializar con los datos personales contenidos en los sistemas de información.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan, de conformidad con lo dispuesto en la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y en el artículo 163 de la *Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados*, con independencia de las sanciones administrativas, podrán derivar procedimientos de orden civil, penal o cualquier otro tipo.

Dra. Barbara Carolina Zaragoza Salas
Tesisista.

Dr. Ricardo Ramos Muñoz
Asesor técnico.

Dr. José Antonio de Jesús Álvarez Canales
Asesor metodológico.

Dr. Jesús Eduardo Rodríguez González
Asesor imagenológico.

16.2. ANEXO 2.

ATLAS DE IMÁGENES REPRESENTATIVAS DE LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD COCLEAR POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA Y POR RESONANCIA MAGNÉTICA CON RECONSTRUCCIÓN 3D.

EJEMPLO DE HOJA DE CAPTURA DE DATOS.

1R.



Figura 2. Tomografía computarizada de alta resolución en corte axial (B), reconstrucción en Poschl en dónde se midió la distancia H (A), corte Stenver en dónde se obtuvieron las mediciones A y B (C), método de medición a partir de la ventana redonda, colocando de 11 a 12 puntos a 90° y colocando puntos intermedios adicionales para corregir la curva (método de MPR curvo)(D).

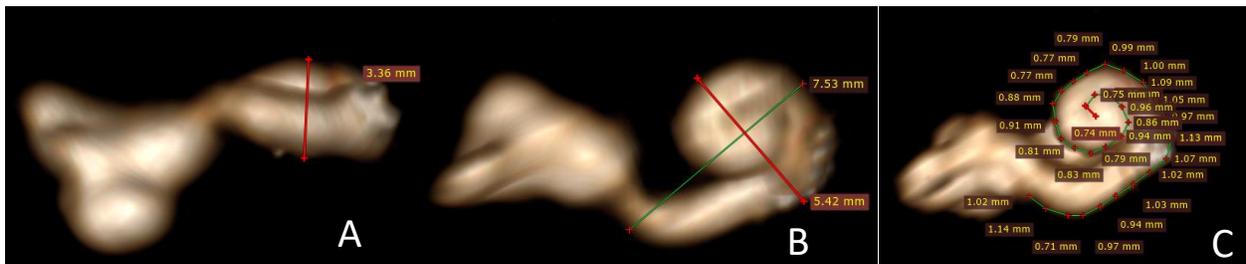


Figura 3. Reconstrucción 3D por resonancia magnética, en una vista inferior para medición de distancia A (A), en vista Stenver para medición de distancia A y distancia B, en esa misma proyección se realizó una suma de distancias colocando líneas a lo largo de la pared lateral de la cóclea, por último, se hizo una suma de las distancias para determinar la longitud coclear completa por el método de MPR curvo.

Medición	TC	RM
Distancia A	7.31	7.53
Distancia B	6.04	5.42
Distancia H	2.7	3.36
Longitud coclear de dos vueltas	27.7096	28.6248
Longitud coclear completa	26.4096	27.3248
Longitud coclear por MPR curvo	27.4	24.9 mm

Anomalía del oído interno: Si. Se observa aplasia de conductos semicirculares posterior y superior, hipoplasia del conducto semicircular lateral.

Nota: Todos los oídos se midieron con la misma metodología. La letra R (Significa oído derecho), la letra L (oído izquierdo).

1L.

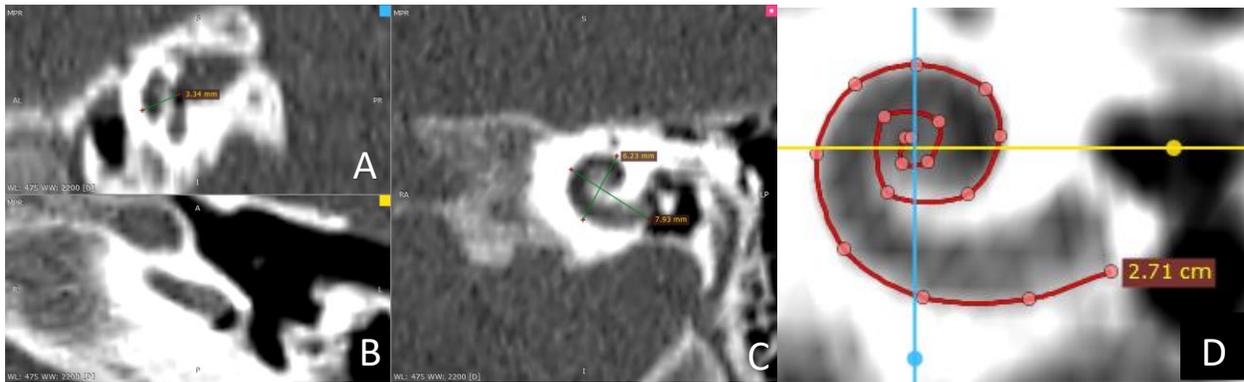


Figura 4. Tomografía computarizada de alta resolución en corte axial (B), reconstrucción en Poschl en dónde se midió la distancia H (A), corte Stenver en dónde se obtuvieron las mediciones A y B (C), método de medición a partir de la ventana redonda, colocando de 11 a 12 puntos a 90°, y colocando puntos intermedios adicionales para corregir la curva (método de MPR curvo)(D).

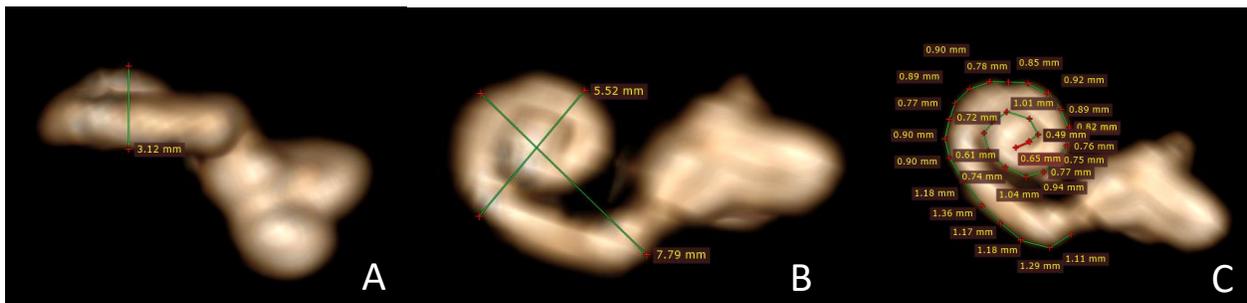
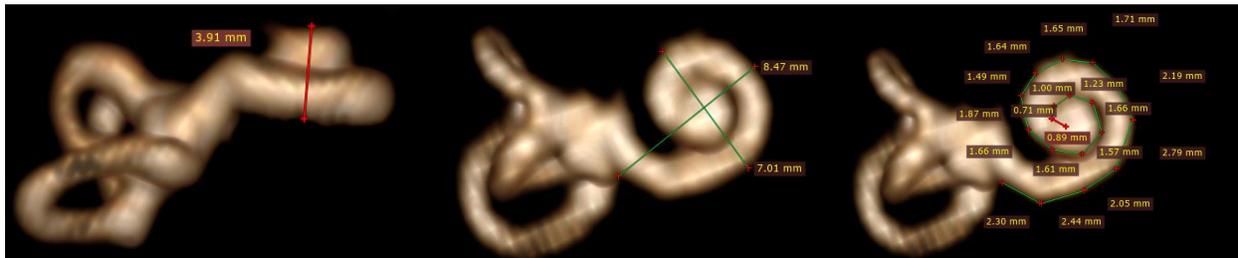
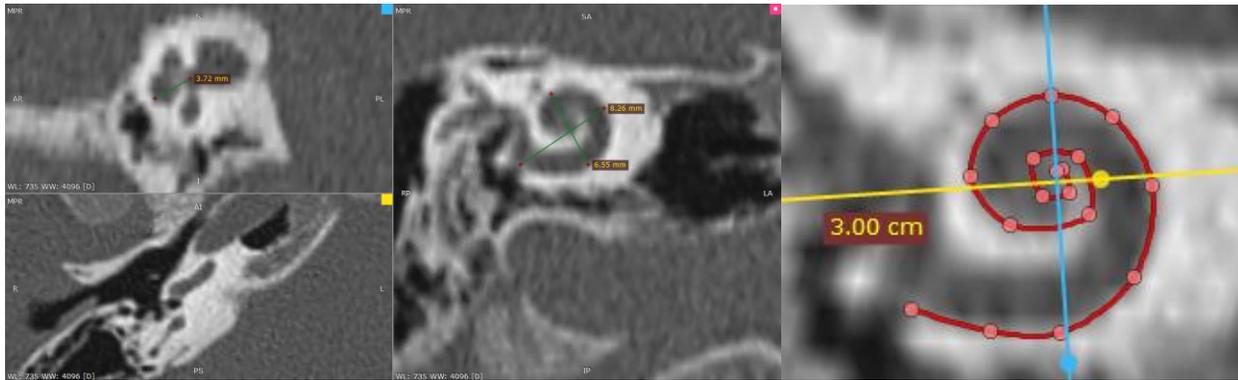


Figura 5. Reconstrucción 3D por resonancia magnética, en una vista inferior para medición de distancia A (A), en vista Stenver para medición de distancia A y distancia B, en esa misma proyección se realizó una suma de distancias colocando líneas a lo largo de la pared lateral de la cóclea, por último, se hizo una suma de las distancias para determinar la longitud coclear completa por el método de MPR curvo.

Medición	TC	RM
Distancia A	7.9	7.79
Distancia B	6.23	5.52
Distancia H	3.34	3.12
Longitud coclear de dos vueltas	30.1264	29.7064
Longitud coclear completa	28.864	28.4064
Longitud coclear por MPR curvo	27.1	24.39

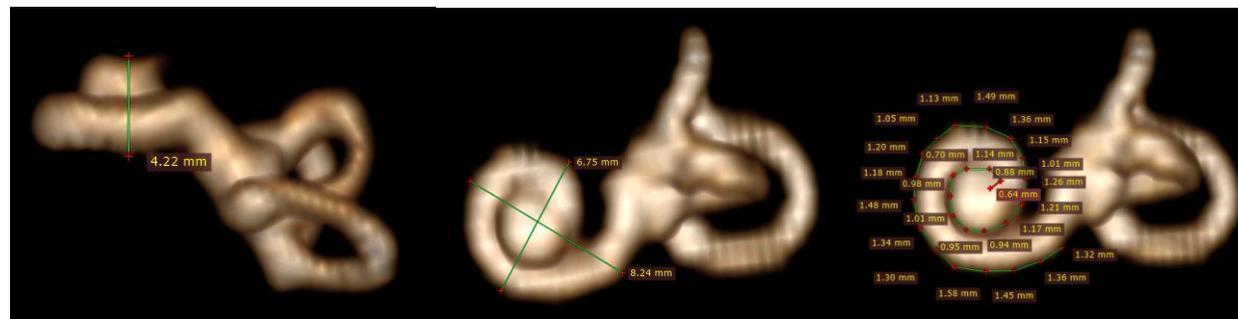
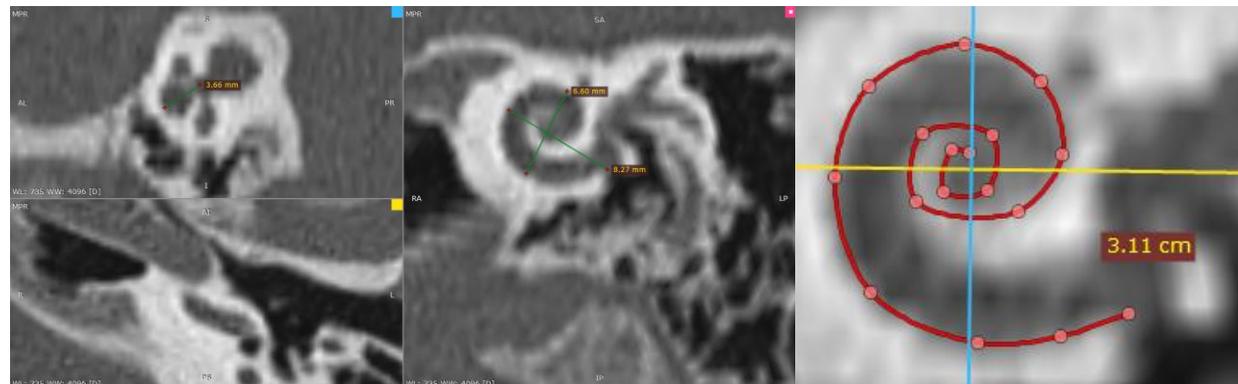
Anomalia del oído interno: Si, se observa hipoplasia de los conductos semicirculares lateral, superior y posterior.

2R.



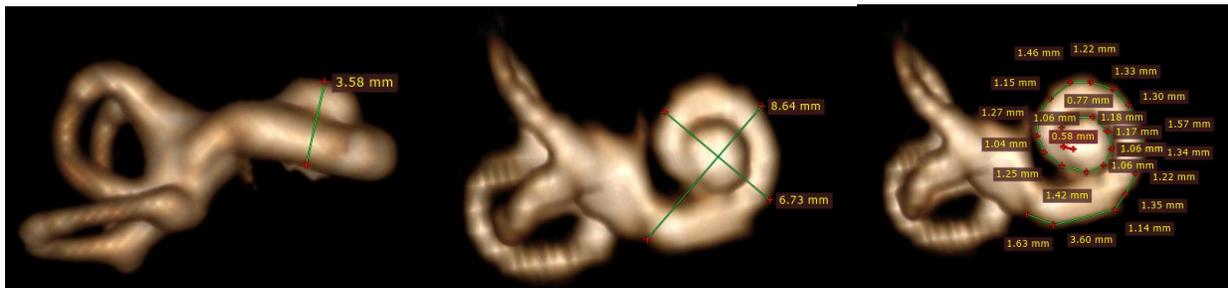
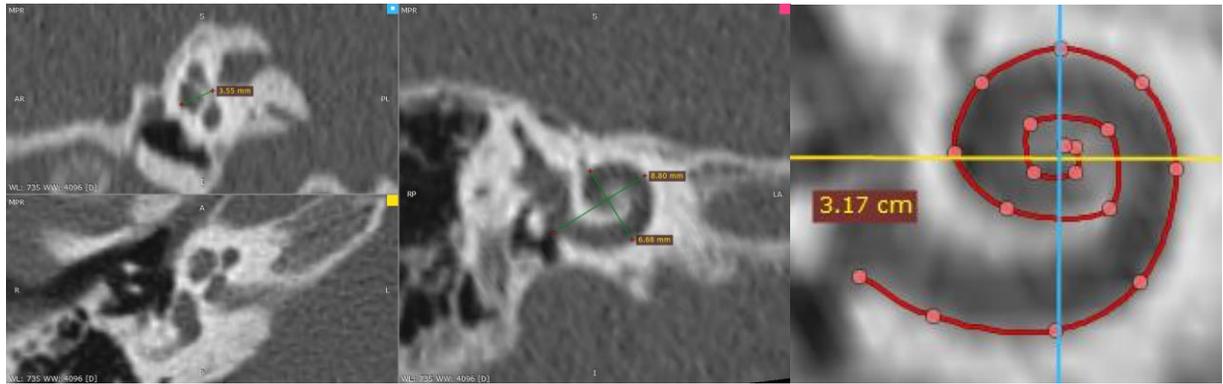
Anomalía del oído interno: No

2L.



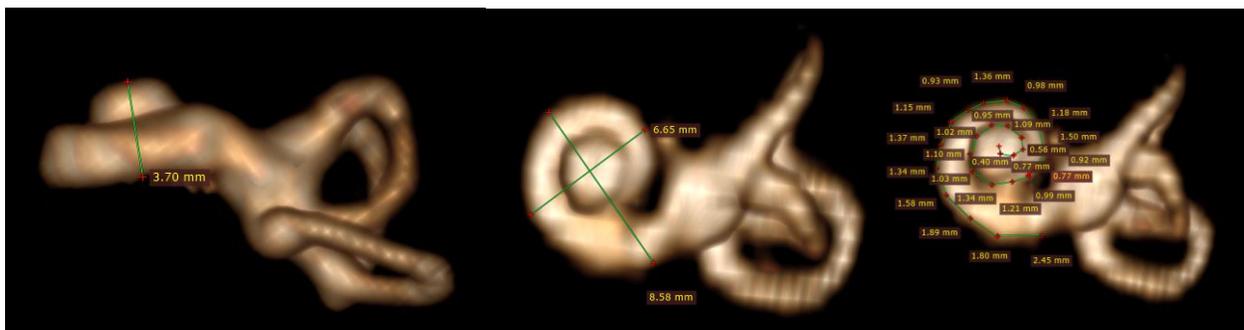
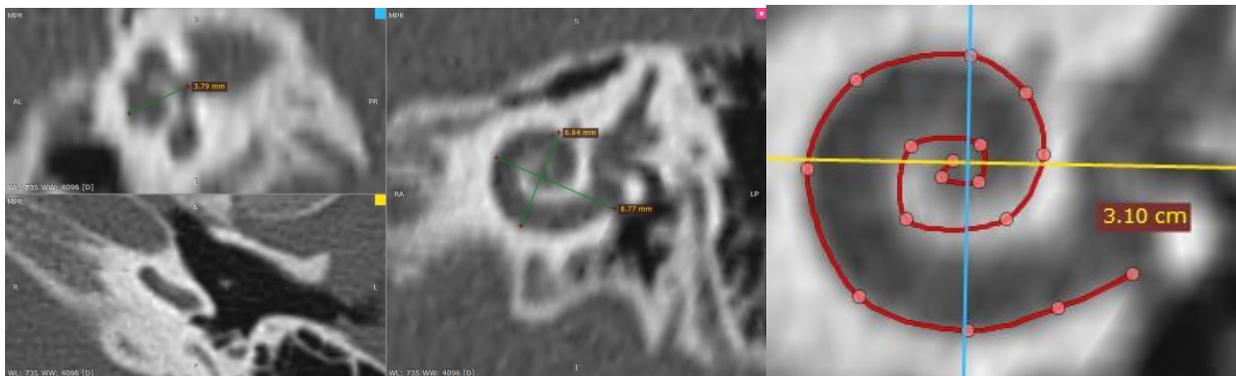
Anomalía del oído interno: No

3R.



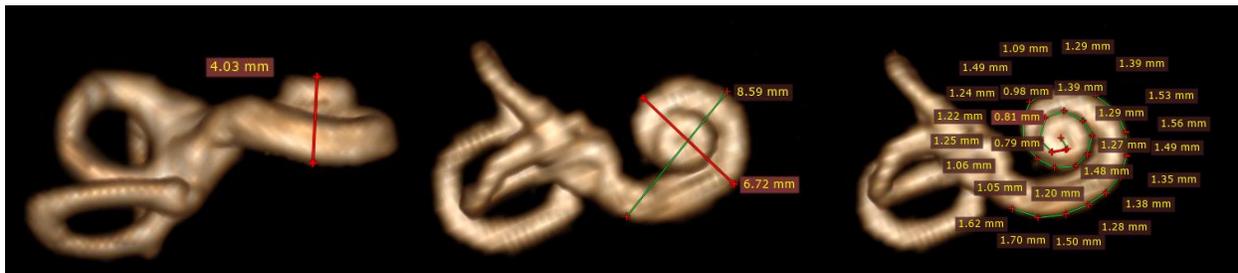
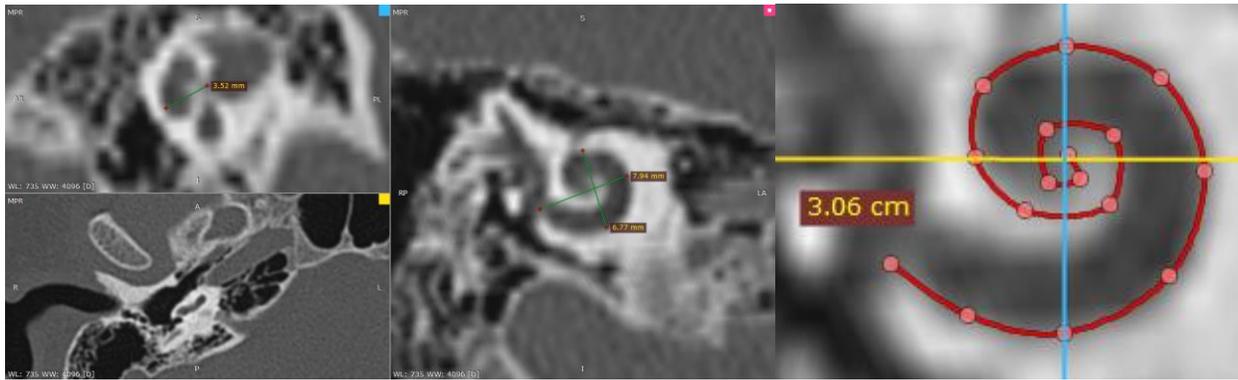
Anomalia del oído interno: No

3L.



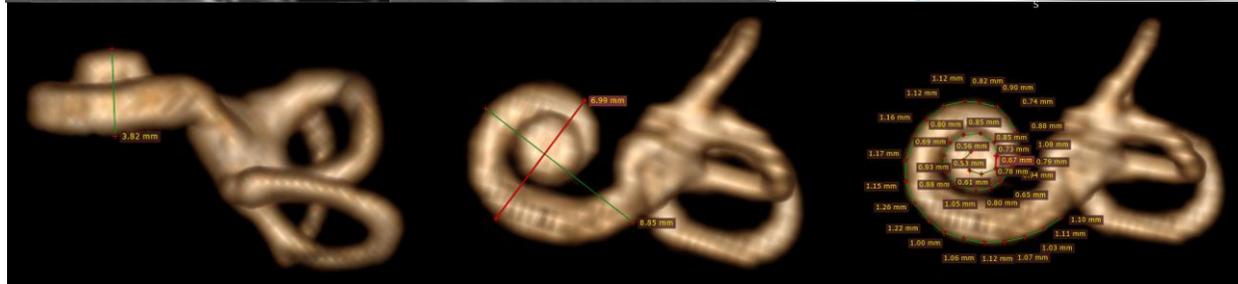
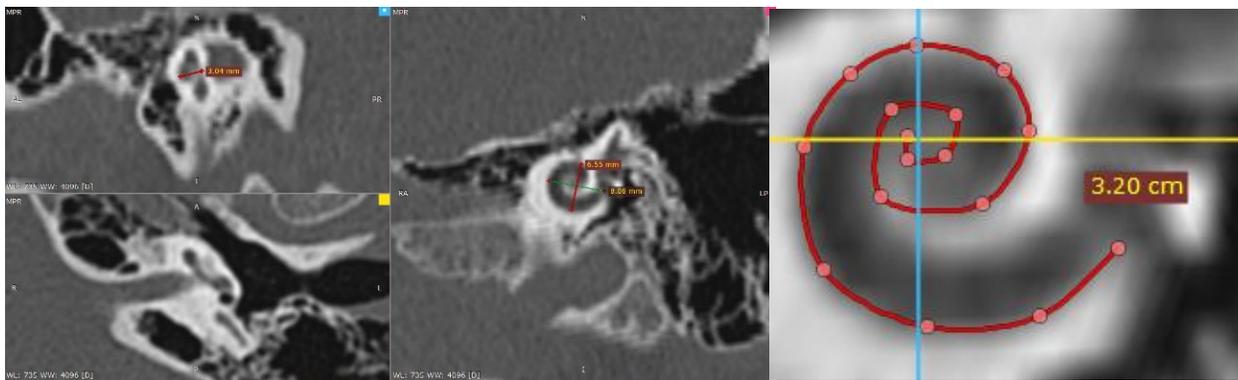
Anomalia del oído interno: No

4R.



