



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD

**HOSPITAL GENERAL “DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ
GARZA” DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL “LA RAZA”**

TÍTULO

**GRADOS DE NEUMATIZACIÓN DEL ÁPEX PETROSO POR
TOMOGRAFÍA COMPUTADA EN PACIENTES ADULTOS
DEL HOSPITAL GENERAL DEL CMN LA RAZA.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN IMAGENOLOGÍA
DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

PRESENTA:

DR. JOSÉ ITURIEL LOZANO FLORES

TUTOR PRINCIPAL:

**DR. BERNARDO RAMÍREZ GARCÍA
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE RADIOLOGÍA E
IMAGEN**

Facultad de Medicina



NÚMERO DE REGISTRO INSTITUCIONAL

R-2022-3502-099

Ciudad Universitaria, CD. MX., marzo de 2023.



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.

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Nombre: **Dr. Bernardo Ramírez García**

Adscripción: **Médico Radiólogo adscrito al servicio de Tomografía Computada en la UMAE Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza”**

Matrícula: 99364466

Domicilio: Calzada Vallejo y Jacarandas s/n, Colonia La Raza, Delegación Azcapotzalco, Ciudad de México. C.P. 02990.

Teléfono: 5522531946

Correo electrónico: **sutori619@gmail.com**

INVESTIGADOR TESISISTA

Nombre: **Dr. José Ituriel Lozano Flores**

Adscripción: **Médico Residente de cuarto año de la especialidad de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica con sede en la UMAE Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza”**

Matrícula 97364822

Domicilio: Calzada Vallejo y Jacarandas s/n, Colonia La Raza, Delegación Azcapotzalco, Ciudad de México. C.P. 02990.

Teléfono: 7441651271

Correo electrónico: **dr.ituriellz@gmail.com**

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA"
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"



**GRADOS DE NEUMATIZACIÓN DEL ÁPEX PETROSO POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA
EN PACIENTES ADULTOS DEL HOSPITAL GENERAL DEL CMN LA RAZA.**

DRA. MARÍA TERESA RAMOS CERVANTES

DIRECTORA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD.
HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA"
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA".

DR. BERNARDO RAMÍREZ GARCÍA

INVESTIGADOR PRINCIPAL
MÉDICO RADIÓLOGO ADSCRITO AL SERVICIO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN.
HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA"
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA".

DR. DANIEL FLORES SORCIA

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA.
HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA"
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA".

DR. JOSÉ ITURIEL LOZANO FLORES

TESISTA
MÉDICO RESIDENTE DE CUARTO AÑO DE IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y
TERAPÉUTICA DEL HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA"
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA".



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **3502**.
HOSPITAL GENERAL Dr. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA, CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA

Registro COFEPRIS **18 CI 09 002 001**
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 09 CEI 027 2017101**

FECHA **Miércoles, 26 de octubre de 2022**

M.E. BERNARDO RAMIREZ GARCIA

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **GRADOS DE NEUMATIZACIÓN DEL ÁPEX PETROSO POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA EN PACIENTES ADULTOS DEL HOSPITAL GENERAL DEL CMN LA RAZA**, que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **APROBADO**:

Número de Registro Institucional
R-2022-3502-099

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Dr. Guillermo Careaga Reyna
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3502

Imprimir

DEDICATORIA

A mi familia, que, aunque es pequeña es la más hermosa.

Todo mi esfuerzo es para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A Karla, mi amada y compañera de vida, junto a quien hemos cuidado lo valioso que hay en nuestra familia. Gracias por siempre ser y estar.

A mi madre, quien toda la vida solo me ha ofrecido su apoyo incondicional.

A mi hermana, quien siempre ha sido admirada por su hermano menor.

A mi profesor Bernardo Ramírez, quien ha sido el responsable de que este proyecto se llevara a término.

A mi amigo Michel Martínez, porque sin cuyo apoyo este proyecto solo existiría en la imaginación.

A mis profesores de la especialidad, quienes me guiaron durante el inicio de este viaje de autodescubrimiento, el cual, ahora sigo por mi cuenta.

A los amigos que hice durante la residencia, cuyas personalidades, las cuales atesoro, crearon un ambiente ideal para un periodo tan importante de nuestro desarrollo humano y profesional. Las risas no faltaron.

A mí, por ir en búsqueda de una vida tranquila.