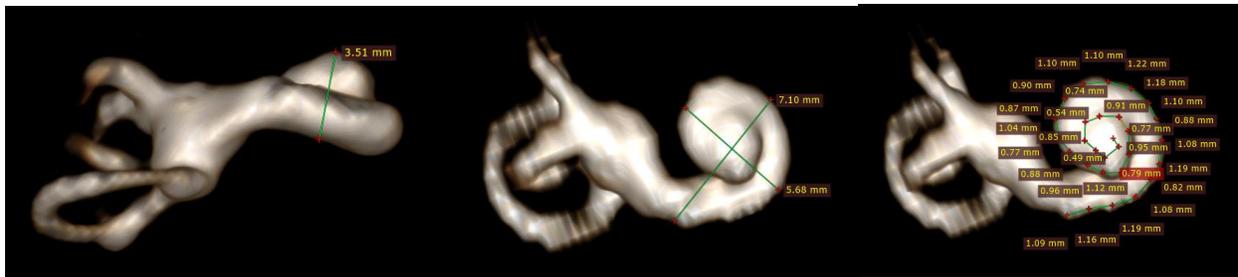
Anomalia del oído interno: No

4L.



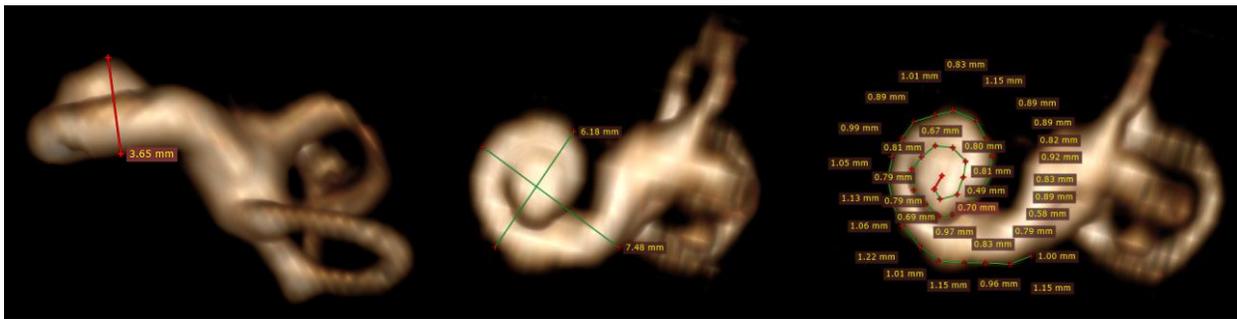
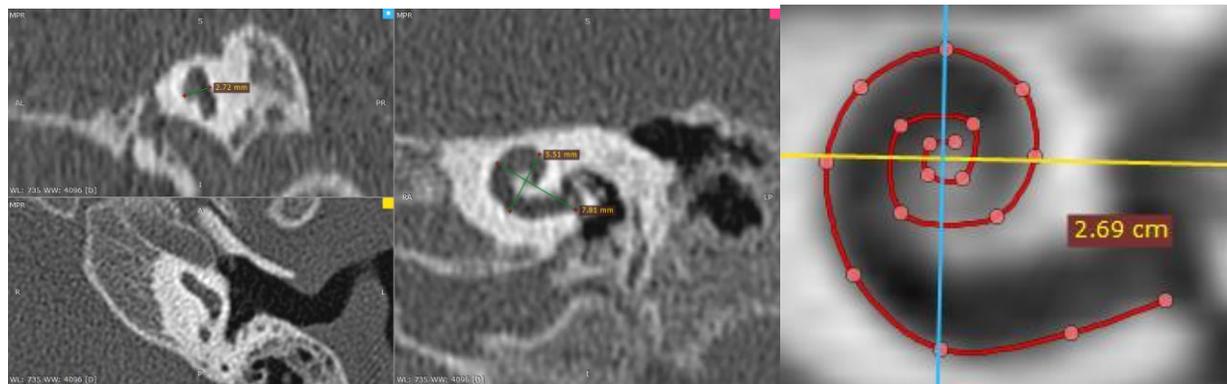
Anomalia del oído interno: No

5R.



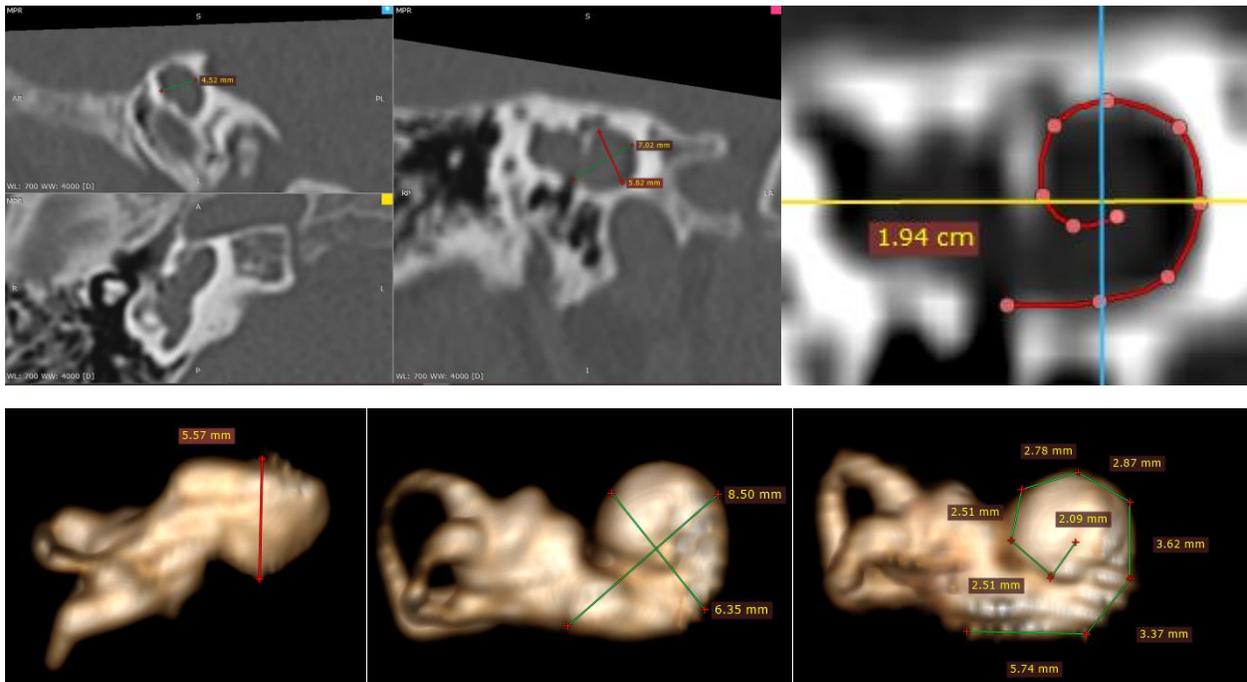
Anomalía del oído interno: Si, hipoplasia coclear.

5L.



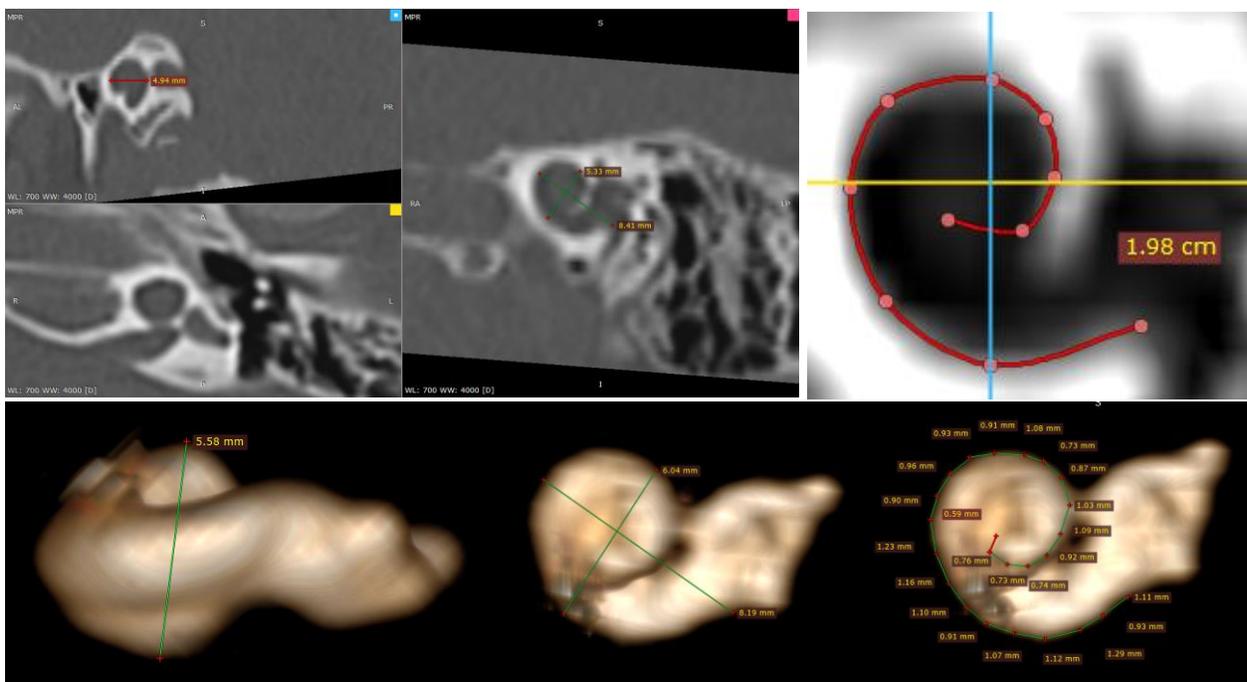
Anomalía del oído interno: Si, hipoplasia coclear.

6R.



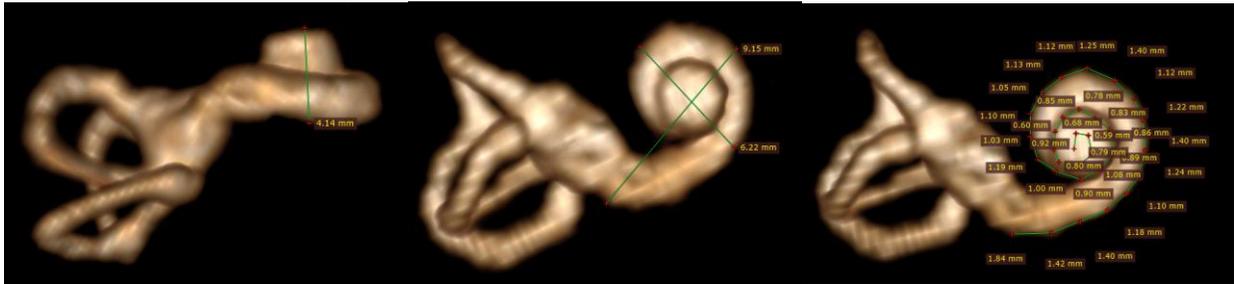
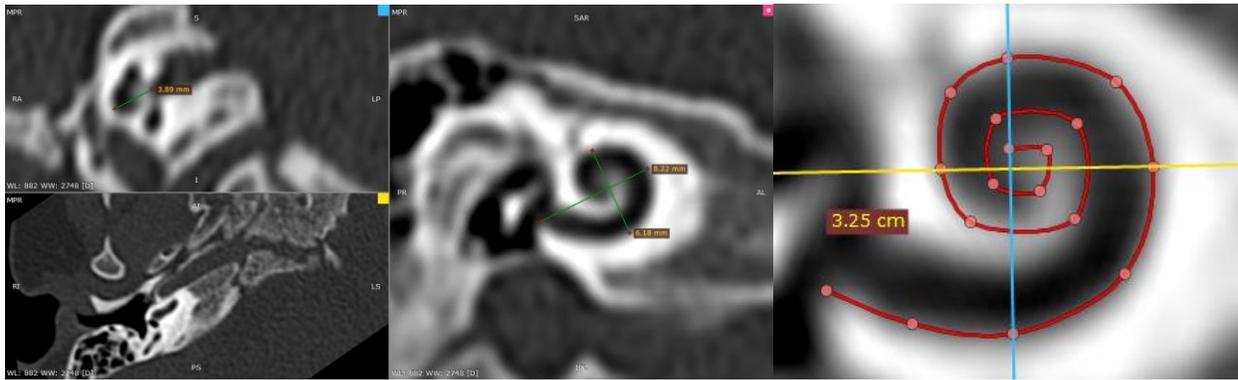
Anomalia del oído interno: Si, se observa hipoplasia del conducto semicircular lateral. Aplasia del conducto semicircular posterior. Partición coclear incompleta.

6L.



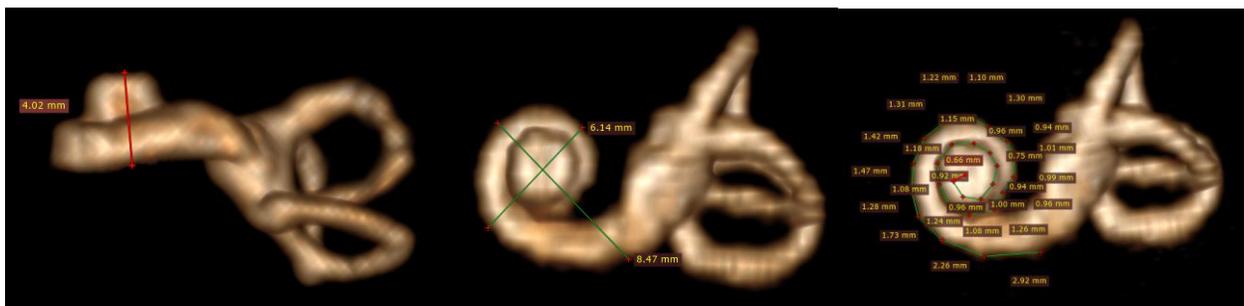
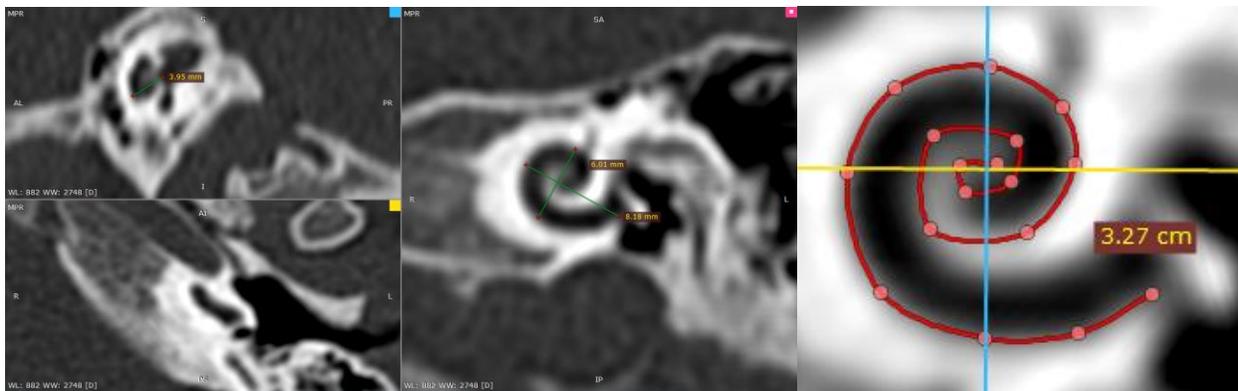
Anomalia del oído interno: Si, se observa aplasia de los conductos semicirculares y partición coclear incompleta.

7R.



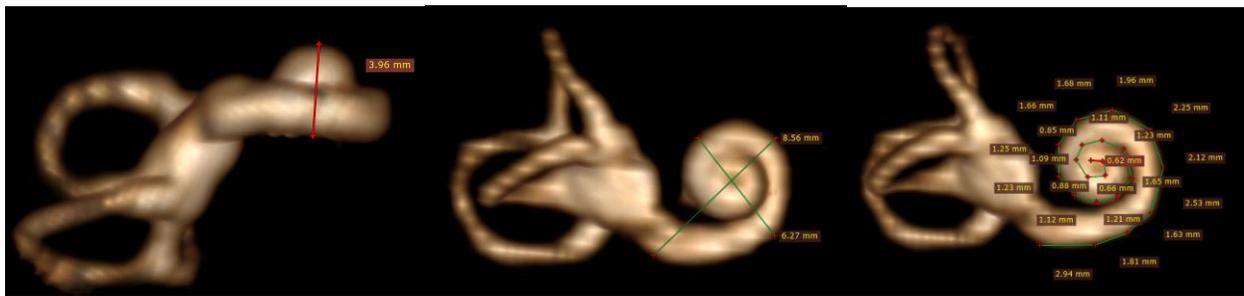
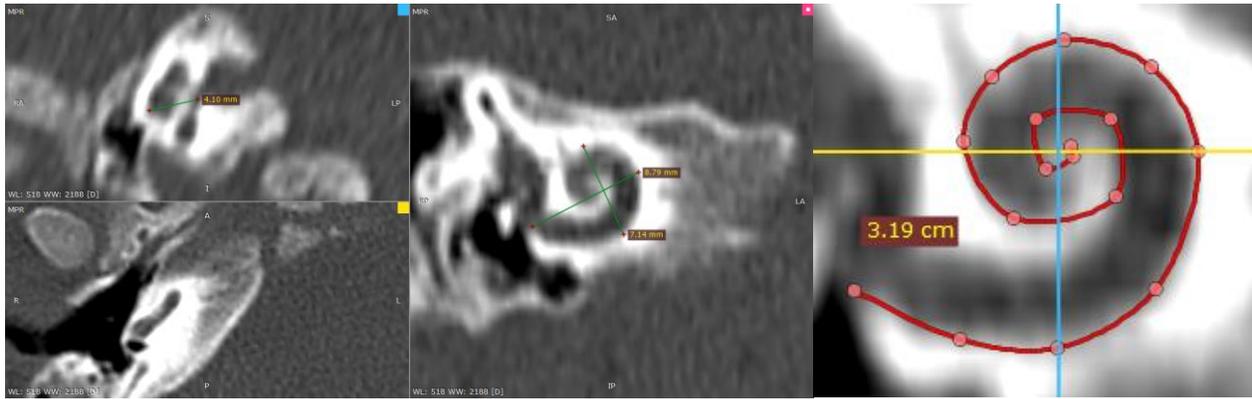
Anomalía del oído interno: No

7L.



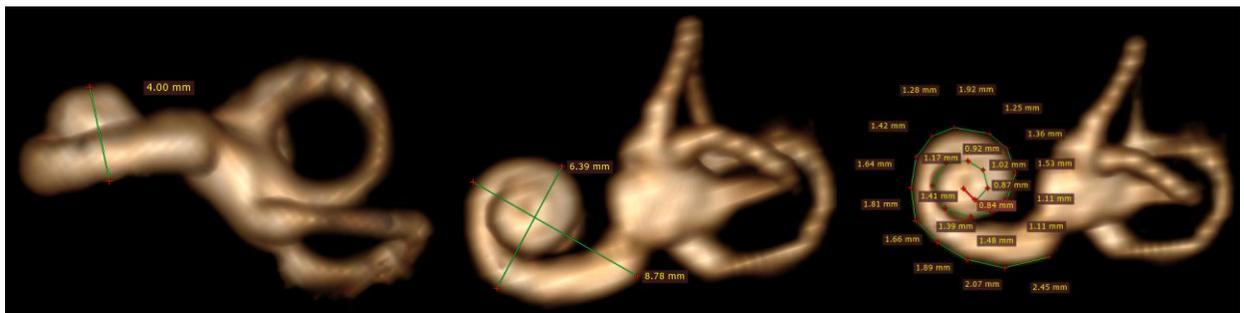
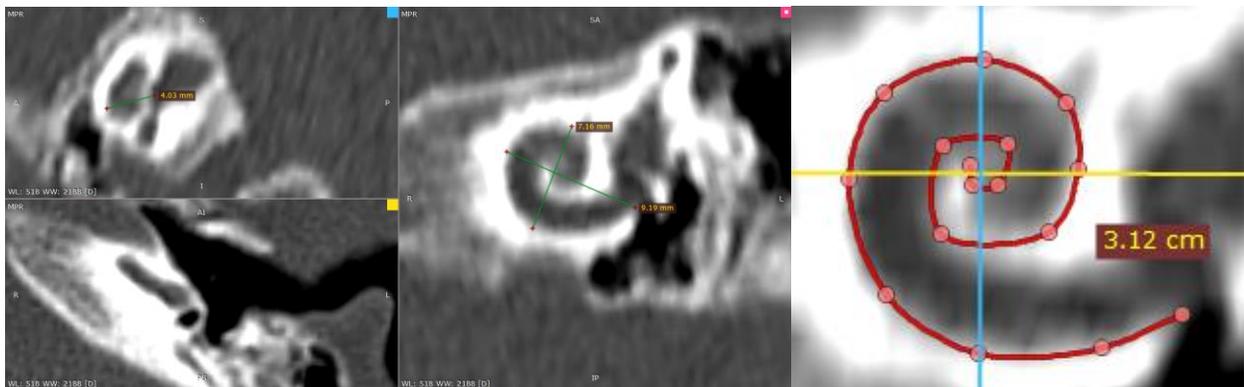
Anomalía del oído interno: No

8R.



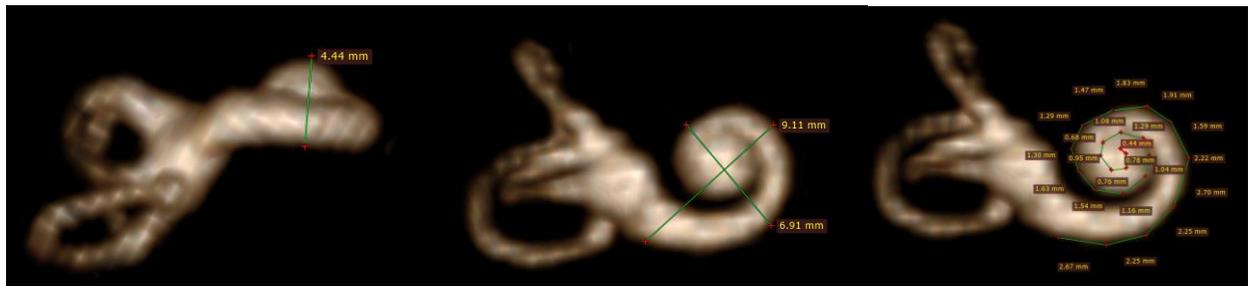
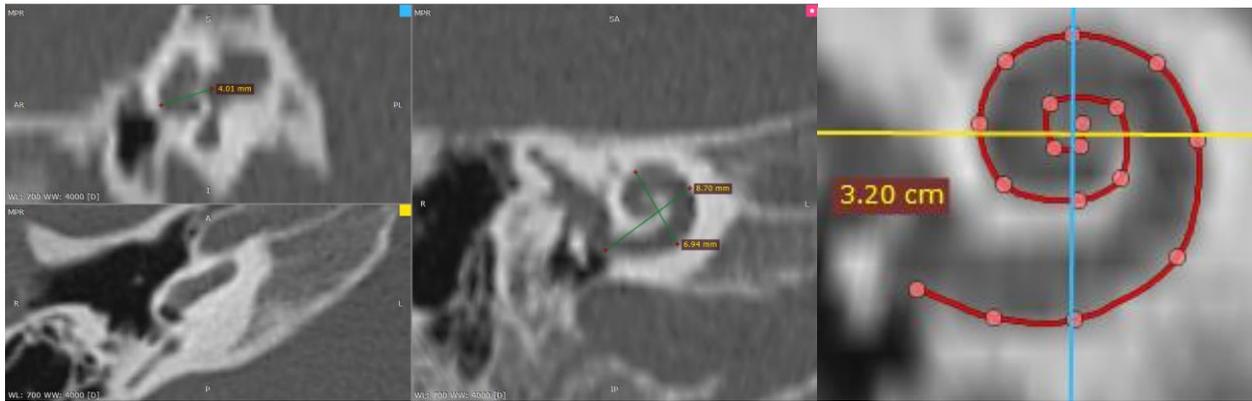
Anomalia del oído interno: No.

8L.



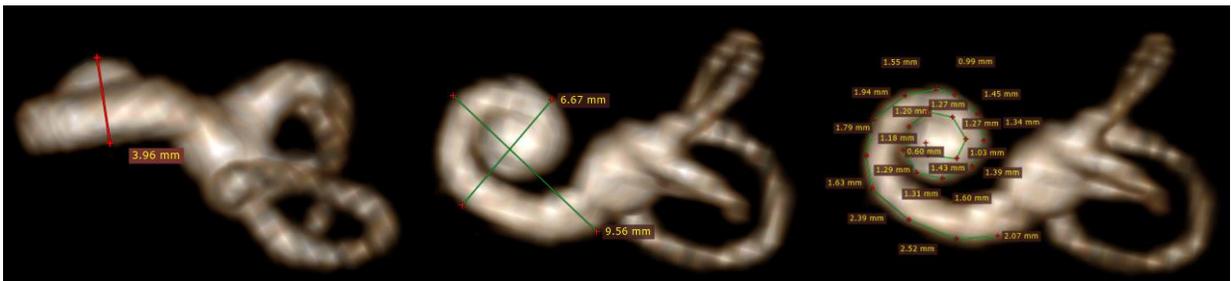
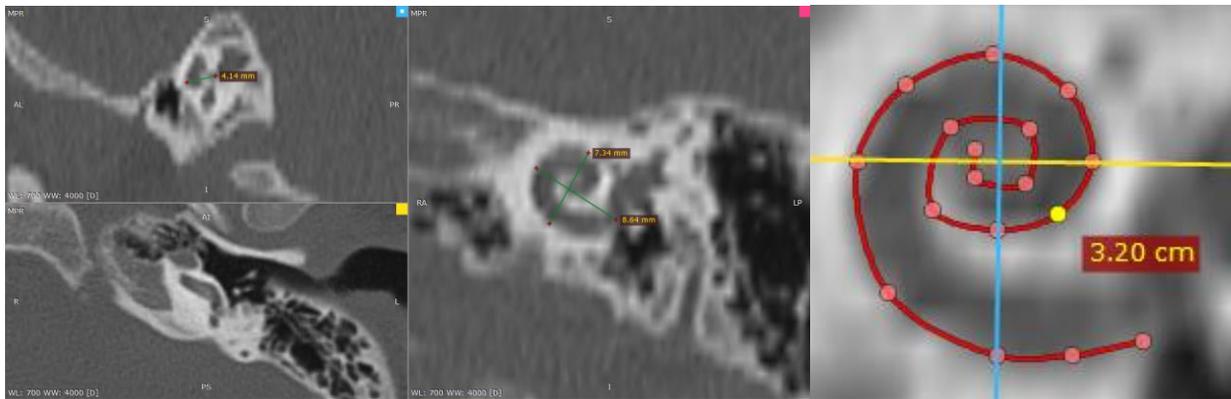
Anomalia del oído interno: No.

9R.



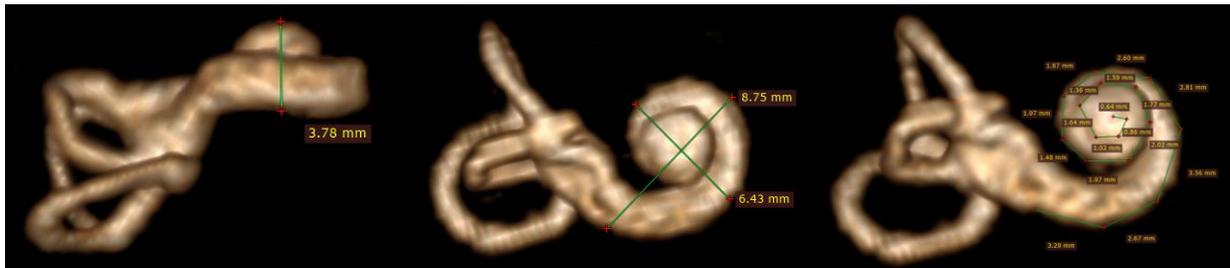
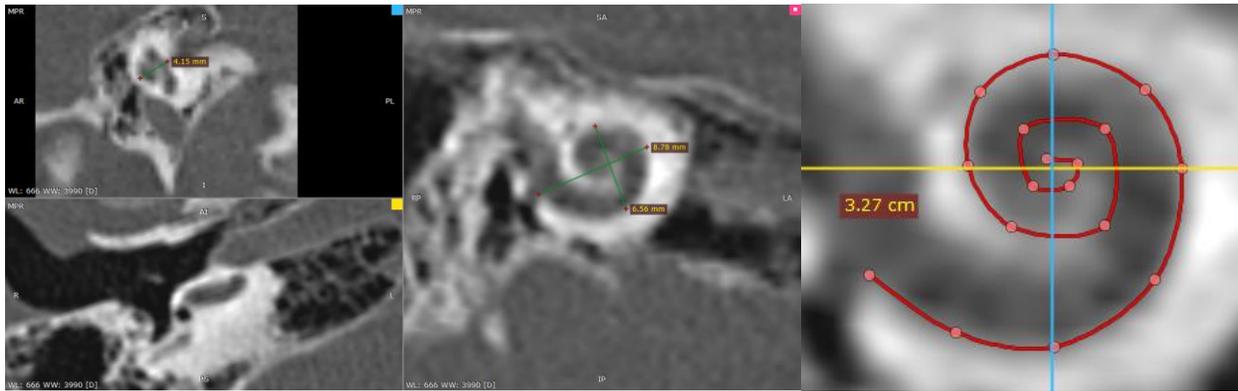
Anomalia del oído interno: No

9L.



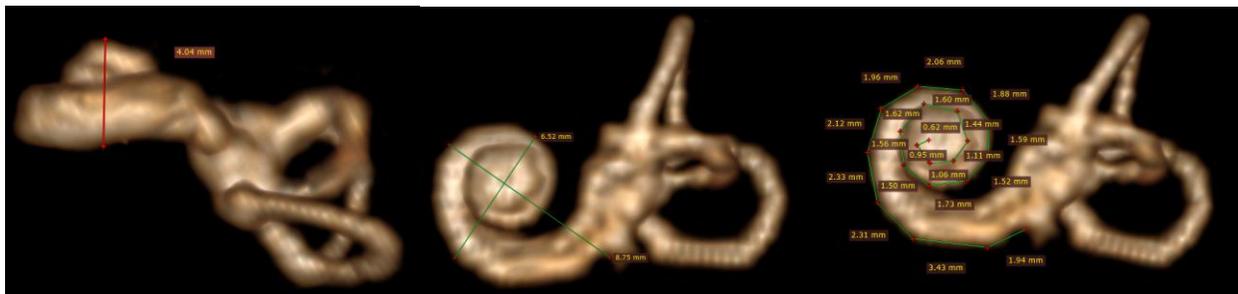
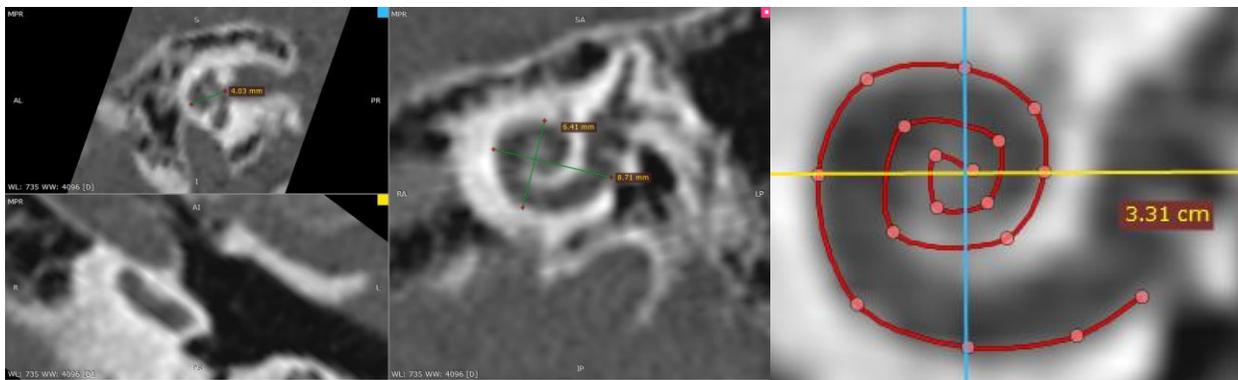
Anomalia del oído interno: No

10R.



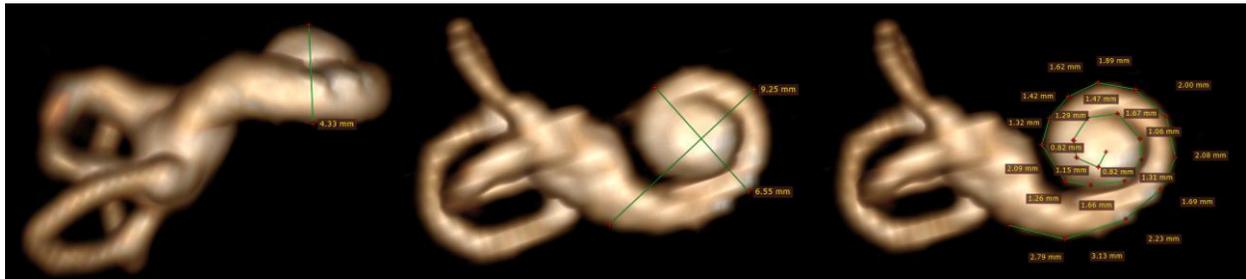
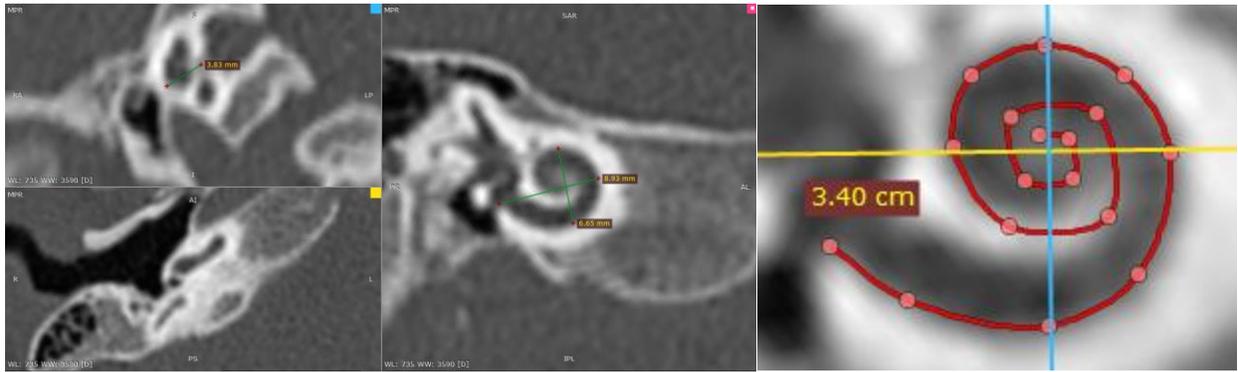
Anomalia del oído interno: No

10L.



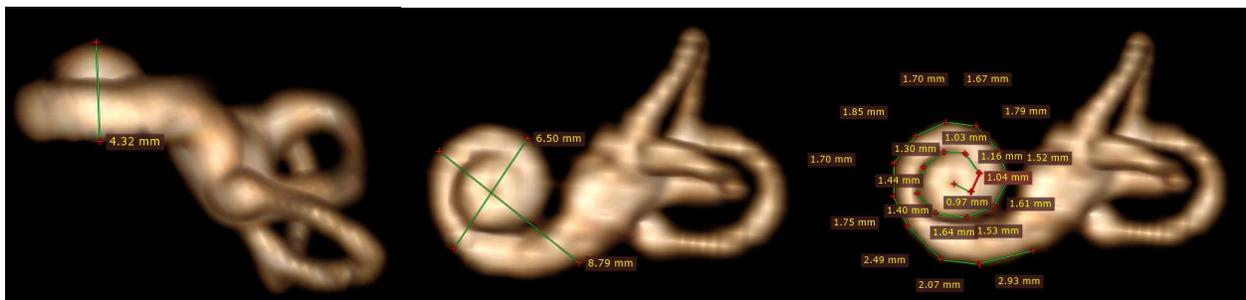
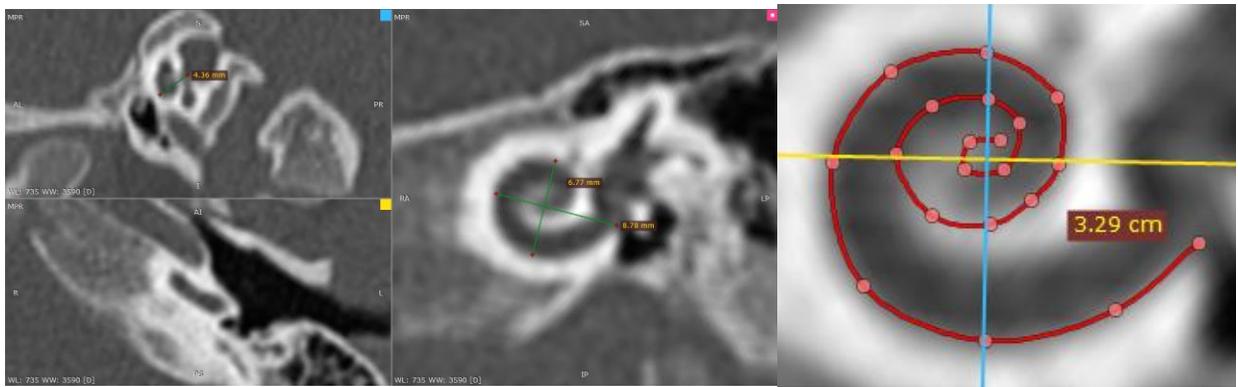
Anomalia del oído interno: No

11R.



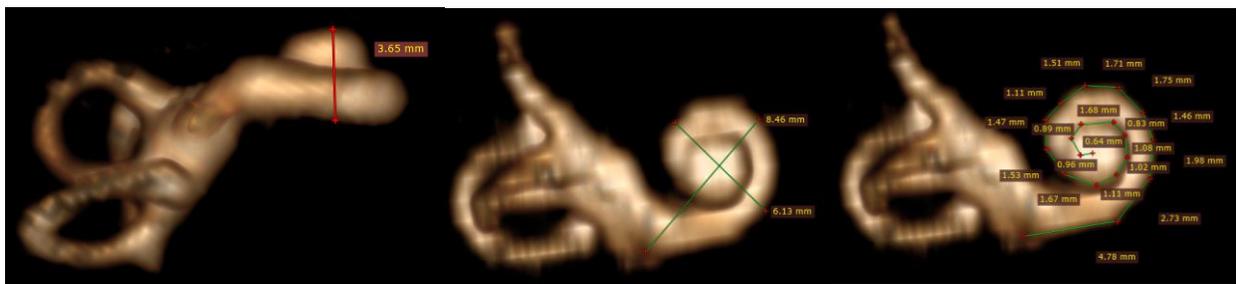
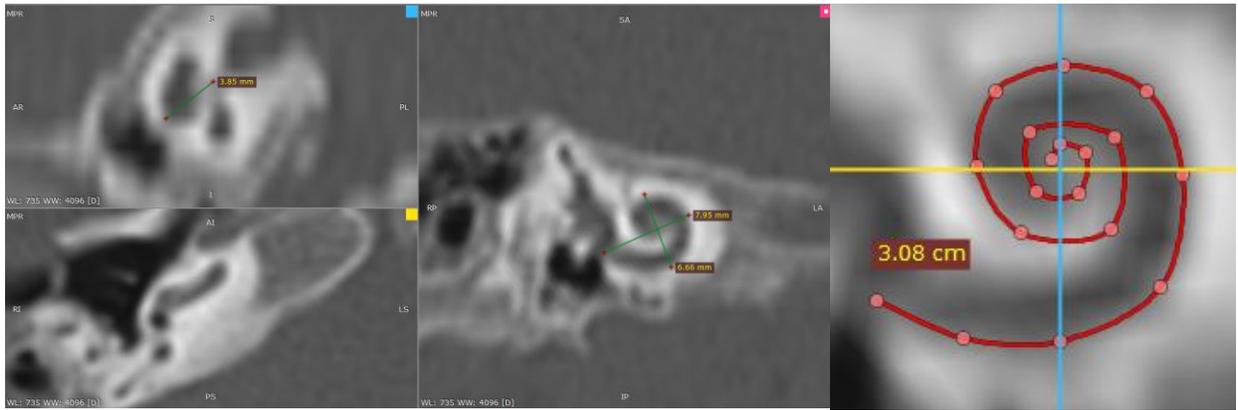
Anomalía del oído interno: No

11L.



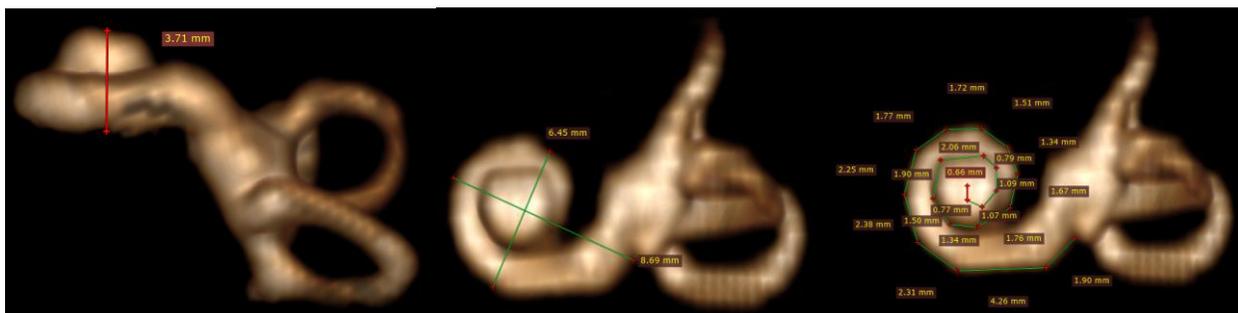
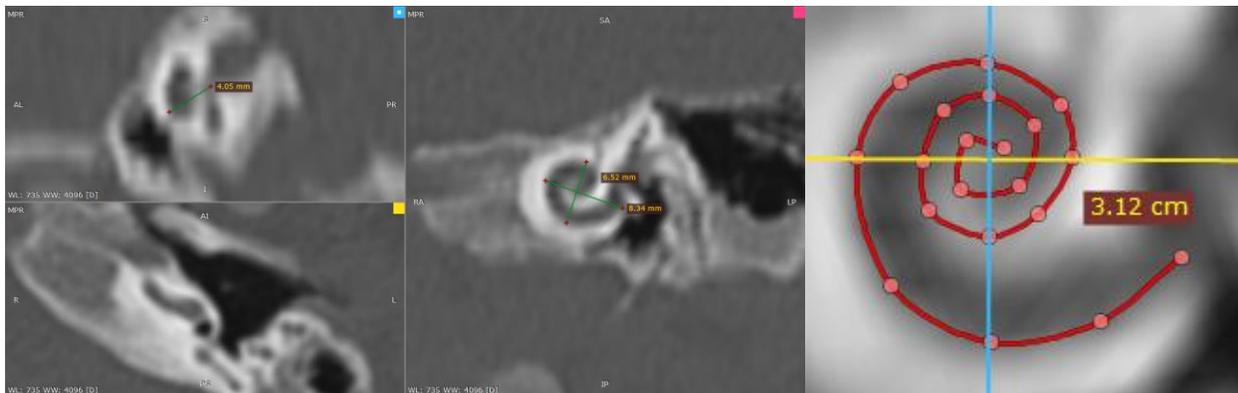
Anomalía del oído interno: No

12R.



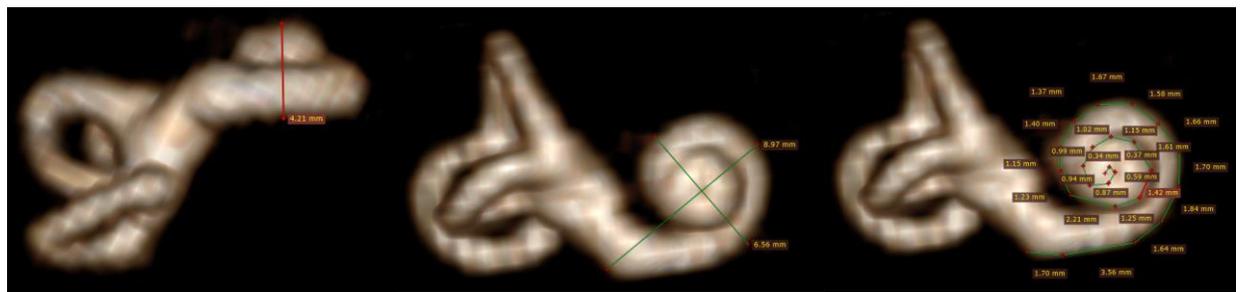
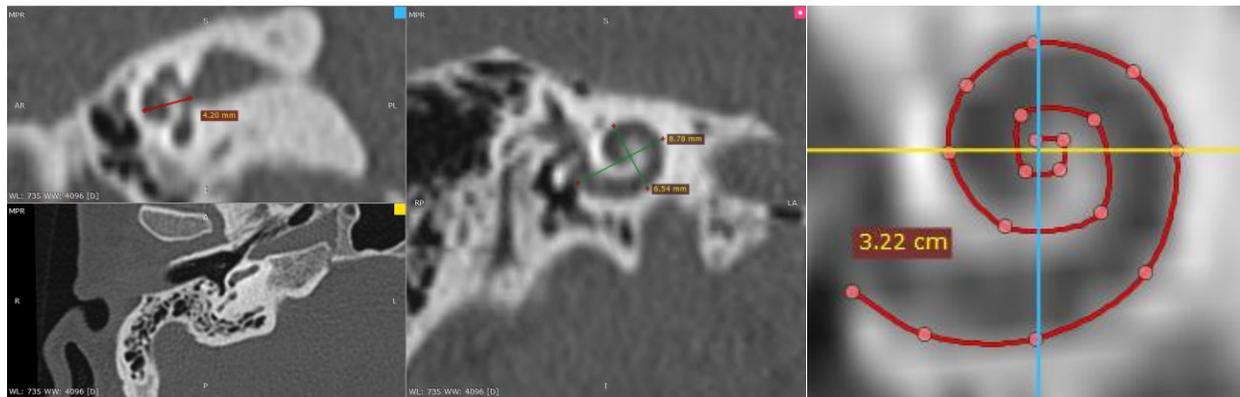
Anomalia del oído interno: No

12L.