ÍNDICE

1. RESUMEN	8
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 La tomografía computada en la evaluación de hueso temporal	11
2.2 Ápex petroso, una estructura poco conocida	13
2.3 Neumatización del ápex petroso	15
3. JUSTIFICACIÓN	20
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	21
6. OBJETIVOS	21
7. HIPÓTESIS	22
8. DISEÑO METODOLÓGICO	22
9. MATERIAL Y MÉTODOS	22
10. SECCIÓN DE ÉTICA	31
11. RESULTADOS	33
12. DISCUSIÓN	39
13. CONCLUSIÓN	40
14. PERSPECTIVAS FUTURAS	40
15. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	41
16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
17. ANEXOS	46

1. RESUMEN

Antecedentes. El grado de neumatización del ápex petroso de hueso temporal es variable y tiene implicaciones en la patogenia de enfermedades inflamatorias y neoplásicas, estas celdillas neumatizadas y los tractos de comunicación hacia el resto de las porciones aireadas del hueso temporal representan vías de diseminación de diversas patologías. El reconocimiento de la neumatización del ápex petroso es clave en la planeación de un abordaje quirúrgico y debe ser considerado como factor pronóstico en cirugías relacionadas.

Objetivo. Describir las características de la neumatización del ápex petroso evaluada por tomografía computada de alta resolución en pacientes adultos derechohabientes del Hospital General de CMN La Raza.

Material y métodos. Estudio retrospectivo, transversal y observacional. Se identificó el grado de neumatización del ápex petroso por tomografía computada acorde a la clasificación de Han *et al.*, tomando como referencia anatómica al laberinto óseo, y que además cumpla con los criterios de inclusión por nuestro protocolo, utilizando los archivos del Sistema de Comunicación y Archivado de Imágenes (PACS por sus siglas en inglés) del Hospital General del CMN La Raza, realizando estadística descriptiva e inferencial, y presentando los resultados en tablas de contención y gráficos. Para las variables demográficas y las variables cuantitativas se utilizará el programa estadístico SPSS en su versión 24.

Recursos e infraestructura. Se utilizaron los estudios tomográficos en alta resolución de hueso temporal almacenados en el Sistema de Comunicación y Archivado de Imágenes del Hospital General del CMN La Raza y estos fueron analizados por un médico especialista en tomografía.

Experiencia del grupo. El investigador principal, así como el personal médico con especialidad en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica cuentan con amplia experiencia en la interpretación de tomografía computada de hueso temporal.

Tiempo de desarrollo: 12 meses.

Resultados: Se incluyeron 215 pacientes en el estudio, 150 (69.8%) mujeres y 65 (30.2%) hombres. La edad media general fue de 49.9 (\pm 14.1) años. Ambos

géneros resultaron ser estadísticamente iguales respecto a la presencia de neumatización. Tras determinar el grado de neumatización del ápex petroso, el más frecuente fue el tipo I, seguida del tipo II, el tipo III y la menos frecuente fue el tipo IV de para ambos lados. Respecto a la lateralidad en la neumatización de los ápex petrosos en un mismo individuo, se encontró que la neumatización asimétrica se asocia con edades significativamente mayores que aquellos individuos con neumatización simétrica. El rango de edad para cada grado de neumatización del ápex petroso no demostró ser estadísticamente significativa al compararse entre sí.

Conclusión: Las características de la neumatización del ápex petroso en la población del Valle de México atendida en la UMAE Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” son similares a las reportadas en la literatura internacional. La neumatización asimétrica de los ápex petrosos en un mismo individuo se asocia con edades significativamente mayores que aquellos individuos con neumatización simétrica. La edad y el sexo no demostraron ser variables significativamente asociadas al grado de neumatización del ápex petroso.

2. MARCO TEÓRICO

El hueso temporal es un hueso par situado bilateralmente, constituye la base lateral del cráneo y forma parte de la fosa media y fosa posterior. (1) A través de él ciertas estructuras nerviosas y vasculares cruciales tienen su trayecto, entre ellas se encuentra la arteria carótida interna, la vena yugular y los nervios craneales VII y VIII por mencionar algunas, además, es el contenedor del oído el cual es un órgano especializado que ayuda al equilibrio y a la audición. (2,3)

El hueso temporal es complejo desde el punto de vista anatómico, por lo que para poder analizar su estructura se debe entender que se encuentra compuesto por cinco porciones: (1)

- 1) petrosa, porción interna que conforma la mayoría de la estructura interna del hueso temporal y contiene la mayoría de las estructuras neurovasculares críticas;
- 2) mastoidea, contiene las celdillas mastoideas y forma una saliente ósea en su cara inferior conocida como proceso mastoideo en el cual se insertan los músculos esternocleidomastoideos, esplenio de la cabeza y longísimo de la cabeza;
- 3) escamosa, porción adelgazada situada lateral al cráneo, en su superficie externa se inserta el músculo temporal, en su superficie interna discurren las arterias meníngeas;
- 4) timpánica, conformando el conducto auditivo externo óseo y oído medio, y;
- 5) estiloides, proceso óseo inferior situado inmediatamente anterior al agujero estilomastoideo, salida del nervio facial.

Otro aspecto que agrega complejidad es las variaciones en su neumatización. En el desarrollo del hueso temporal un paso importante es la neumatización, la cual consiste en la formación de celdillas llenas de aire y cubiertas por epitelio dentro del mismo hueso. Dicho proceso inicia nivel del antro mastoideo durante la etapa prenatal y se caracteriza por la presencia de epitelio proveniente del epítimpano, pero no es hasta la etapa posnatal que la transición a celdillas aireadas da comienzo y continúa de forma gradual para finalizar entre la primera y segunda

décadas de la vida o, en ocasiones, hasta más tarde en la edad adulta. (4) En adultos, la neumatización del hueso temporal se da en cinco regiones: oído medio, mastoides, perilaberíntico, ápex petroso y células aéreas accesorias. (5)

El aire en hueso temporal tiene relevancia al funcionar como un depósito aéreo del oído medio en caso de que la tuba faringotimpánica presente una disfunción, evitando así la progresión de una presión negativa debido a la reabsorción del aire en el oído medio y, por consiguiente, el desarrollo de una otitis media. (6) También se ha informado que la neumatización del hueso temporal tiene una función amortiguadora en pacientes con fractura de hueso temporal. (7)

2.1 La tomografía computada en la evaluación de hueso temporal

La evaluación de hueso temporal suele ser un desafío, por lo que las imágenes deben ser lo suficientemente sensibles y permitir identificar las anormalidades anatómicas, los procesos inflamatorios, las lesiones ocupativas y los cambios en la densidad ósea. (8)

Los tomógrafos con 16, 32, 64, 128, 256 y 320 filas de detectores se han convertido con el paso del tiempo en una herramienta más común y a su vez en un método diagnóstico importante. (9) La tomografía computada multidetector ha permitido que la visualización de una estructura tan compleja como lo es el hueso temporal sea una realidad, esto gracias a su facilidad en la adquisición de vóxeles isotrópicos que en el procesamiento de imagen pueden reconstruirse para elaborar imágenes multiplanares. (3) Otras características que ofrece son tiempo breve de adquisición, configuración en la extensión del área de interés, alta resolución gracias al detalle anatómico submilimétrico, la fiabilidad de una adecuada evaluación del tejido óseo y una obtención simultánea de imágenes de ambos huesos temporales. (8,10)

La evaluación bidimensional no es la única alternativa, ciertas aplicaciones en las estaciones de trabajo de los equipos tomográficos permiten el procesamiento volumétrico de hueso temporal lo que permite tanto un análisis anatómico normal y de ciertas condiciones patológicas gracias a su procesado rápido. (11)

La tomografía ha permitido establecer la prevalencia de ciertas variantes anatómicas de estructuras dentro del hueso temporal con relevancia clínica, determinando que no son infrecuentes y deben de considerarse antes de ofrecer y decidir estrategias terapéuticas que podrían ser innecesarias o incluso perjudiciales. (12) La buena correlación anatómico-radiológica ha podido ser demostrado al comparar las imágenes tomográficas en alta resolución con los hallazgos quirúrgicos de intervenciones por patologías en hueso temporal como los casos de anomalías congénitas o de otitis media supurativa crónica, esto le han permitido convertirse en un método de evaluación eficaz para diagnóstico y planeación prequirúrgica en este grupo de enfermedades. (13) Reportes similares corroboran una adecuada relación en la mayoría de los hallazgos tomográficas con los hallazgos intraoperatorios durante implantes cocleares. (14)