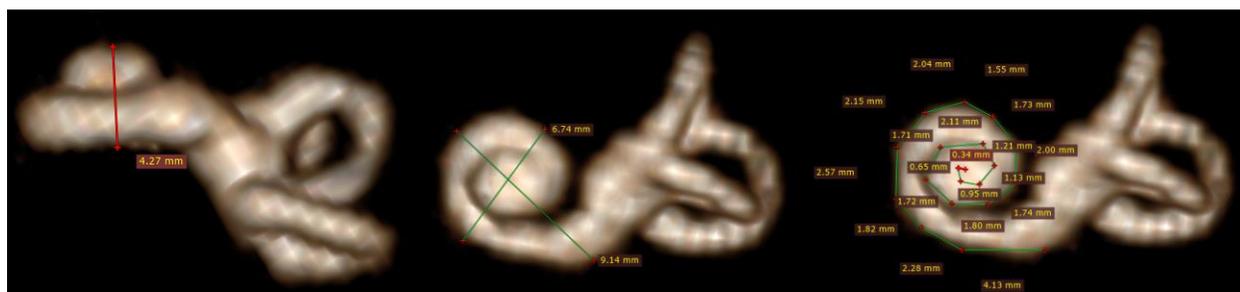
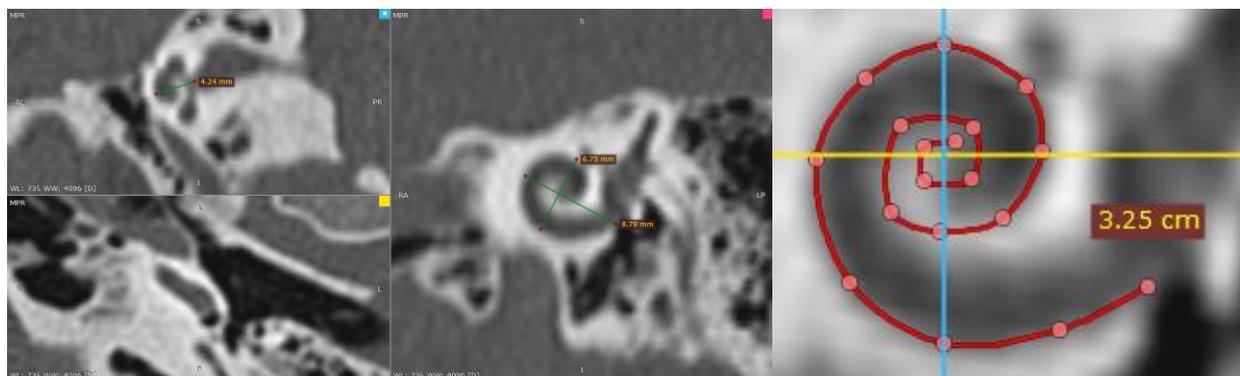
Anomalia del oído interno: No

14R.



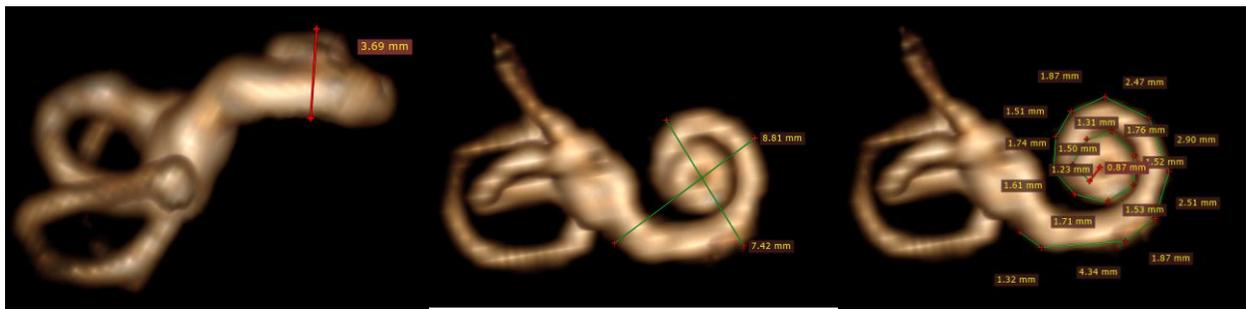
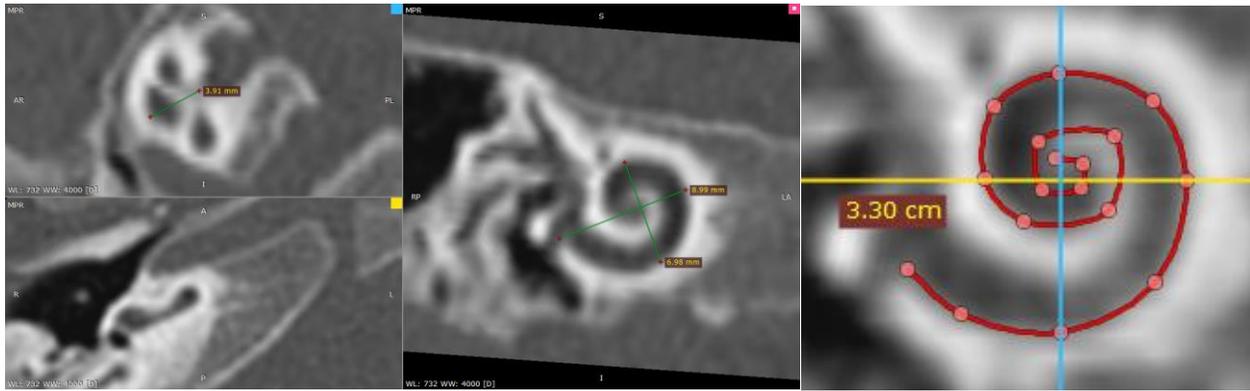
Anomalia del oído interno: No

14L.



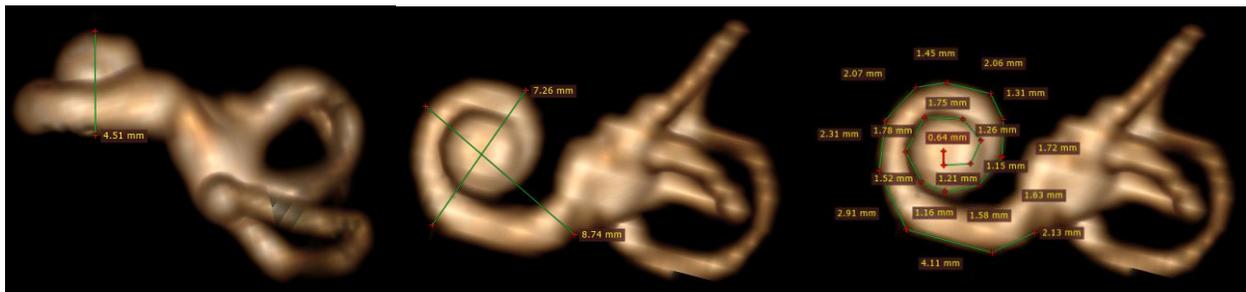
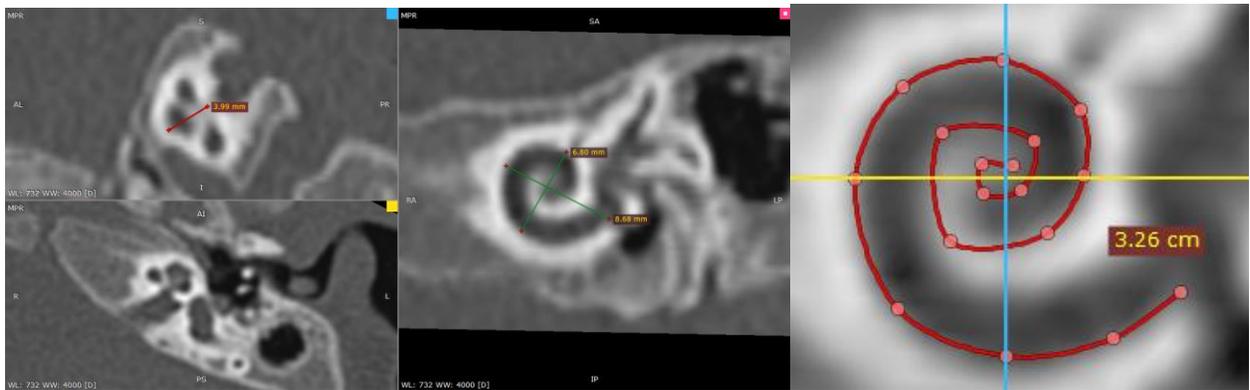
Anomalia del oído interno: No

17R.



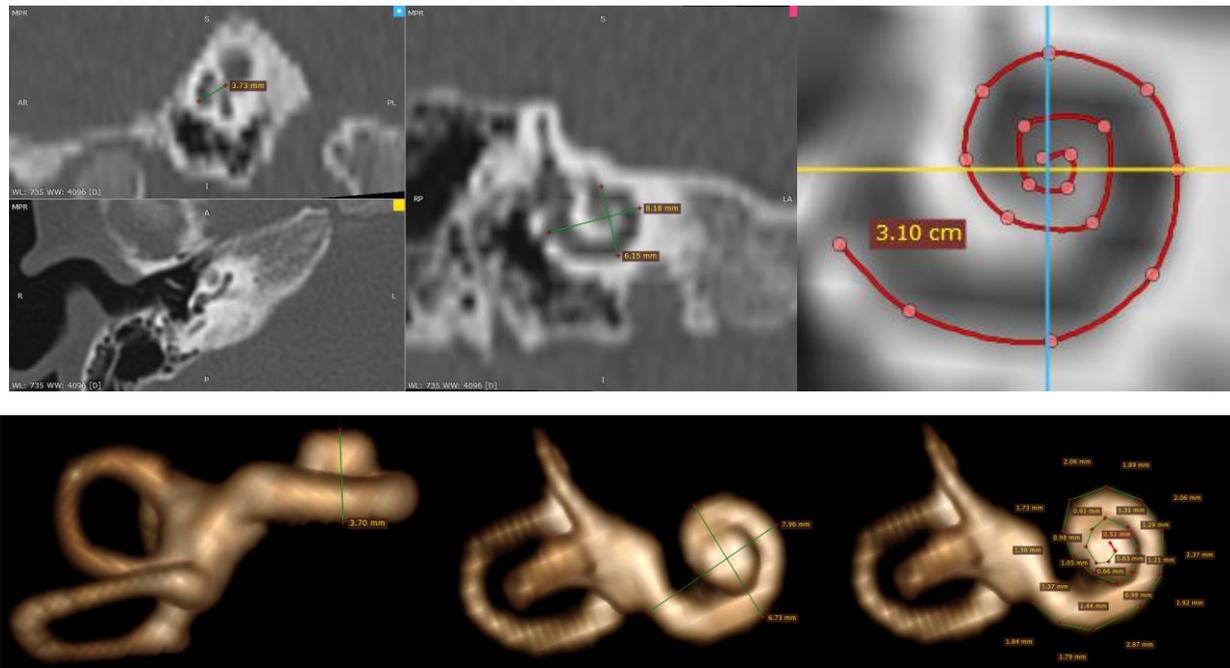
Anomalía del oído interno: No.

17L.



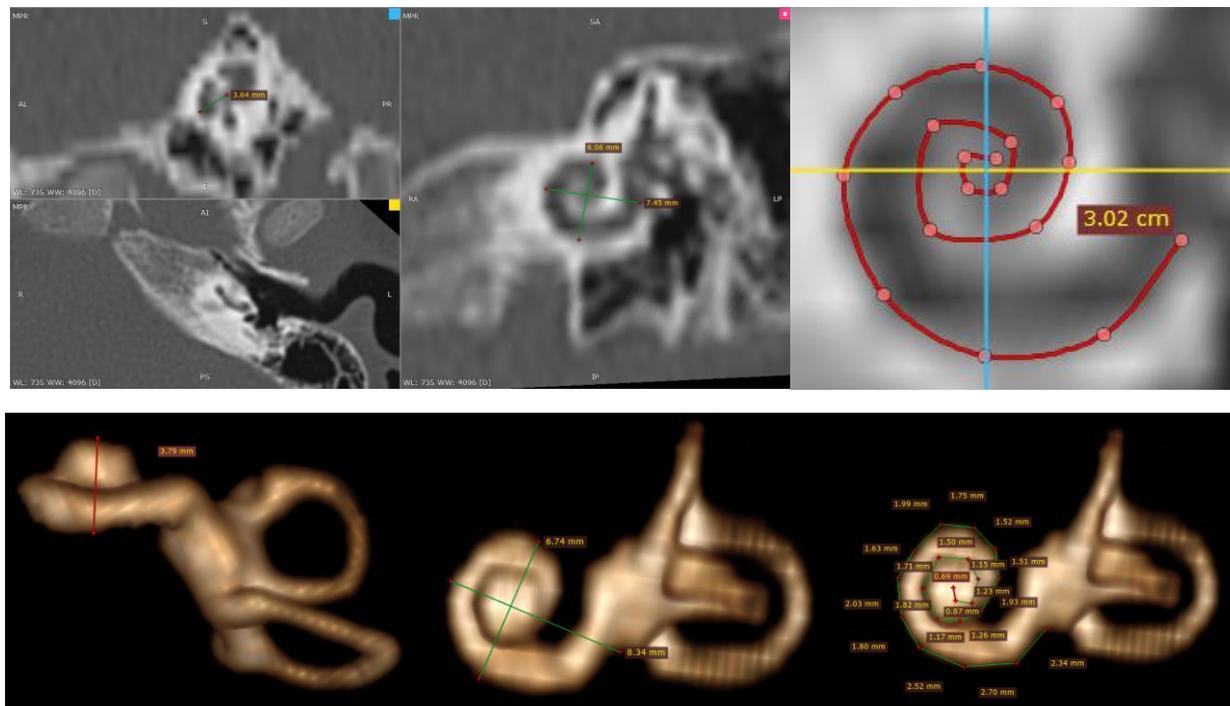
Anomalía del oído interno: No

18R.



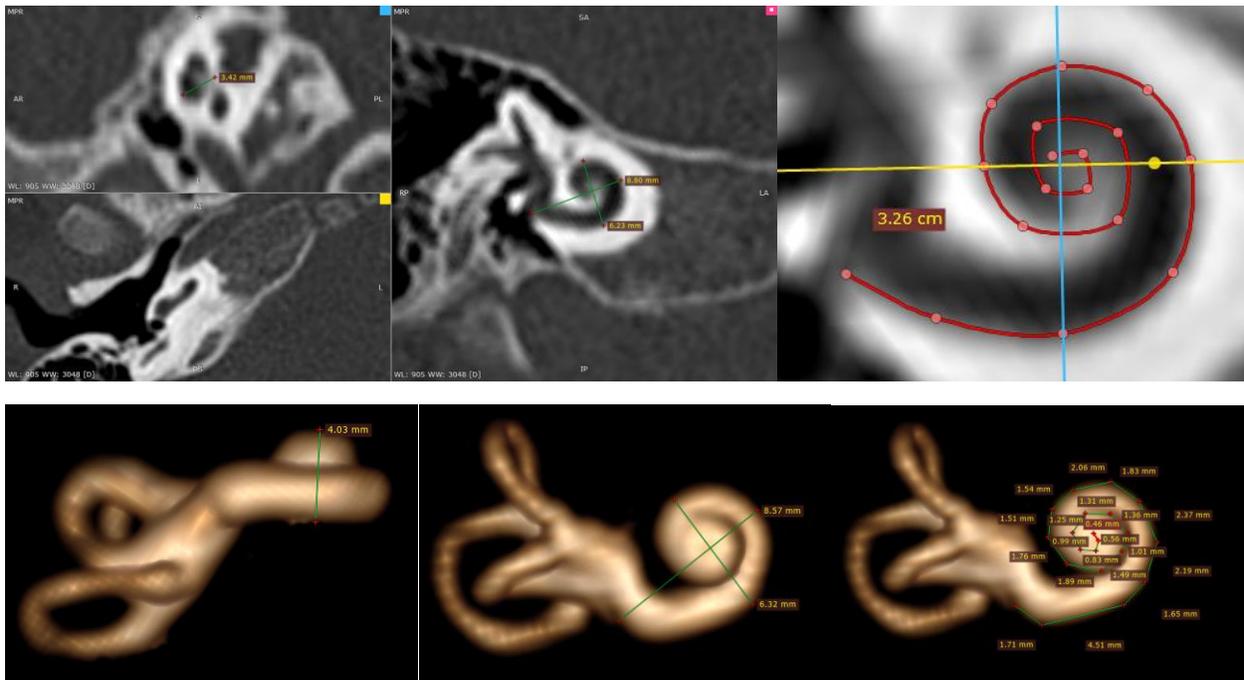
Anomalía del oído interno: No

18L.



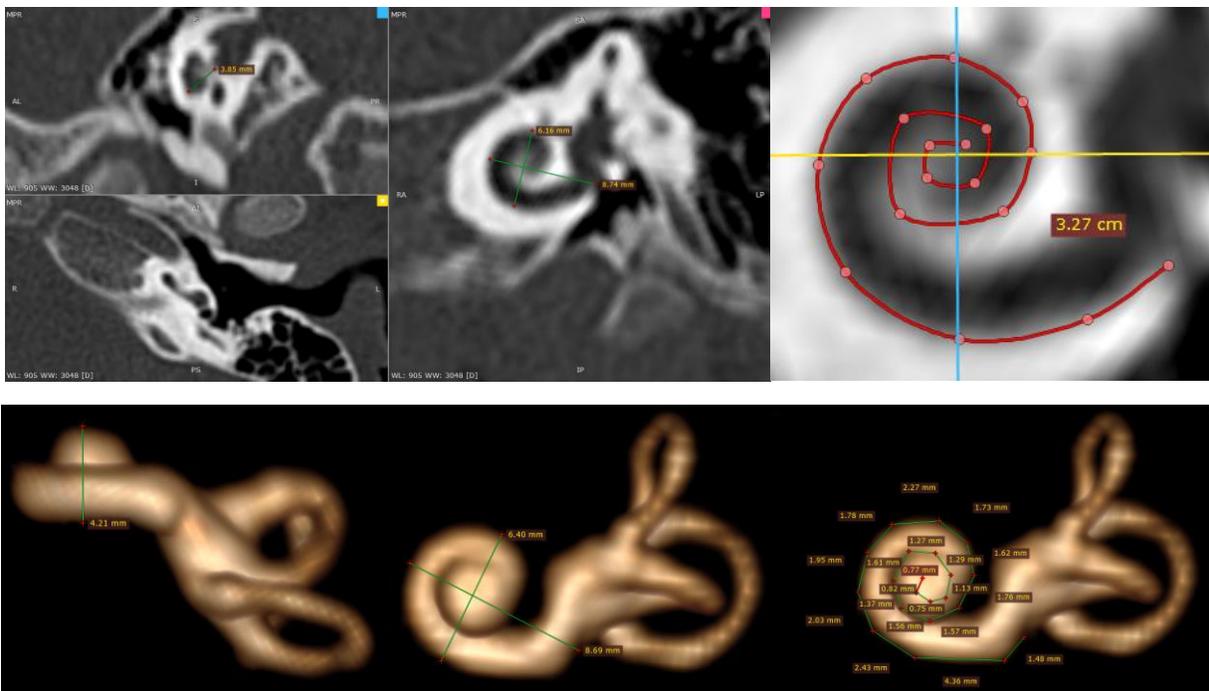
Anomalía del oído interno: No

20R.



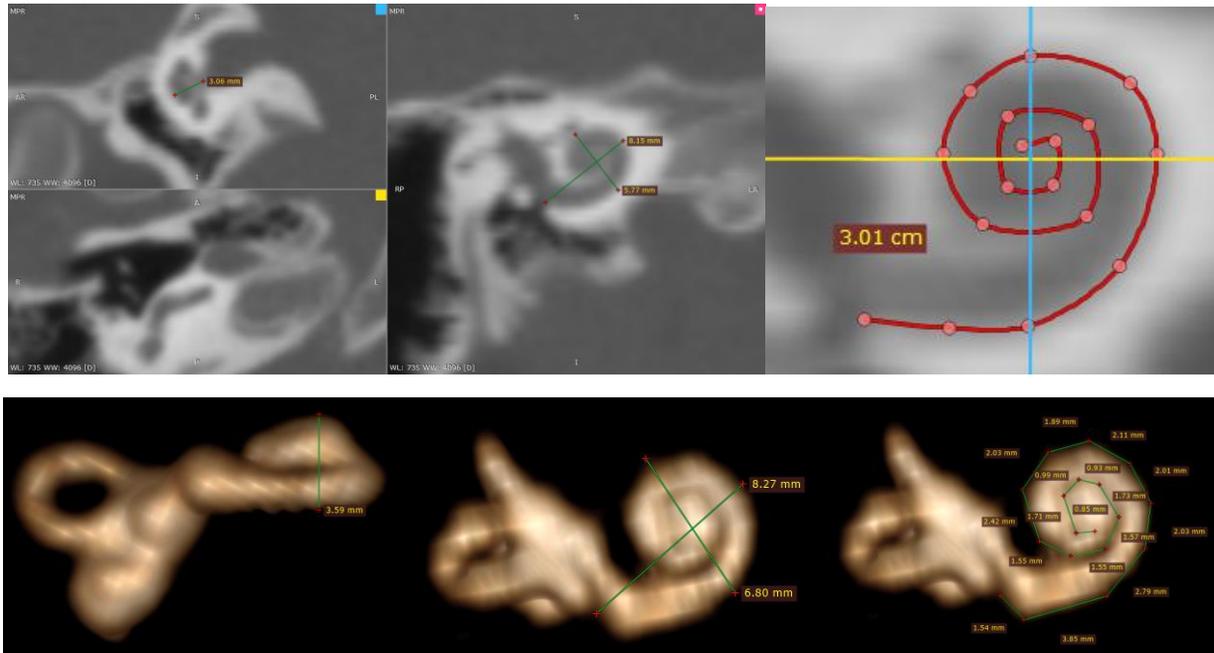
Anomalia del oído interno: No

20L.