Un punto para considerar es la concordancia que ofrece la tomografía computada en alta resolución con la presencia de neumatización en hueso temporal. Un método ha sido mediante la comparación de los hallazgos tomográficos y la observación quirúrgica directa en pacientes con diagnóstico de colesteatoma, demostrándose que este estudio de imagen ofrece gran precisión para determinar cuándo ciertas porciones del hueso temporal, se encuentren adecuadamente neumatizadas o con cambios en el hueso adyacente que puede ser de aspecto esclerótico o incluso de la erosión de sus trabéculas, alcanzando una concordancia de hasta el 100%. (15,16)

En esta sección el objetivo no es abordar los muchos protocolos posibles de adquisición de TC de hueso temporal que existen, debido a que estos varían de acuerdo con el fabricante, al tomógrafo específico y a la edad del paciente, con diferentes procesados en la calidad de la imagen y distinta dosis total efectiva de radiación. Lo que es un hecho es que la anatomía del hueso temporal es compleja debido a las numerosas estructuras de pequeño tamaño, funcionalmente importantes y anatómicamente cercanas, es por ellos que la tomografía computada en alta resolución de hueso temporal es una herramienta importante en la evaluación de la anatomía y patologías óseas en hueso temporal. (9)

2.2 Ápex petroso, una estructura poco conocida

El ápex petroso es un área del hueso temporal situada en la región más medial, tiene morfología piramidal posicionado de manera oblicua con su base dirigida en sentido posterolateral y su punta en dirección anteromedial. El ápex petroso se relaciona con estructuras clave para definir sus límites anatómicos las cuales es importante mencionar, se relaciona con el oído interno en su borde lateral, con el ala mayor del hueso esfenoides a través de la sutura petroesfenoidal en su borde anterior y con el hueso occipital a través de la sutura petrooccipital en su borde posteromedial. Su cara inferior es una superficie exocraneal en íntimo contacto con la nasofaringe, mientras que sus porciones anterosuperior y posterosuperior forman parte de la fosa craneal media y fosa craneal posterior respectivamente. (17,18)

Porción petrosa del hueso temporal no es sinónimo de ápex petroso, la primera mencionada se extiende de forma más lateral a la base del ápex para incluir porciones del oído medio, mientras que el ápex petroso hace referencia únicamente a aquella porción ósea situada medialmente desde el laberinto óseo del oído interno. (19) A su vez, el ápex petroso se divide en dos porciones tomando de referencia al conducto auditivo interno, una anterior de mayor tamaño que suele contener médula ósea y una posterior de menor tamaño más densa adyacente a la cápsula ótica (figura 1). (17,20)

El contenido del ápex petroso contempla estructuras neurovasculares críticas: (20)

- El canal carotídeo, situada en su porción anterior, contiene la porción horizontal de la arteria carótida interna y al plexo simpático, este segmento arterial también recibe el nombre de petroso. El canal carotídeo está orientado en las direcciones de lateral a medial y de posterior a anterior, por lo que su trayecto es oblicuo (figura 1). (20)
- El conducto auditivo interno, el cual a su vez contiene al nervio facial (VII), al nervio coclear y a las porciones superior e inferior del nervio vestibular que en conjunto forman el nervio craneal VIII.

- El canal de Dorello, el cual contiene al nervio motor ocular externo (VI), sigue un trayecto a lo largo de la sutura pretróclival y en estudios tomográficos se identifica como una muesca en el borde medial del ápex.
- Canal arcuato, contiene los vasos arcuatos, se sitúa entre los pilares del conducto semicircular posterior y en ocasiones es difícil de visualizar.
- Cavum de Meckel, una protrusión de la duramadre que contiene líquido cefalorraquídeo, el nervio trigémino y su ganglio, el ganglio de Gasser, se sitúa en el vértice anterosuperior y se identifica por ser una muesca en el contorno óseo del ápex petroso en ocasiones conocida como la “impresión trigeminal”. (18)

La relación inmediata que guarda el ápex petroso con los contenidos neurovasculares comentados y su localización medial en la base del cráneo son características que lo convierte en una estructura tan anatómicamente compleja e imposible de ser inspeccionada directamente en una exploración física. (17,18)

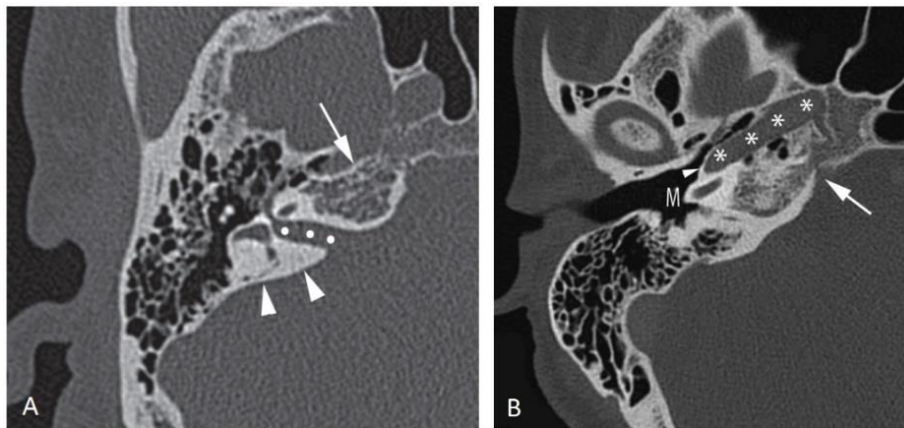


Figura 1. Imágenes por tomografía computada en alta resolución del ápex petroso y sus referencias anatómicas relevantes. (A) Subdivisión del ápex petroso en sus porciones anterior (flecha) y posterior (puntas de flecha) tomando como referencia al conducto auditivo interno marcado con puntos blancos. (B) Relación que guarda el ápex petroso con el canal de la arteria carótida interna (asteriscos), la cual está separada del oído medio (M) por una lámina delgada (punta de flecha). (20)

2.3 Neumatización del ápex petroso

El ápex petroso contiene una cantidad variable de médula ósea, encontrándose en la mayoría de los casos no neumatizado. Sin embargo, no es inusual que contenga un sistema variado de celdillas aireadas reportadas entre el 17.3% y el 60% de los estudios en pacientes adultos. (6,21) En paciente pediátricos existe un reporte con prevalencia del 21% y cuya extensión de neumatización incrementaba con la edad. (22)

A diferencia del proceso de neumatización en la porción mastoidea, en el cual, las celdillas de aire neumatizadas están presentes al nacer, el ápex petroso inicia su neumatización alrededor del primer año de vida y su prevalencia aumenta al transcurrir la infancia. (22)

Este proceso de aireación se explica por la presión positiva del aire que se trasmite desde nasofaringe a través de la tuba faringotimpánica, neumatizando inicialmente al oído medio y que posteriormente produce la neumatización de las celdillas mastoideas, de manera secundaria el ápex petroso neumatiza en una etapa posterior. (23) En dicho proceso existen estructuras clave para el inicio y extensión de la neumatización, se trata de los tractos de comunicación cuyo papel consiste en conectar las celdillas del ápex petroso con aquellas situadas en otras partes aireadas del hueso temporal. Estos tractos son inconstantes entre los individuos con ápex petroso neumatizado, siendo el llamado anterior a la cápsula ótica el más comúnmente identificado, otros son el tracto supralaberíntico, el tracto posteromedial a la cápsula ótica, el tracto infralaberíntico y el tracto subarcuato. Es posible observar estas vías de comunicación en hasta en el 84% de los estudios tomográficos. (22)

Existen clasificaciones con la intención de otorgar grados de neumatización a ciertas porciones del hueso temporal y establecer una relación con el volumen ocupado por aire dentro del mismo. Hablando específicamente del ápex petroso se cuentan con dos clasificaciones propuestas por Han *et al.* (6) para poder evaluar su neumatización, la diferencia entre estas dos es la estructura anatómica tomada de referencia.

La primera clasificación se realiza en cortes transversales de hueso temporal y toma al laberinto óseo como estructura de referencia, categorizándose en cuatro grupos: Grupo 1, no hay celdillas de aire presentes en la vecindad del oído interno; grupo 2, neumatización de menos de la mitad del vértice petroso medial al laberinto; grupo 3, más de la mitad del ápice petroso medial al laberinto presentaba neumatización; y el grupo 4, la mayor parte del área del ápex petroso medial al laberinto estaba compuesta por celdillas de aire (figura 2).