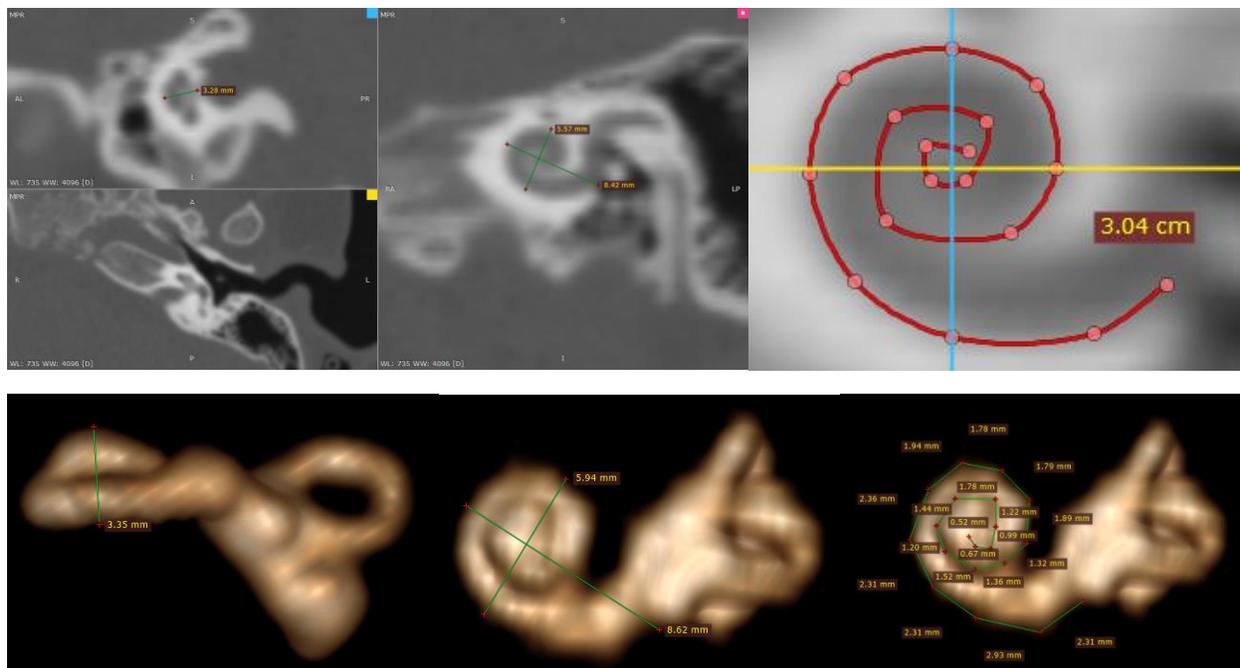
Anomalia del oído interno: No

21R.



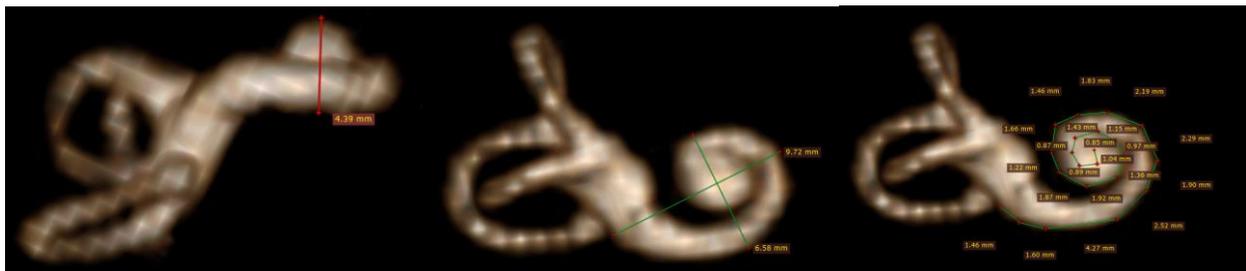
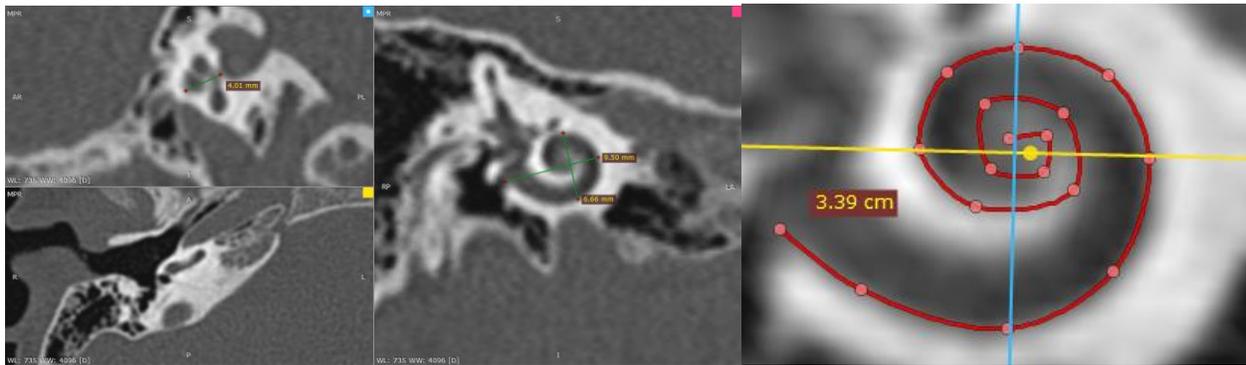
Anomalia del oído interno: Si, se observa aplasia del conducto semicircular posterior e hipoplasia de conductos semicirculares superior y lateral.

21L.



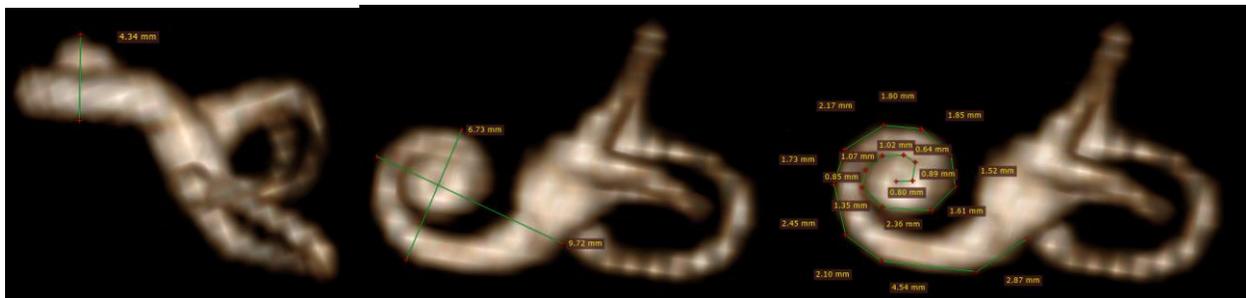
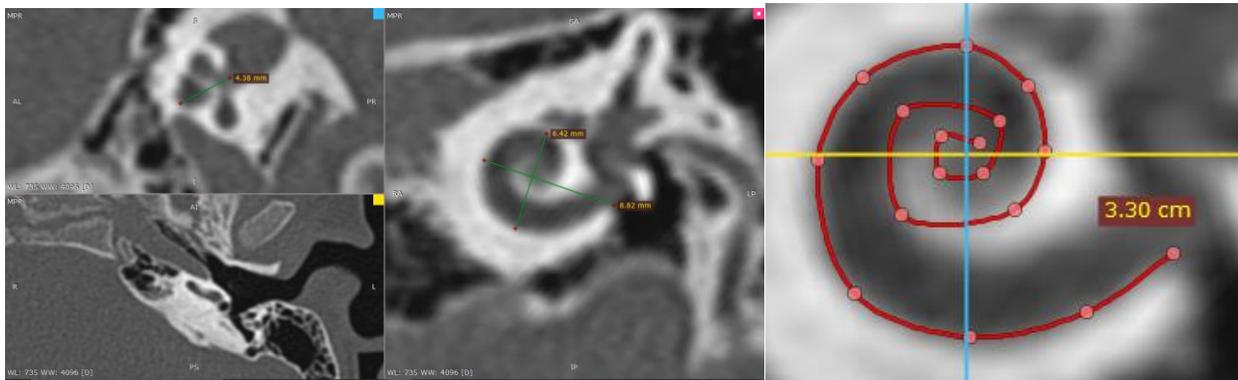
Anomalia del oído interno: Si, se observa aplasia del conducto semicircular posterior e hipoplasia de conductos semicirculares superior y lateral.

22R.



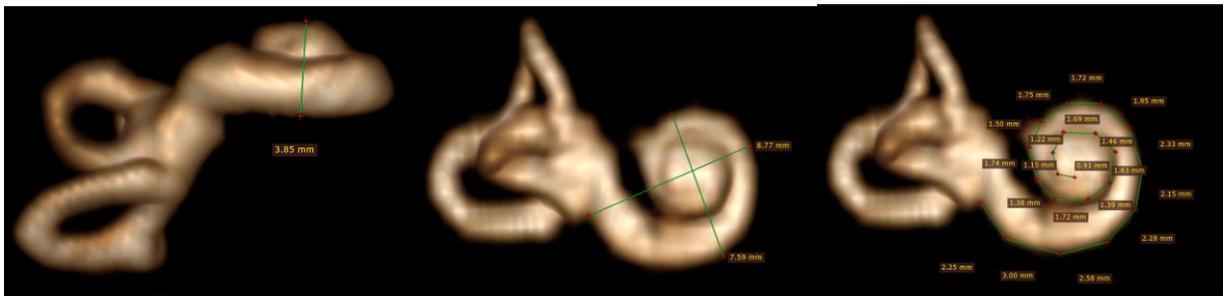
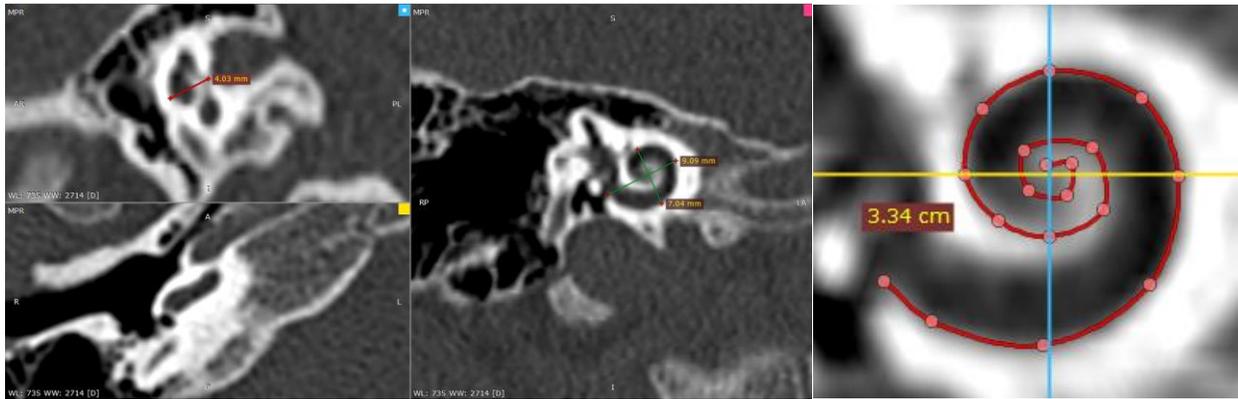
Anomalia del oído interno: No

22L.



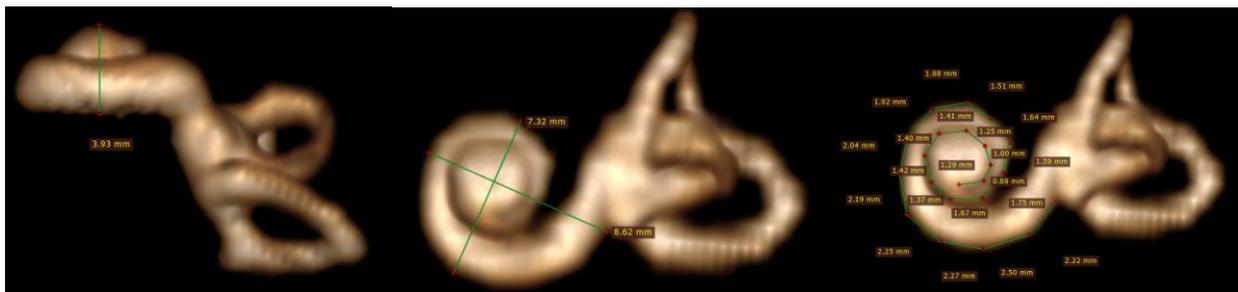
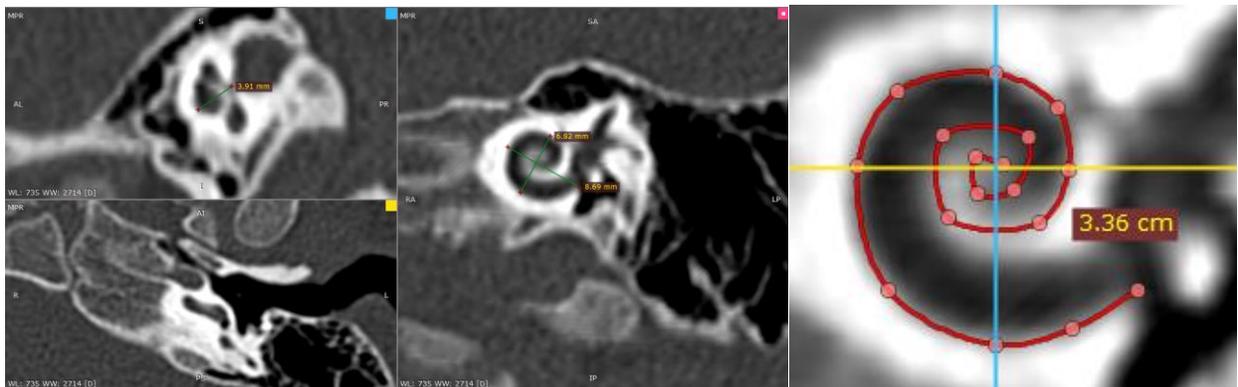
Anomalia del oído interno: No

23R.



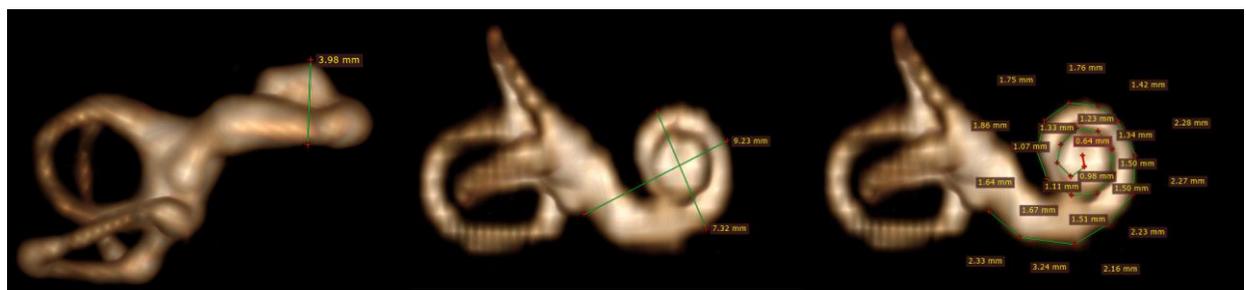
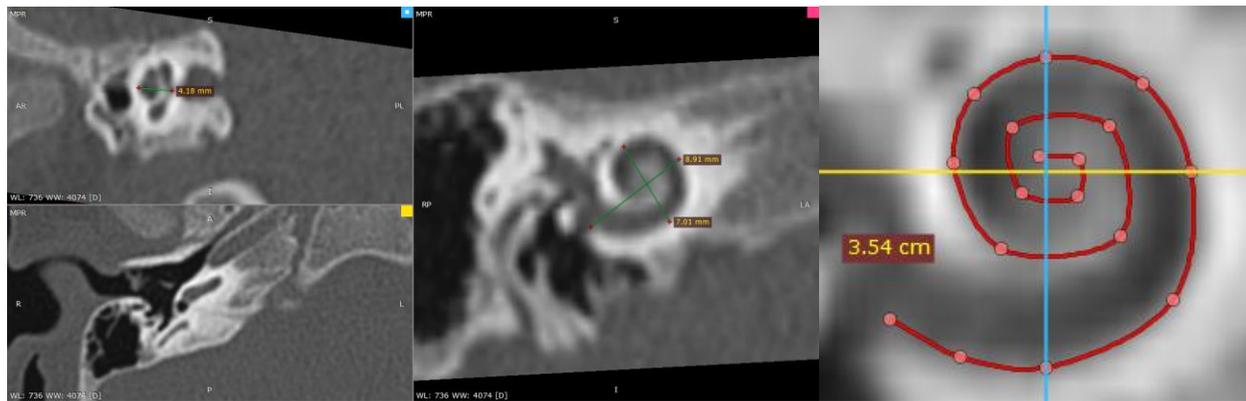
Anomalia del oído interno: No

23L.



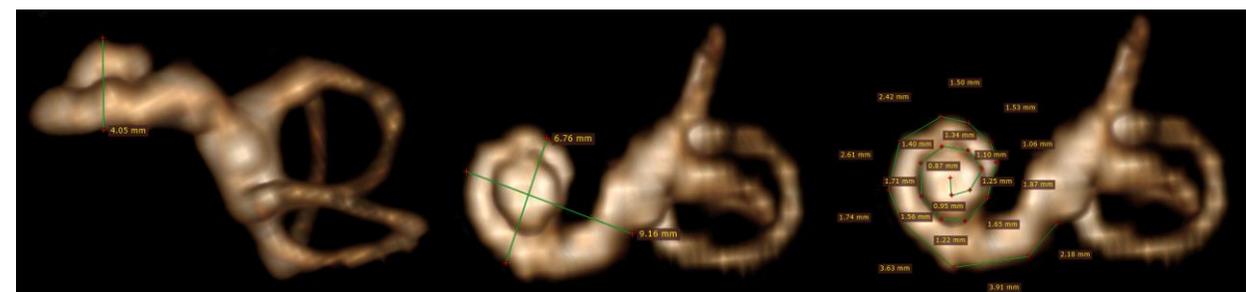
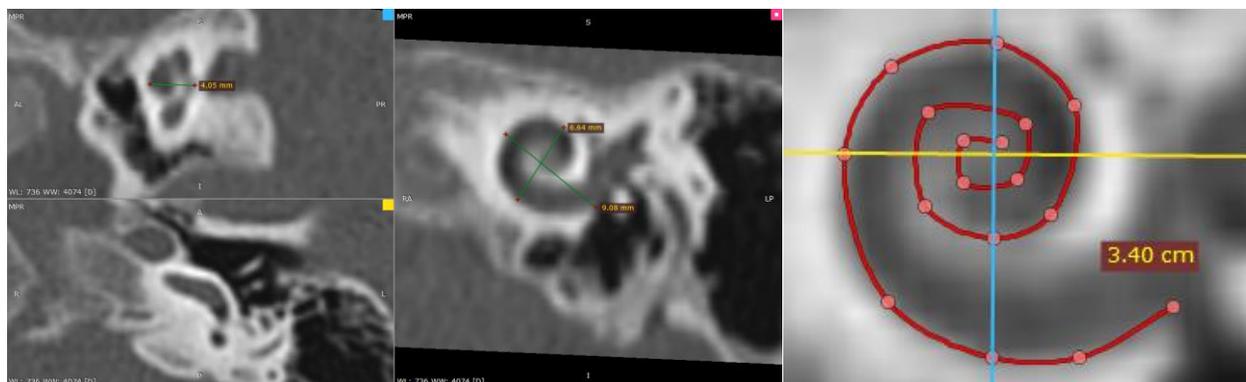
Anomalia del oído interno: No

24R.



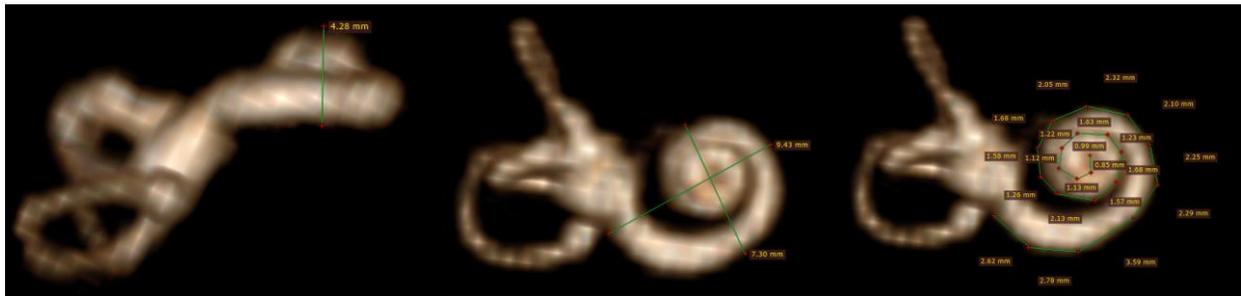
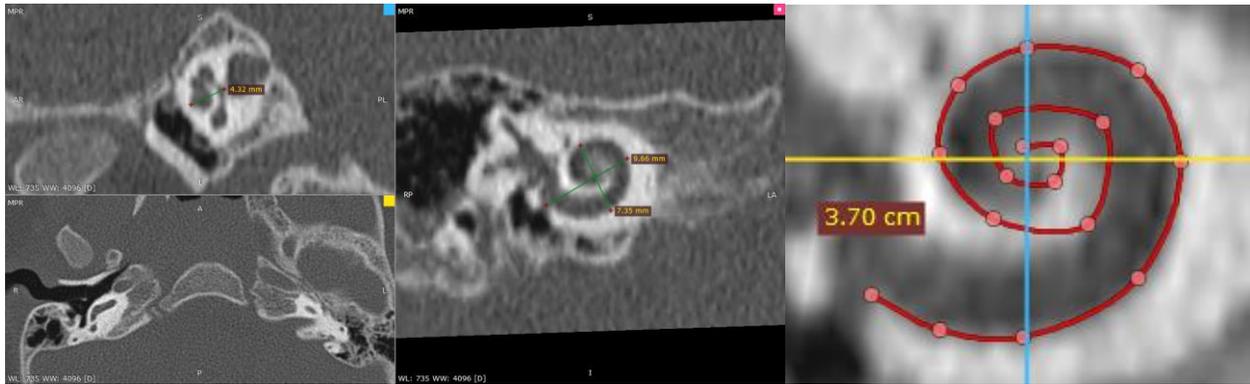
Anomalia del oído interno: No

24L.



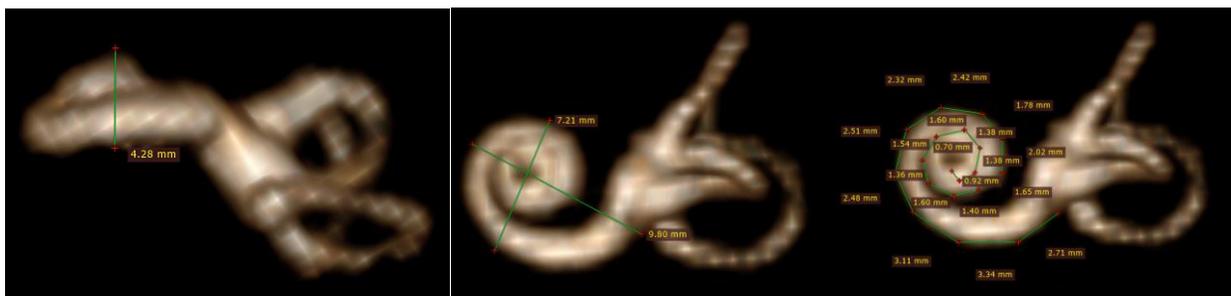
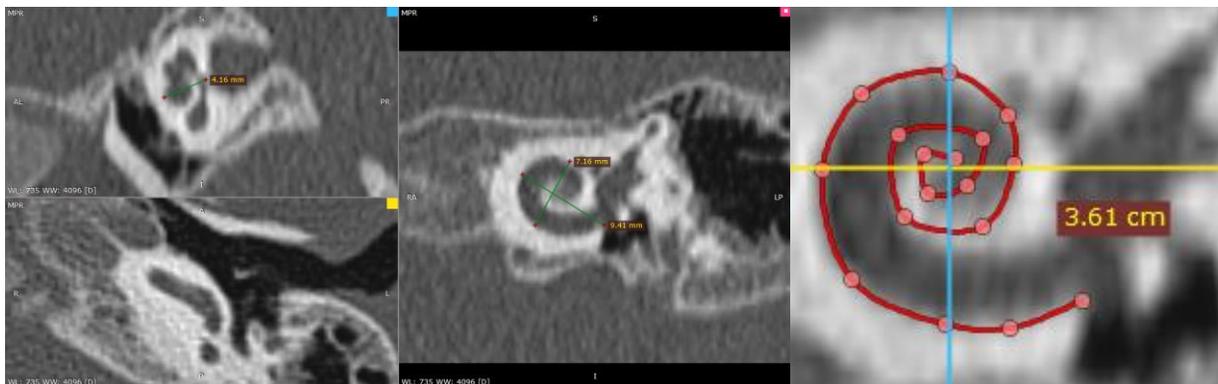
Anomalia del oído interno: No

25R.



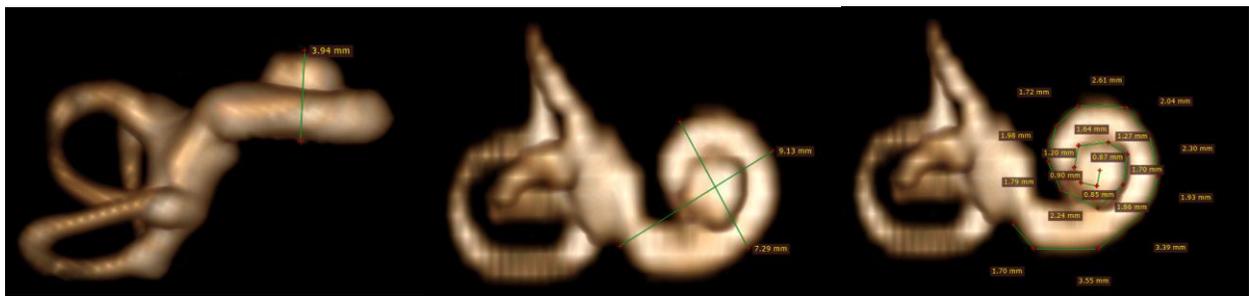
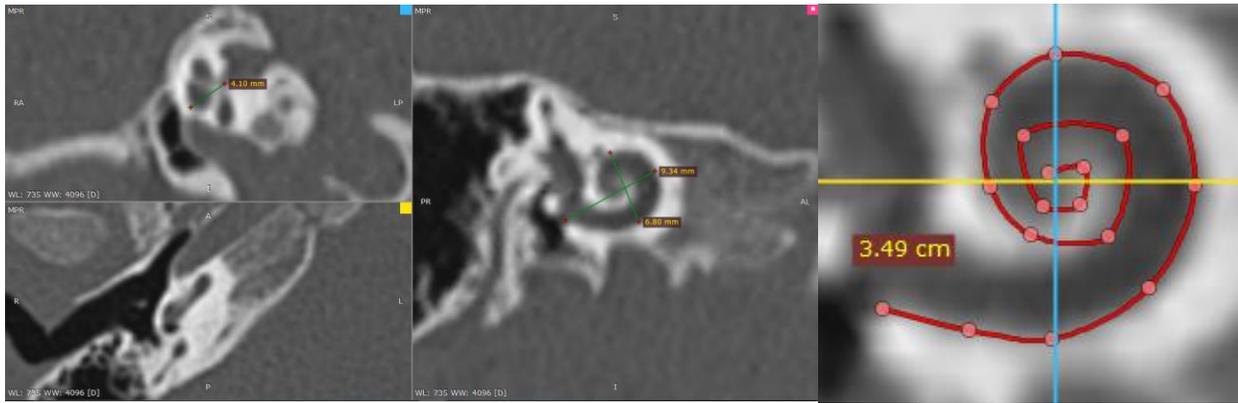
Anomalía del oído interno: No

25L.



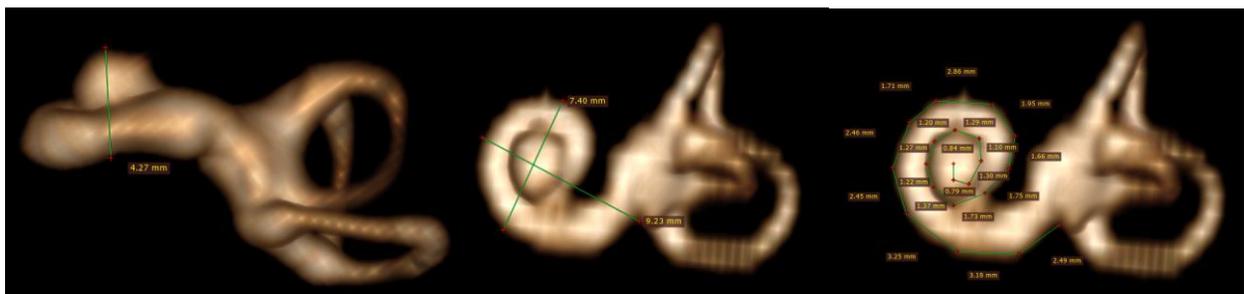
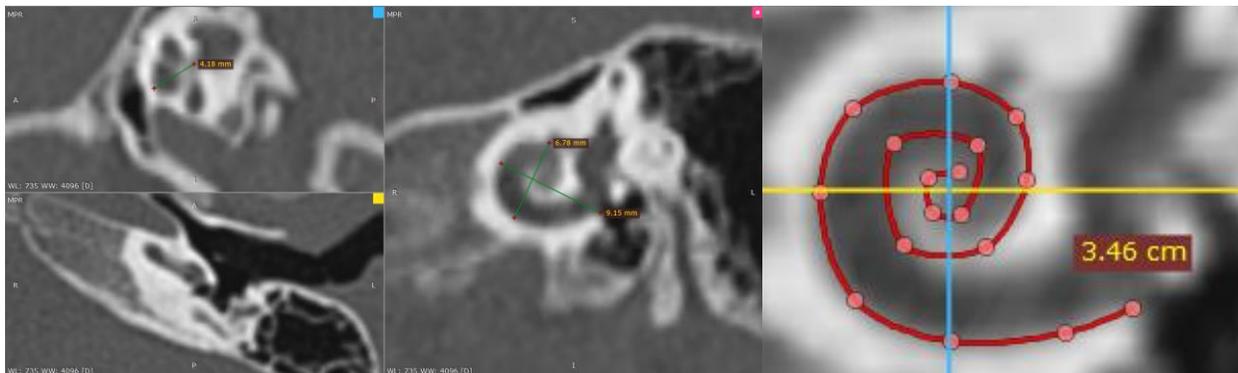
Anomalía del oído interno: No

26R.



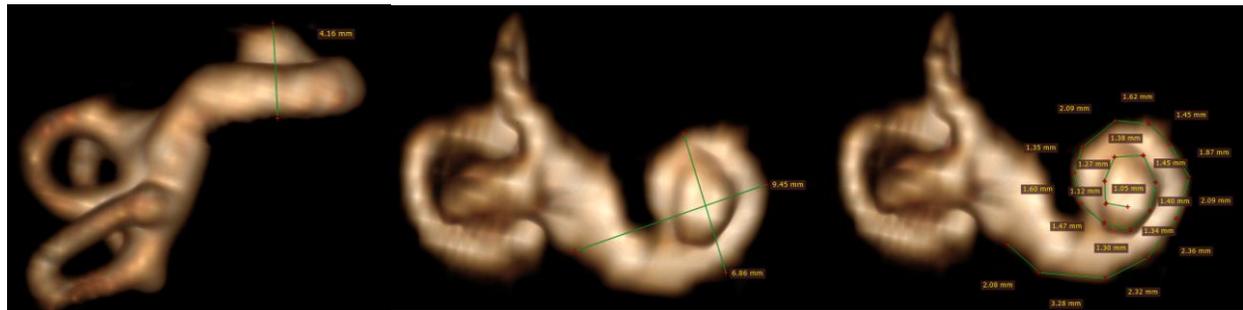
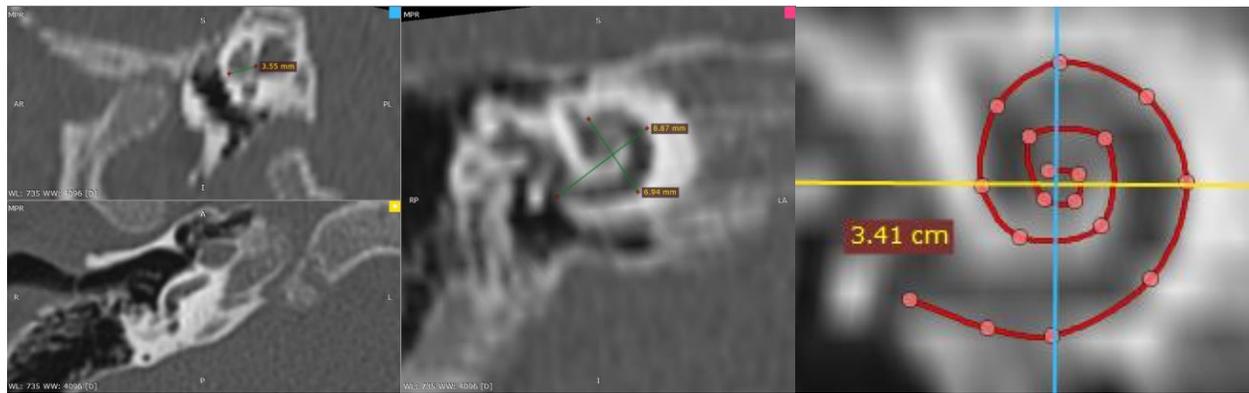
Anomalia del oído interno: No

26L.



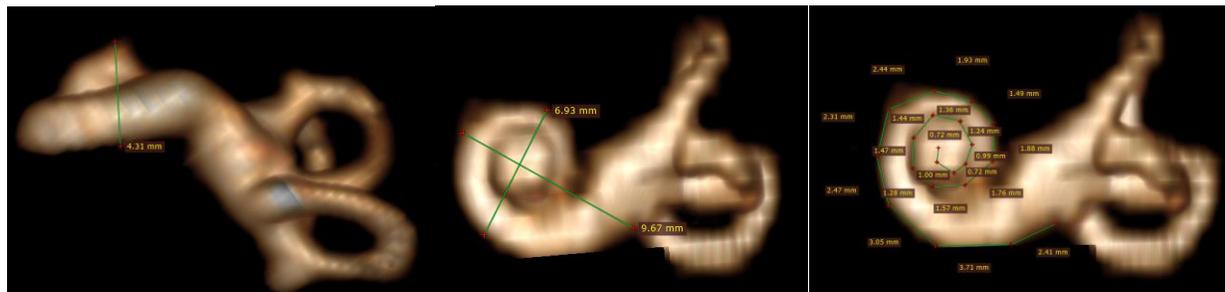
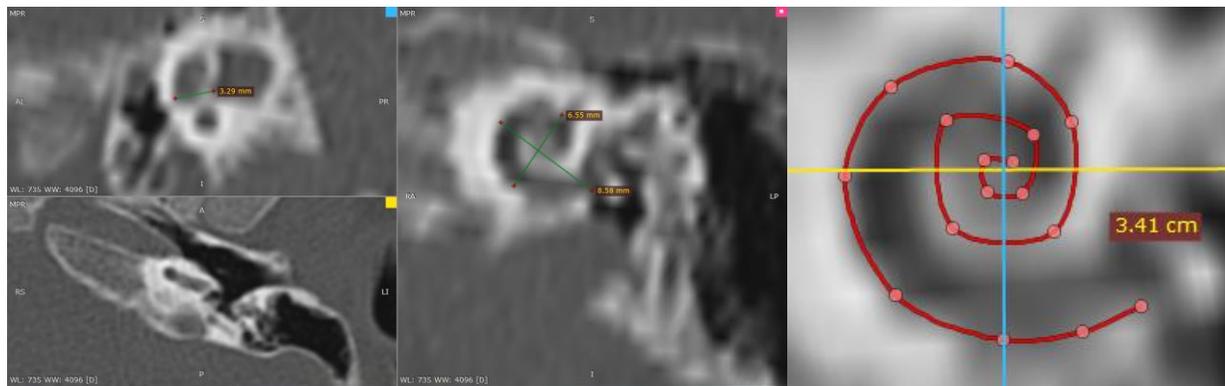
Anomalia del oído interno: No

28R.



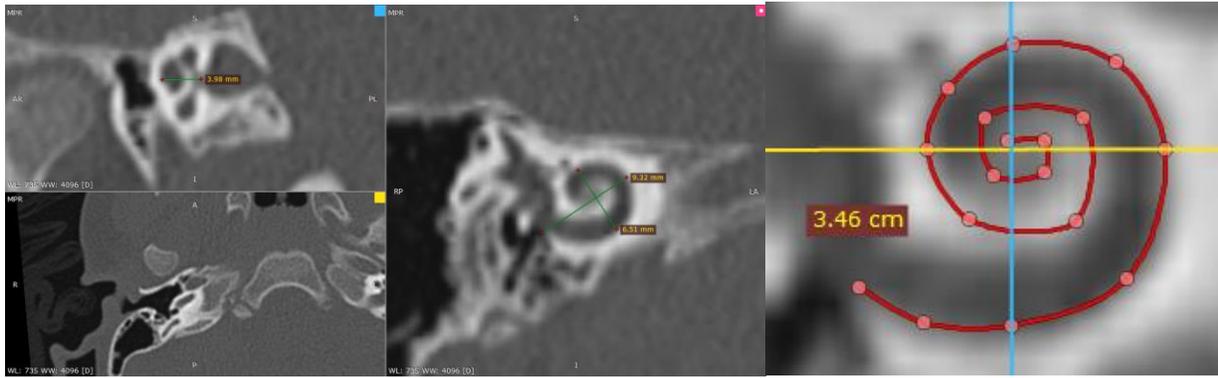
Anomalía del oído interno: No

28L.



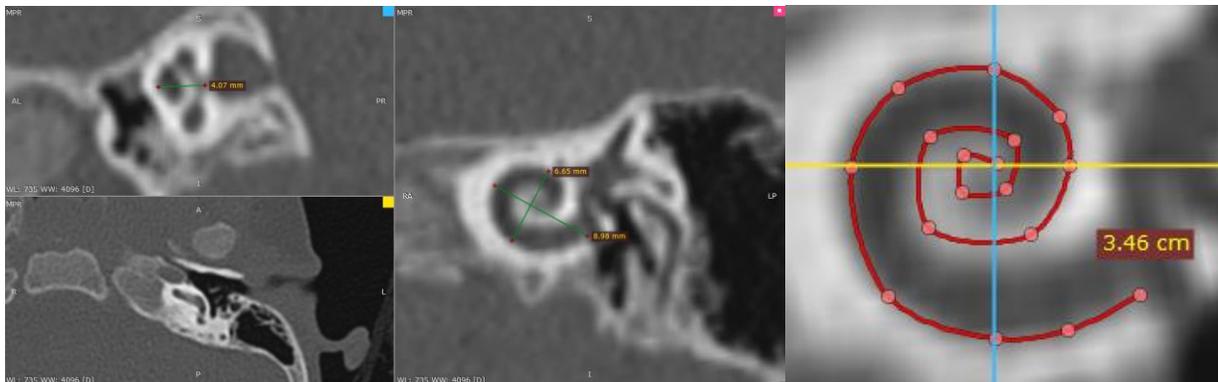
Anomalía del oído interno: No

30R.



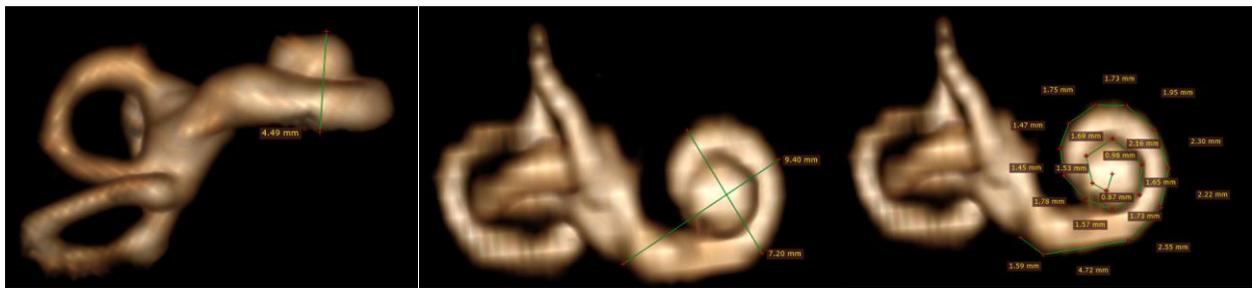
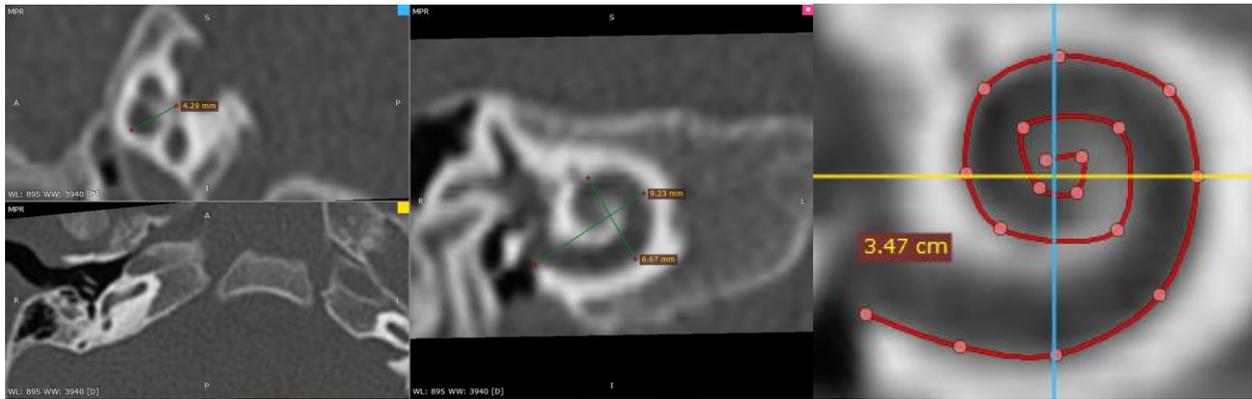
Anomalia del oído interno: No

30L.



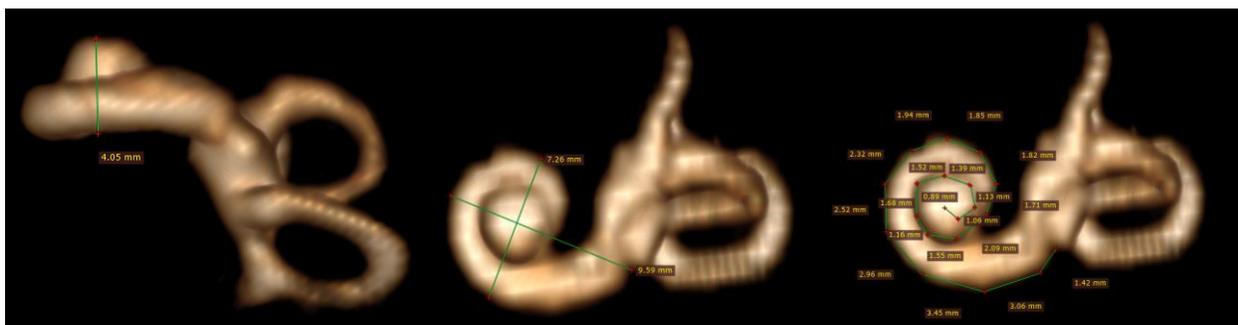
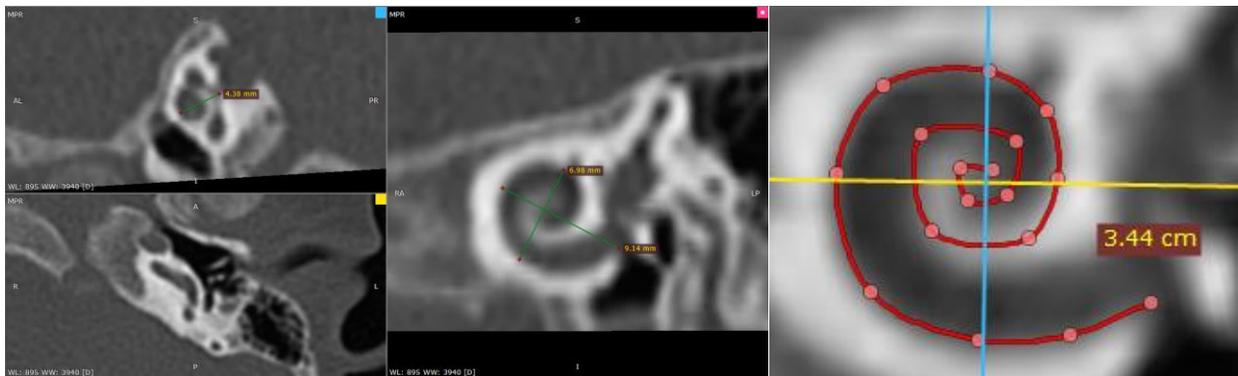
Anomalia del oído interno: No

31R.