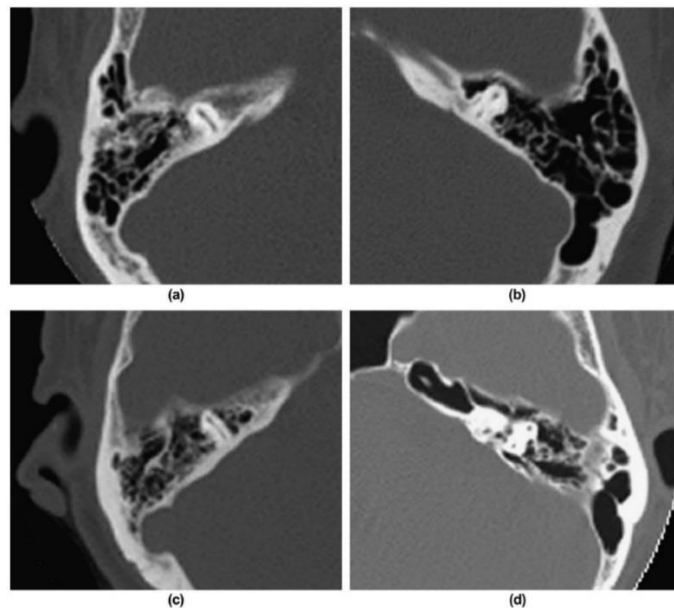


Figura 2. Agrupación de neumatización del ápex petroso por medio de tomografía computada en alta resolución tomando el laberinto óseo como estructura de referencia. (a) Grupo 1, (b) Grupo, (c) Grupo 3, (d) Grupo 4, de acuerdo con lo propuesto por Han et al. (6)

La segunda clasificación de la neumatización del ápex petroso se realiza también en plano transversal y considera la porción más caudal debido a que toma la porción ascendente del canal carotídeo como estructura de referencia, categorizándose en cuatro grupos: Grupo 1, sin celdillas de aire presentes en el ápex petroso; grupo 2, algunas celdillas de aire en la vecindad del canal carotídeo; grupo 3, celdillas de aire detectadas solo en el área petrosa lateral al canal carotídeo; y grupo 4, celdillas de aire detectadas incluso en el área petrosa medial al canal carotídeo (figura 2). (6)