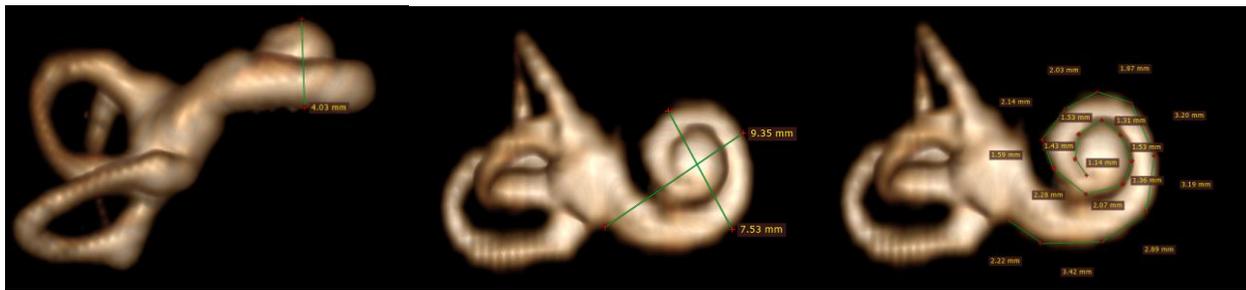
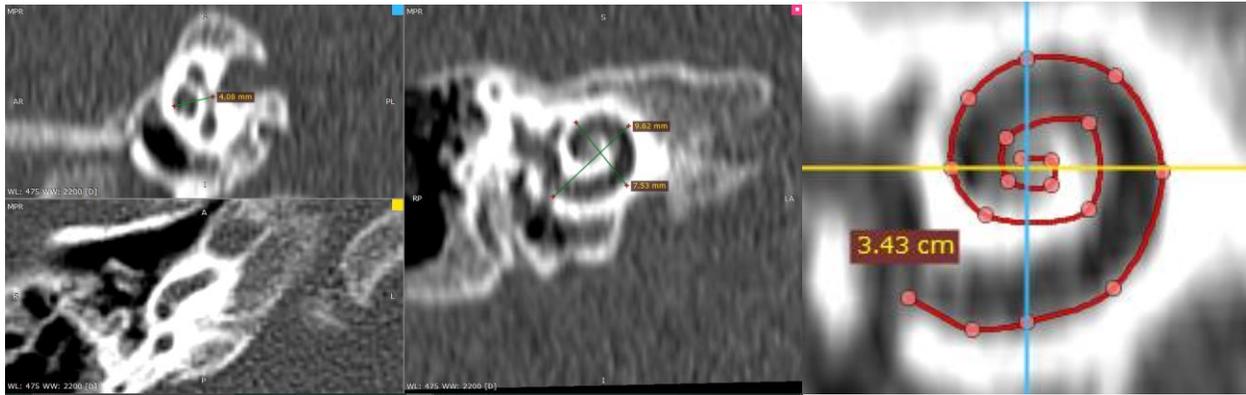
Anomalia del oído interno: No

31L.



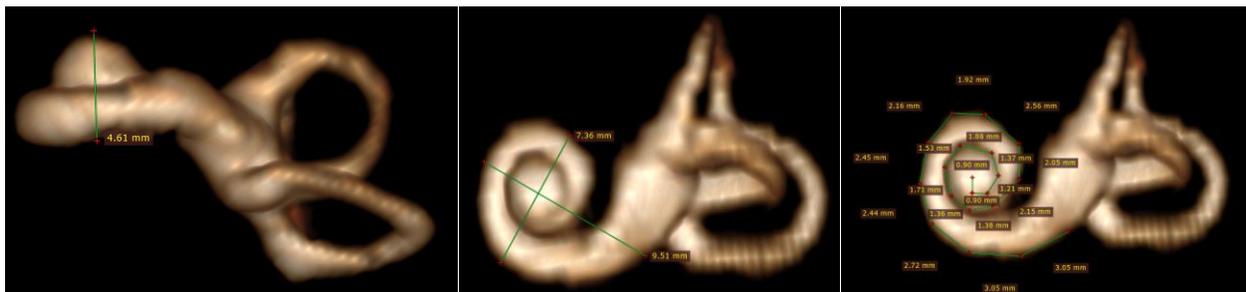
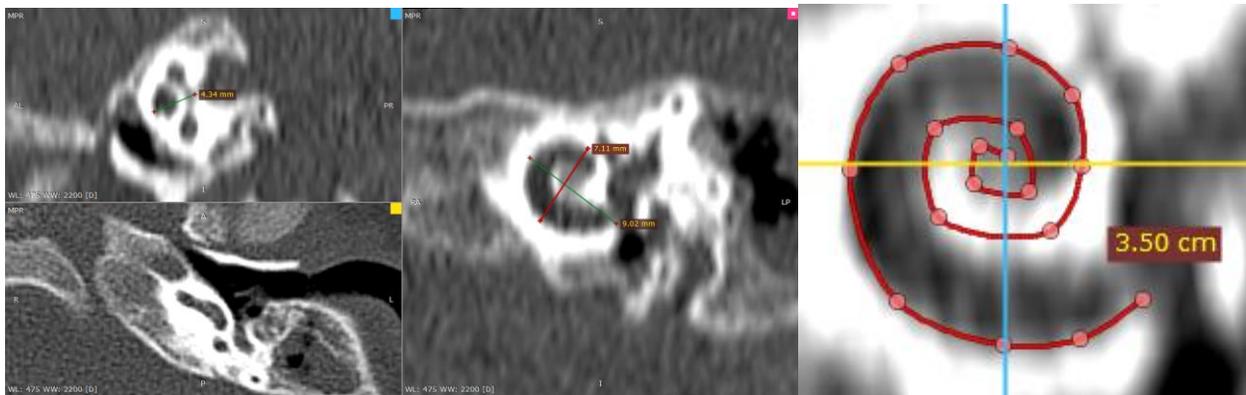
Anomalia del oído interno: No

32R.



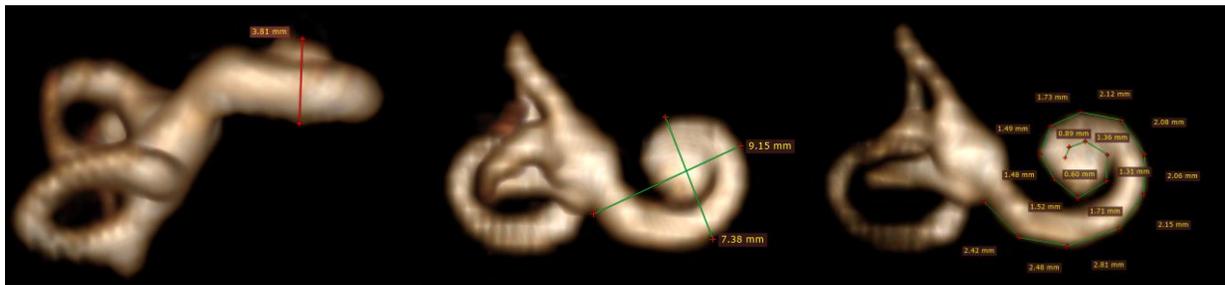
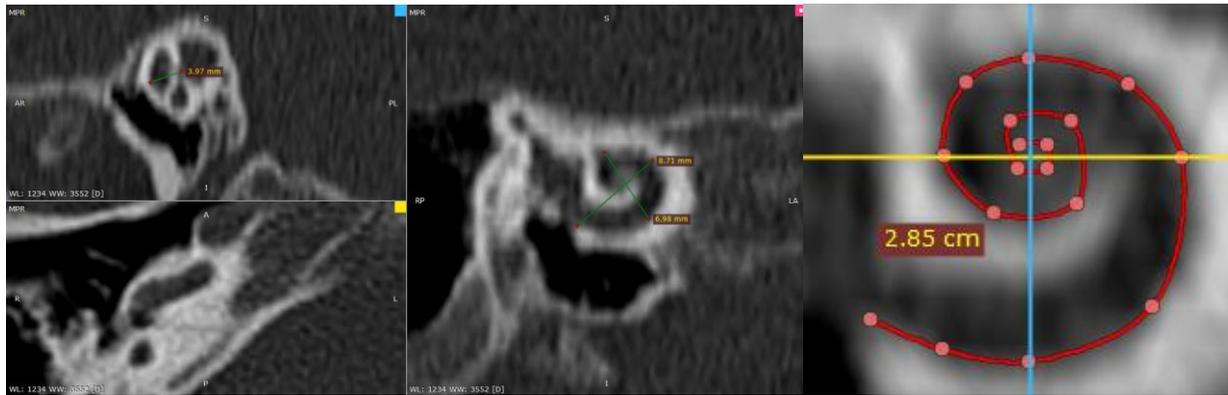
Anomalia del oído interno: No

32L.



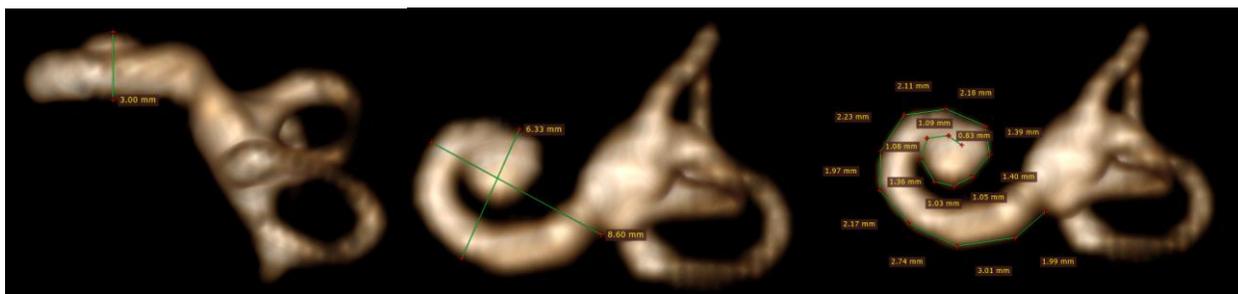
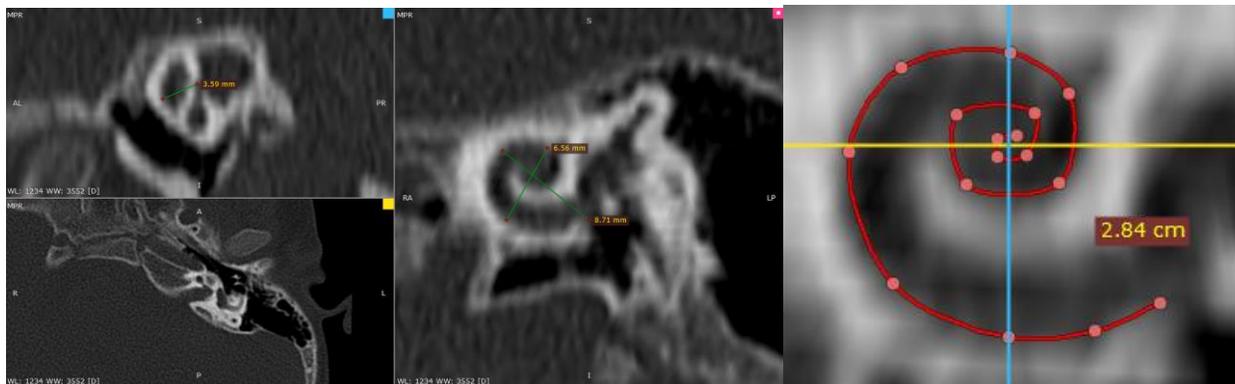
Anomalia del oído interno: No

33R.



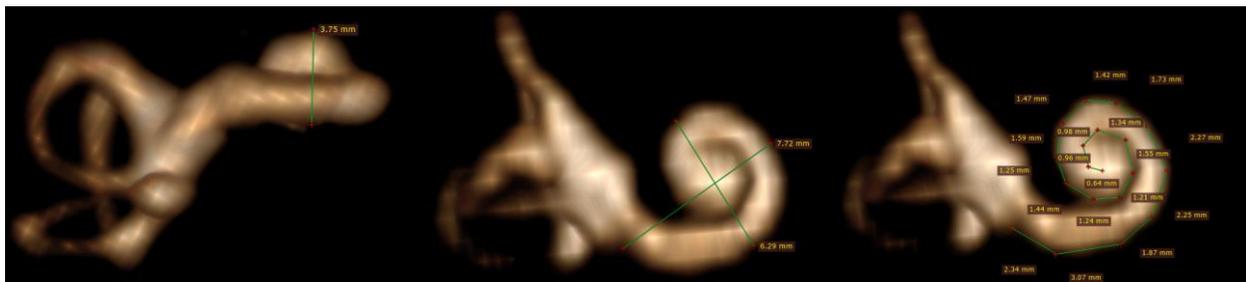
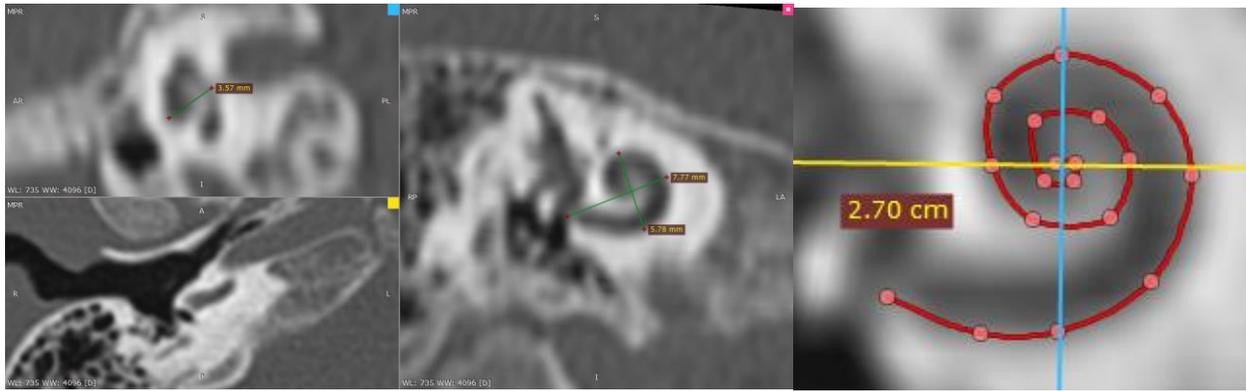
Anomalía del oído interno: No

33L.



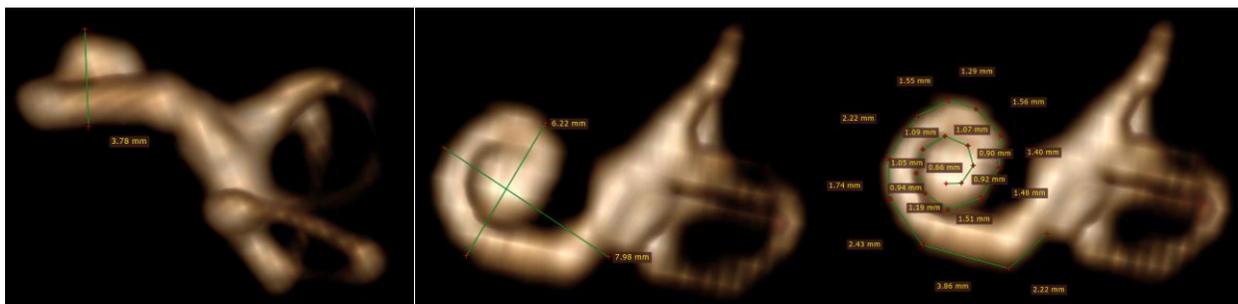
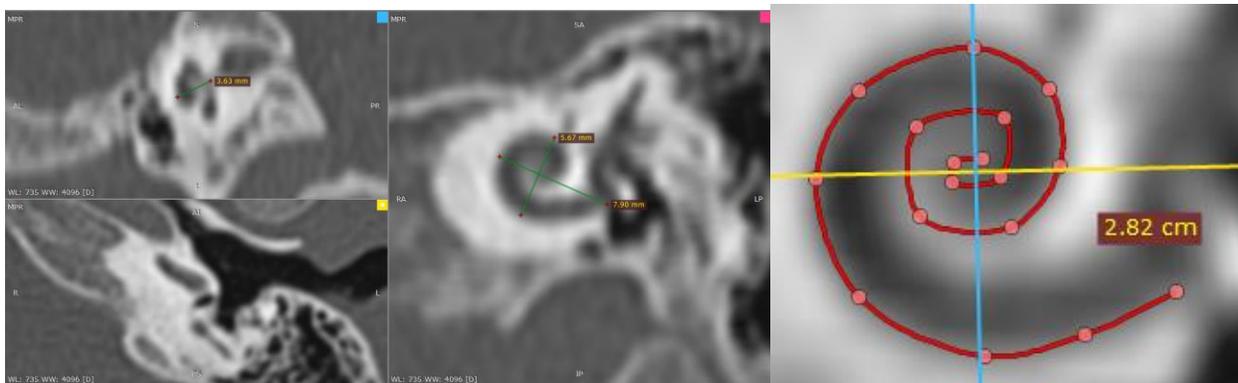
Anomalía del oído interno: No

34R.



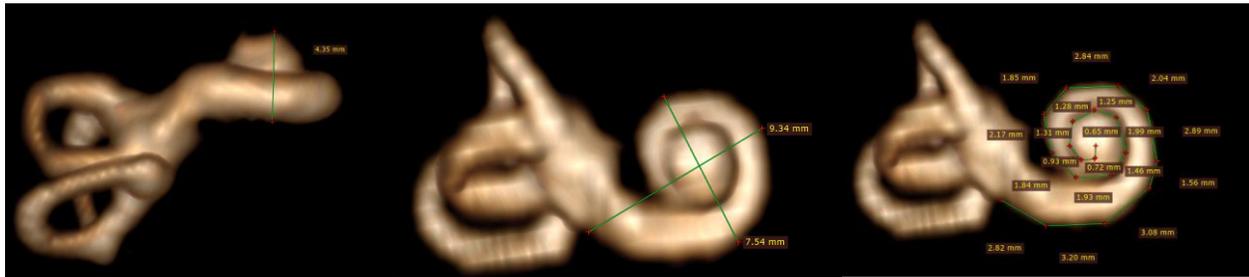
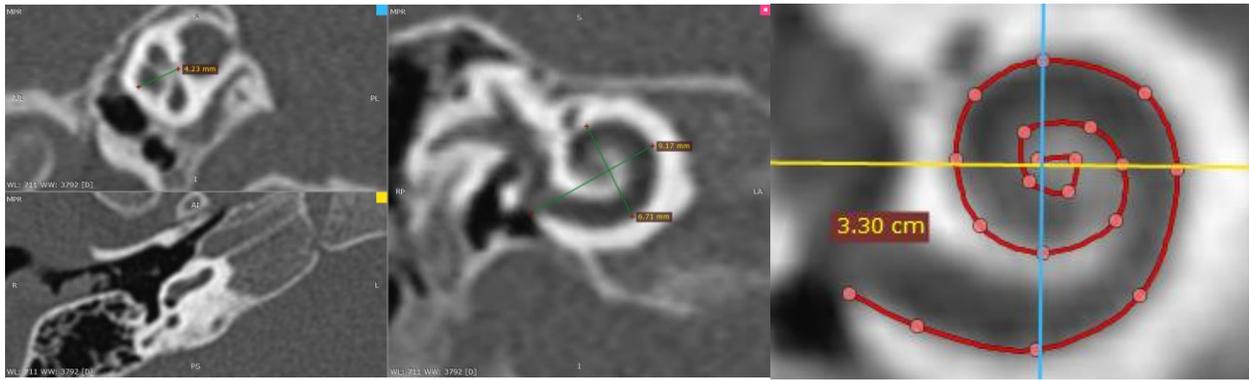
Anomalia del oído interno: No

34L.



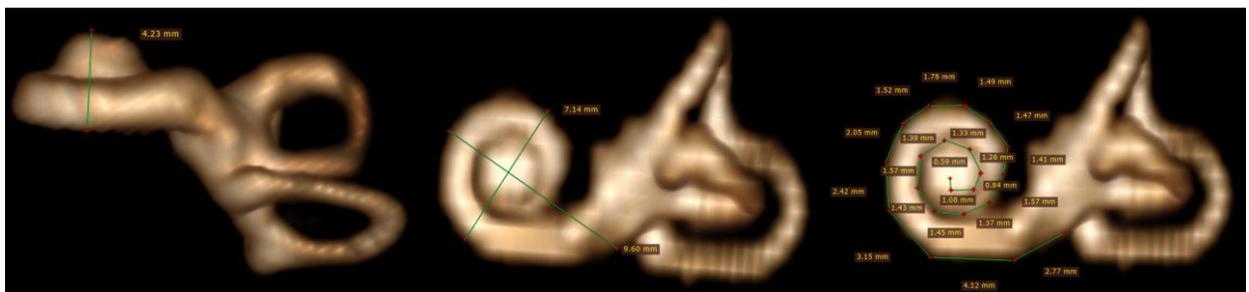
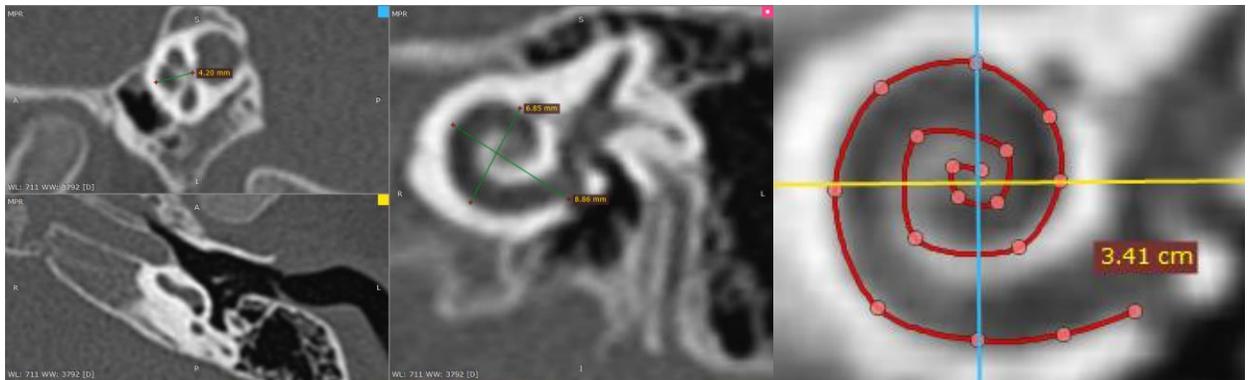
Anomalia del oído interno: No

35R.



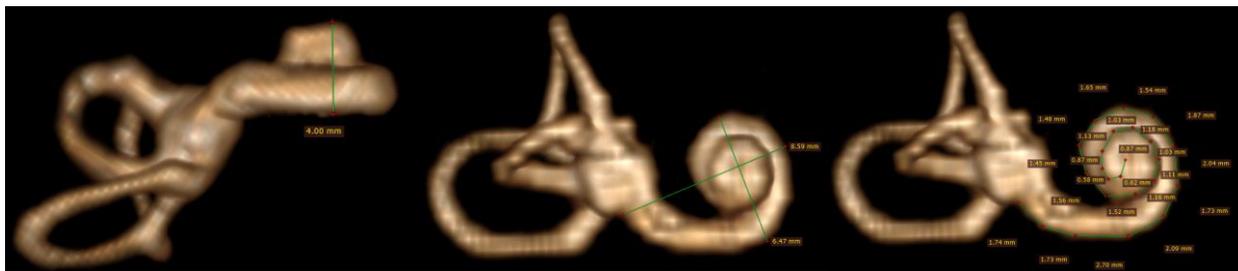
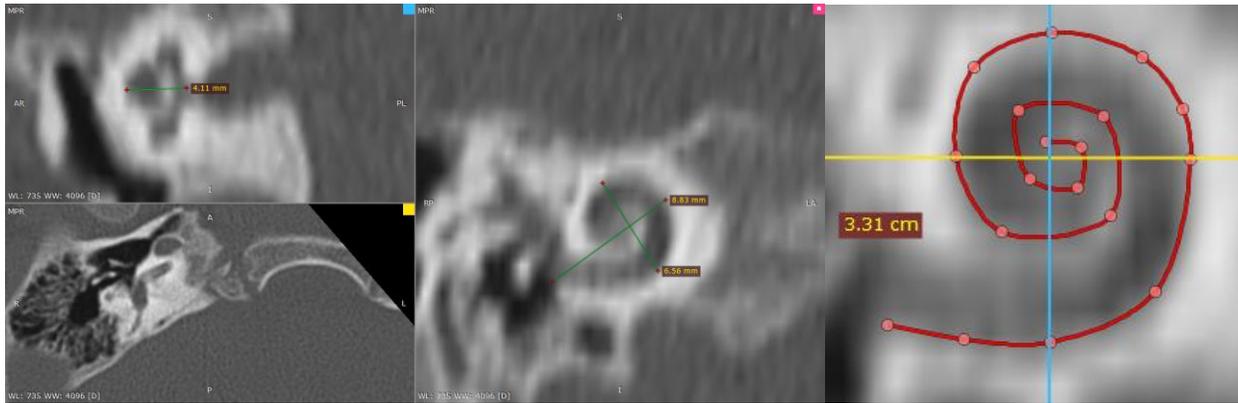
Anomalia del oído interno: No

35L.