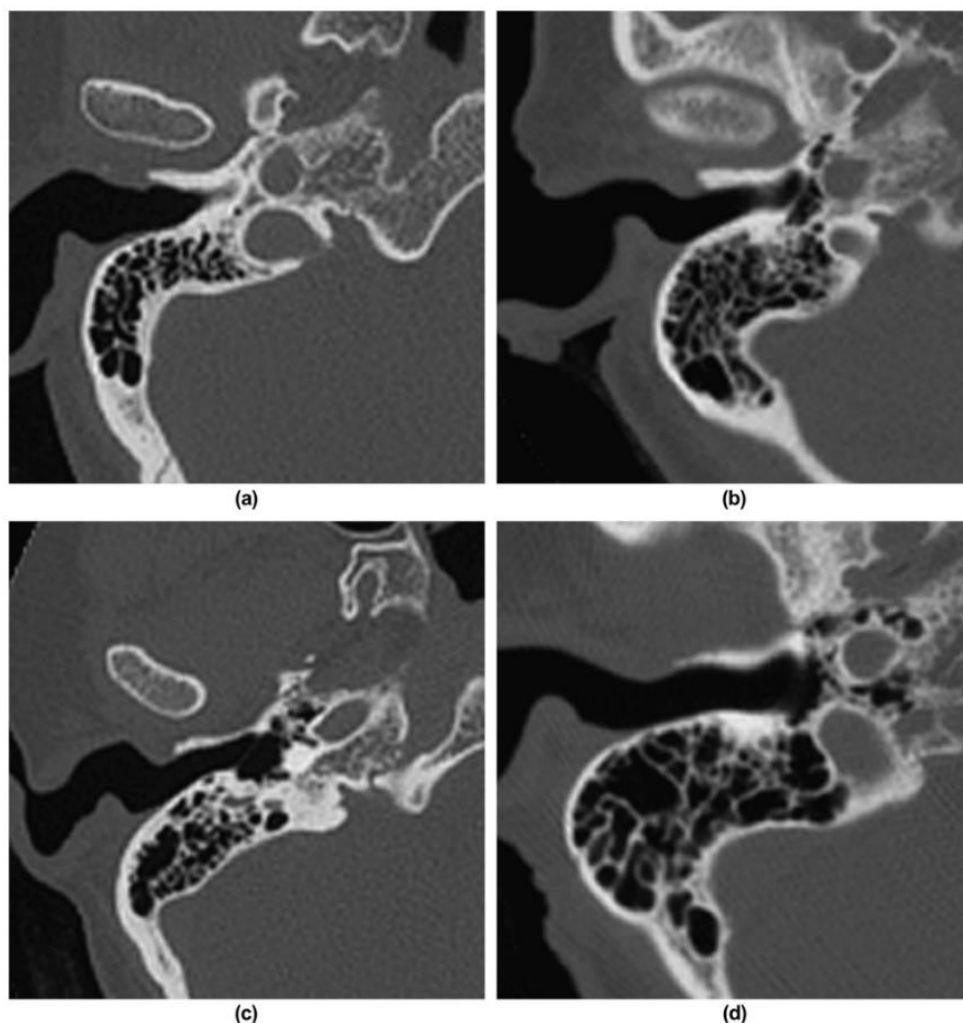


Figura 2. Agrupación de la neumatización del ápex petroso por medio de tomografía computada en alta resolución tomando el canal carotídeo como estructura de referencia. (a) Grupo 1, (b) Grupo 2, (c) Grupo 3 y, (d) Grupo 4, de acuerdo con lo propuesto por Han et al. (6)

Así también, el grado de neumatización varía de un individuo a otro siendo asimétrico en el 4 al 7% de los casos. (5) Esta neumatización asimétrica es relevante por ciertas situaciones, la primera de ellas es un aspecto asimétrico durante la evaluación radiológica de rutina mediante tomografía computada, lo que podría sugerir una posible enfermedad subyacente. La segunda situación es que ocasiona las condiciones para generar las condiciones y/o la progresión de verdaderos procesos patológicos. (18)

La neumatización asimétrica contempla otra situación relevante, la presencia de medula ósea de contenido graso en el ápex petroso contralateral a las celdillas

aireadas. Este hallazgo incidental es notorio en estudios de resonancia magnética por las características en la intensidad de señal en secuencias ponderadas en T1 y T2 que se adquieren rutinariamente, observándose en ambas con alta intensidad de señal similar a la grasa en tejidos blandos y confirmándose con su saturación en secuencias de supresión grasa (figura 4). (18) También es posible la cuantificación de la densidad grasa mediante tomografía computada. (18) En pacientes jóvenes el ápex petroso tiene una alta concentración de médula roja, por lo que su intensidad de señal es intermedia con secuencias convencionales. Los ápex petrosos también pueden ser escleróticos, reportados en hasta el 7% de los casos. Una esclerosis asimétrica también puede simular una lesión, debido a alta intensidad de señal por resonancia magnética en el ápex no esclerótico. (24) La característica clave ante estas situaciones es la ausencia de efecto de volumen sobre las estructuras adyacente. (25)

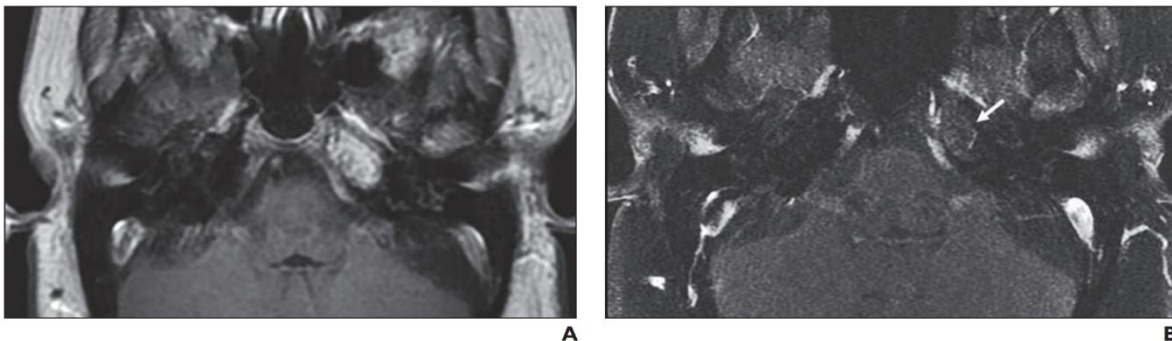


Figura 4. Neumatización asimétrica del ápex petroso con presencia de médula ósea con alta cantidad de tejido grasa en el lado izquierdo: (A) secuencia T1 sin gadolinio ni supresión grasa, obsérvese tejido hiperintenso en topografía de ápex petroso izquierdo; (B) secuencia T2 con supresión grasa, obsérvese la saturación del tejido en ápex petroso izquierdo similar al tejido grasa subcutáneo, este comportamiento confirma su naturaleza grasa. (18)