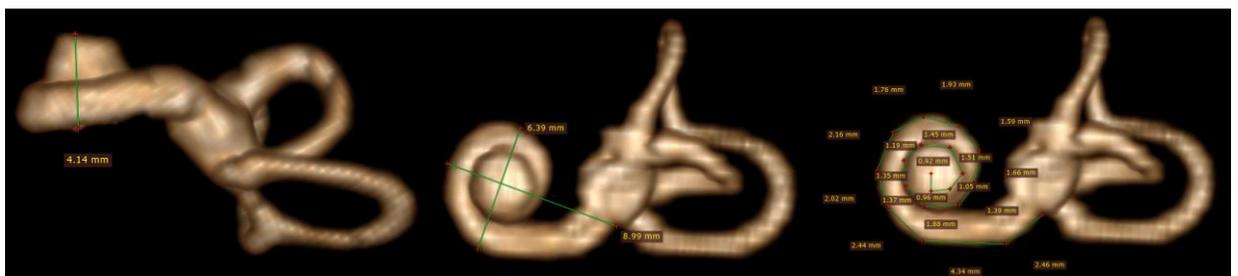
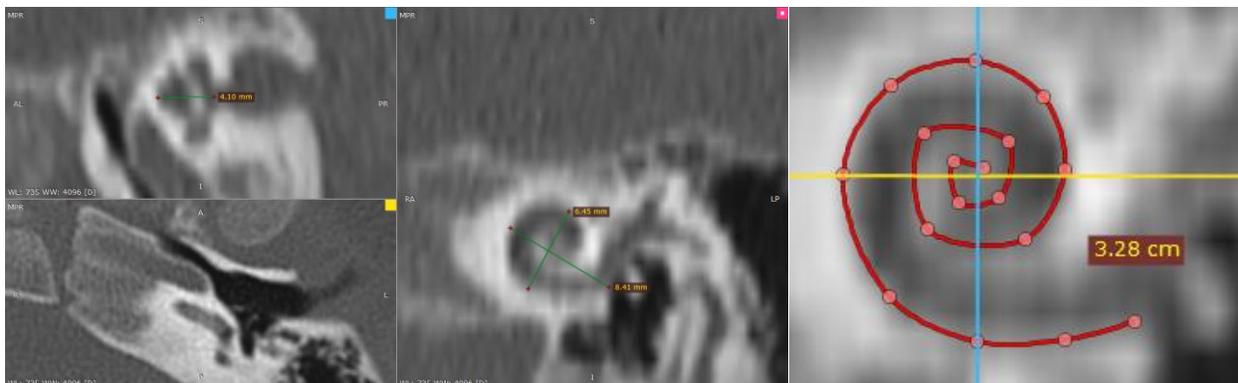
Anomalia del oído interno: No

37R.



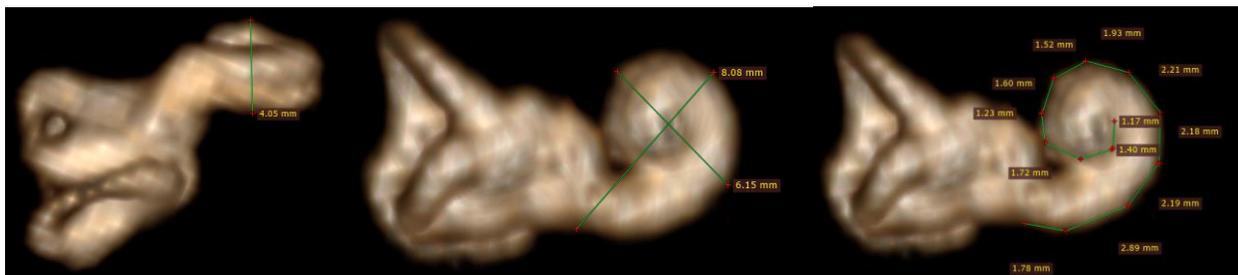
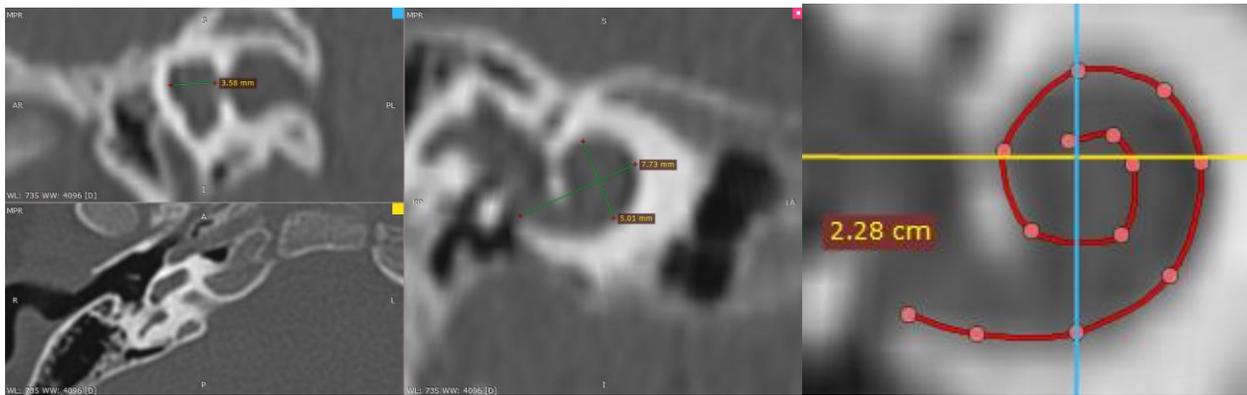
Anomalía del oído interno: No

37L.



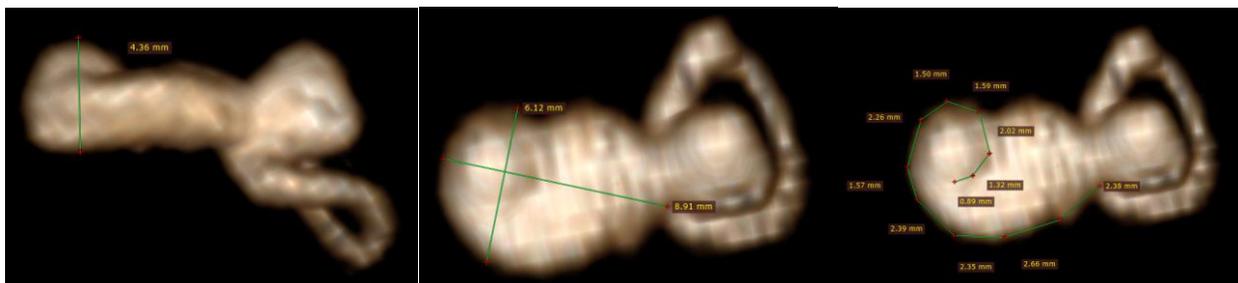
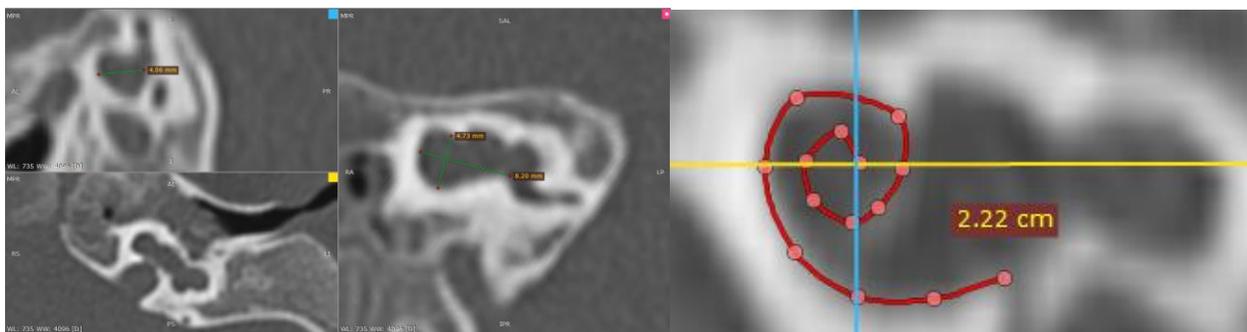
Anomalía del oído interno: No

38R.



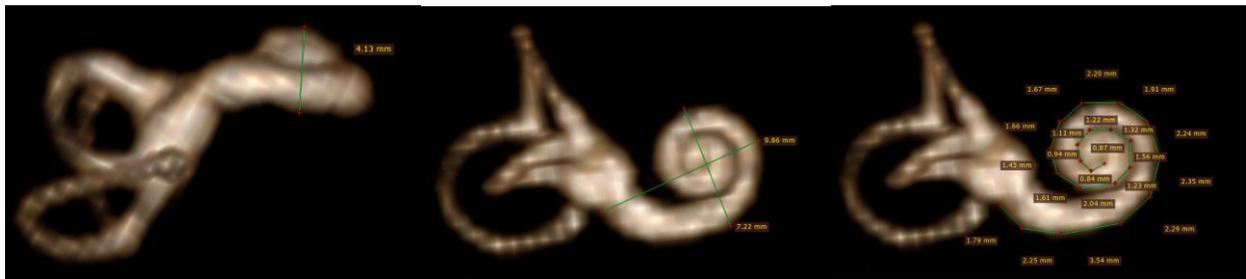
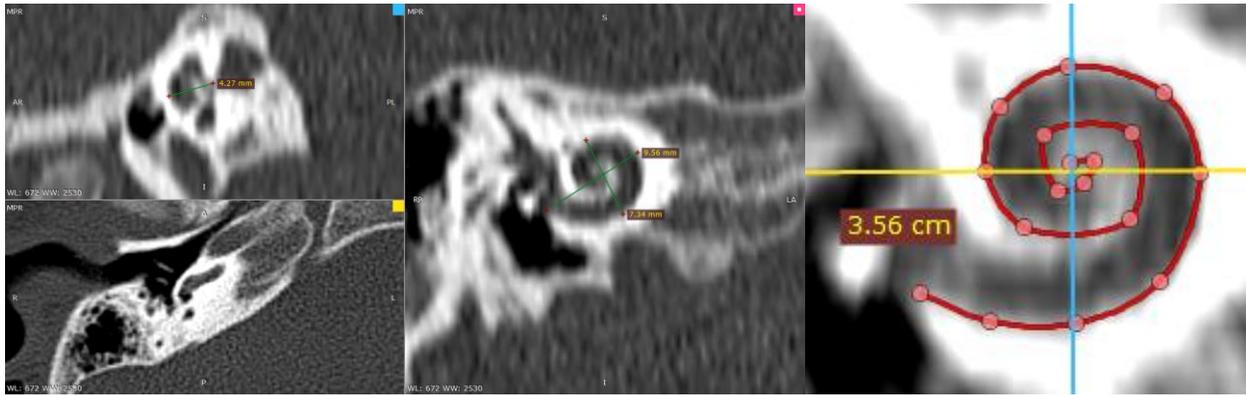
Anomalia del oído interno: Si, partición coclear incompleta, hipoplasia del conducto semicircular lateral.

38L.



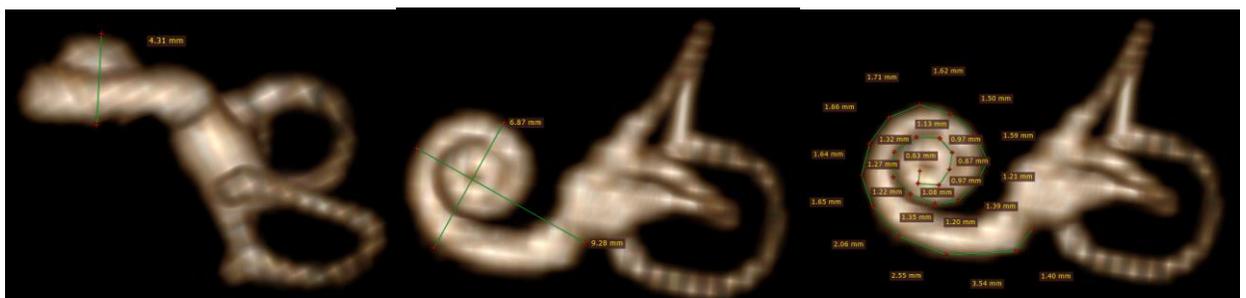
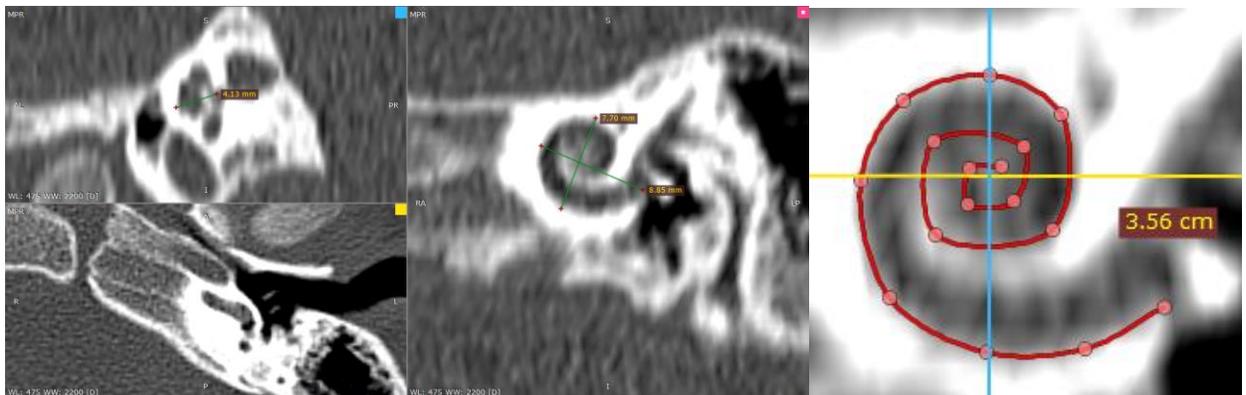
Anomalia del oído interno: Si, malformación de la cavidad común, aplasia del conducto semicircular lateral y conducto semicircular posterior.

40R.



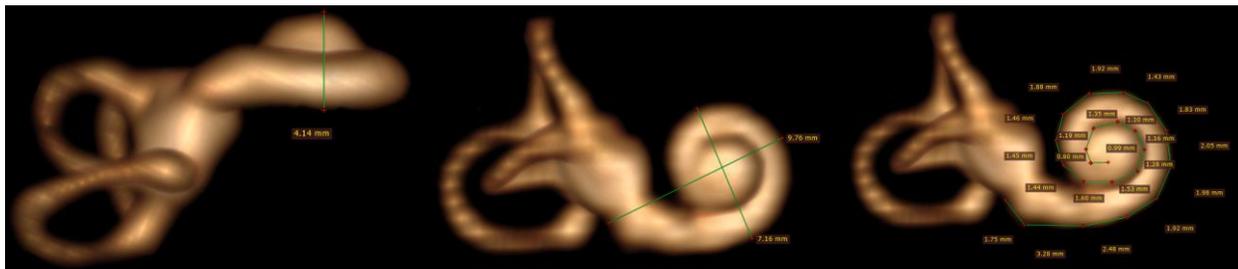
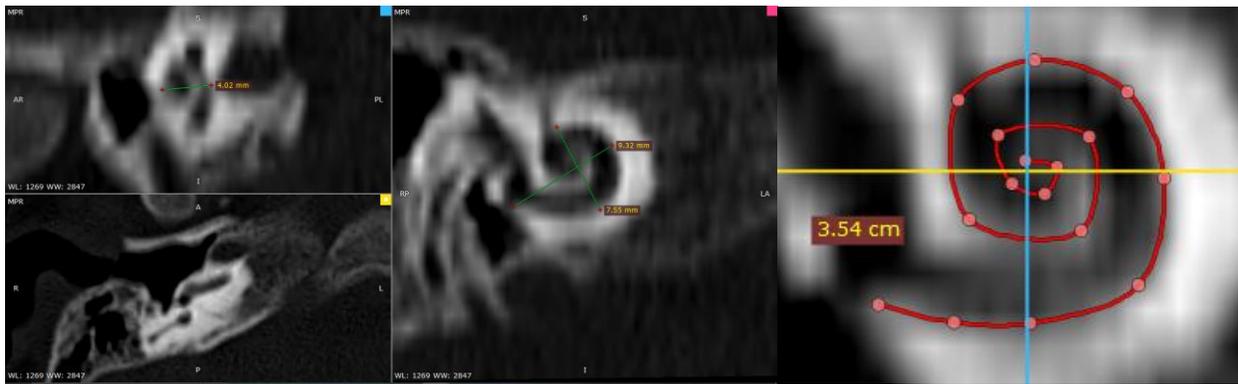
Anomalía del oído interno: No

40L.



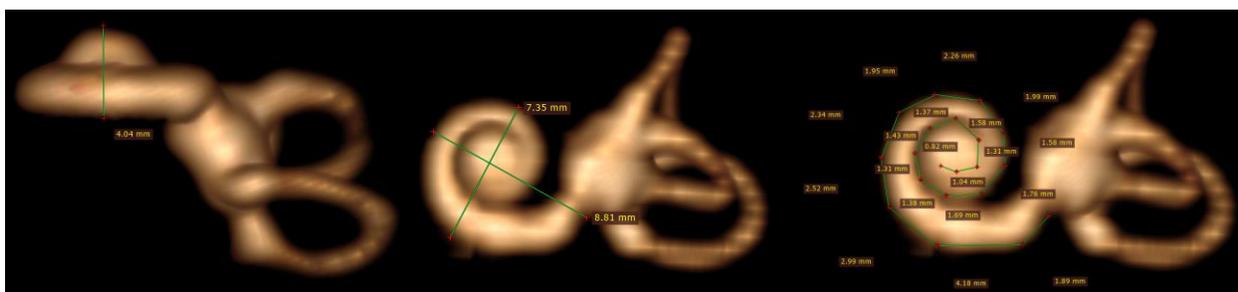
Anomalía del oído interno: No

41R.



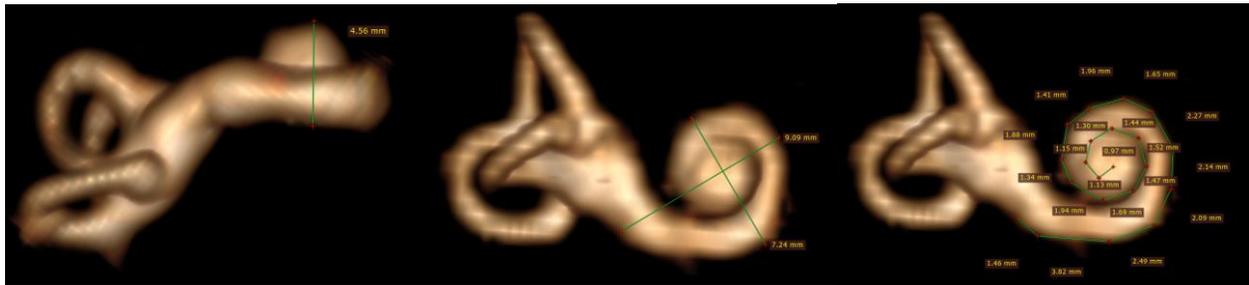
Anomalia del oído interno: No

41L.



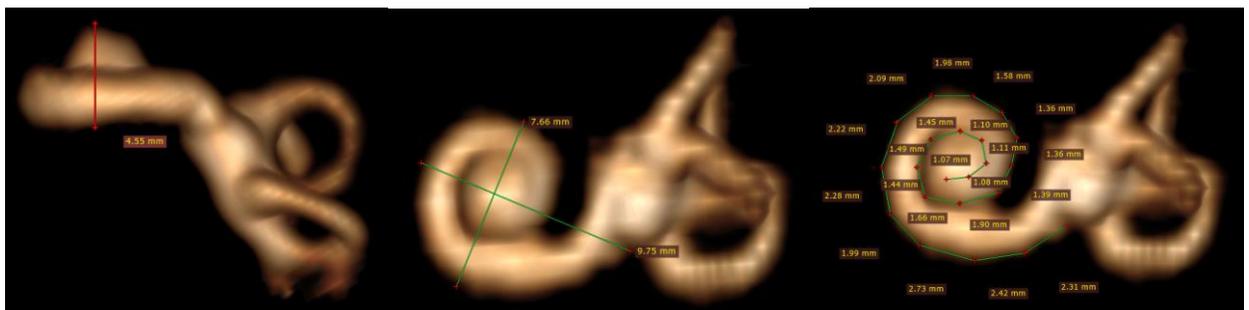
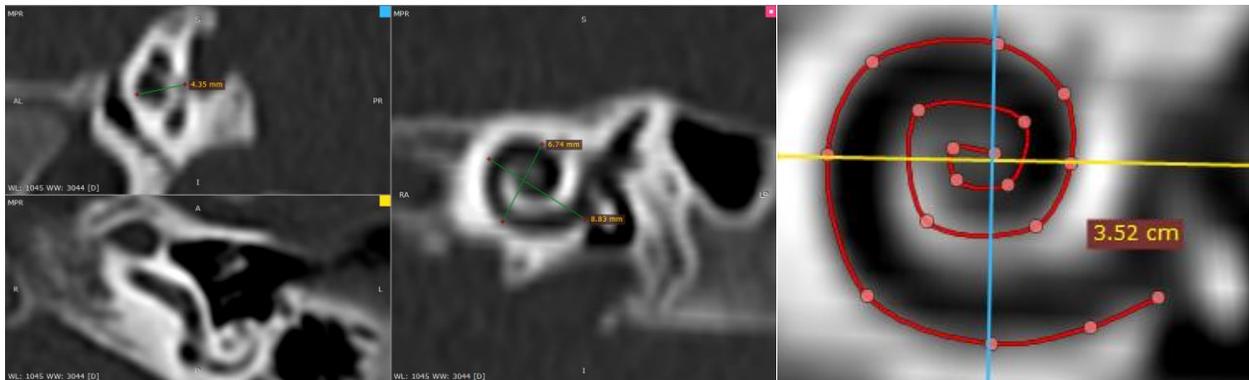
Anomalia del oído interno: No

42R.



Anomalía del oído interno: No

42L.



Anomalía del oído interno: No.