Se han investigado factores anatómicos para establecer una relación entre la neumatización del ápex petroso y ciertos puntos de referencia anatómicos cercanos mediante tomografía computarizada del hueso temporal, para esto se utilizaron ambas clasificaciones de neumatización de ápex petroso de Han et al. Los marcadores anatómicos a investigar incluyeron: ángulo entre el conducto auditivo interno y la fosa craneal posterior; el espacio timpánico anterior; distancia

entre el canal carotídeo y el bulbo yugular; distancia entre el canal carotídeo y la cóclea; distancia entre el segmento timpánico del nervio facial y el bulbo yugular; un bulbo yugular alto; distancia entre la porción mastoideo del nervio facial y el bulbo yugular, y; la distancia entre el conducto semicircular lateral y la fosa craneal media. La gran mayoría de los parámetros medidos no demostraron diferencia significativa, sin embargo, el tipo de espacio epitimpánico anterior según la clasificación de Morimitsu fue el único parámetro que demostró diferencia significativa, es decir que los ápices petrosos bien neumatizados se encuentran generalmente en el tipo anterior de espacio epitimpánico anterior. (23)

Estudios en los que mediante tomografía computada se determinó el grado de neumatización de diferentes porciones del hueso temporal encontrando que aquellos con mayor neumatización de un cierto compartimento mostraban tendencia a la neumatización de los otros compartimentos, es decir, existe asociación en el grado de neumatización de la porción mastoidea o de la porción infralaberíntica con el grado de neumatización en el ápex petroso. (26) En otro estudio se demostró también una correlación entre la neumatización del ápex petroso la cual era proporcional con la neumatización del receso lateral de esfenoides. (27)

Respecto a las diferencias entre sexos se ha observado como la neumatización del ápex petroso es más pronunciado en hombres que en mujeres y puede explicar el mayor riesgo de fístula de líquido cefalorraquídeo en estos sujetos. Incluso se demostró la asociación entre la neumatización del ápex petroso con un proceso clinideo anterior aireado, siendo esta variante más frecuente en el caso de pacientes mujeres. (28)

Múltiples lesiones pueden afectar al ápex petroso por lo que las evaluaciones mediante tomografía computada en alta resolución o la resonancia magnética desempeñan un papel tanto complementario como clave en el diagnóstico, la planeación quirúrgica o incluso la vigilancia de estas entidades nosológicas. (29)

La tomografía computarizada de haz cónico es una alternativa efectiva para evaluar las cavidades aéreas de hueso temporal. (30)

3. JUSTIFICACIÓN

El grado de neumatización del ápex petroso es variable y tiene implicaciones en la patogenia de enfermedades inflamatorias y neoplásicas a este nivel. Las celdillas neumatizadas en ápex petroso y los tractos de comunicación hacia el resto de las porciones aireadas del hueso temporal representan vías de diseminación de diversas patologías. El reconocimiento de la neumatización del ápex petroso es clave en la planeación de un abordaje quirúrgico y debe ser considerado como factor pronóstico en cirugías relacionadas.

Al describir las características de la neumatización del ápex petroso acorde a una clasificación preestablecida (Escala propuesta por Han et al.) se podrá identificar el grupo más prevalente en la población a estudiar y así coadyuvar con equipo multidisciplinario en patologías de ápex petroso.

Las características de la neumatización del ápex petroso no se ha estudiado en nuestra población, solo se cuentan con reportes de investigaciones a nivel internacional en donde la población tiene distintas características sociodemográficas a las nuestras, por lo que surge la idea de evaluar los grados de neumatización del ápex petroso de estudios de tomografía computada en alta resolución de hueso temporal en pacientes adultos realizadas en el servicio de Radiología e Imagen del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza”.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No se han descrito las características de la neumatización del ápex petroso en nuestra población, siendo que se trata de una estructura que contiene estructuras neurovasculares críticas y cuyo proceso de neumatización tiene implicaciones en la patogenia, diseminación, planeación quirúrgica y como factor pronóstico tras cirugías relacionadas en esta región. Otorgar una clasificación al grado variable de

neumatización del ápex petroso por tomografía computada de alta resolución será un método sensato para describir las características de la pneumatización.

Por lo anterior, los investigadores de formulan la siguiente pregunta.

5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las características de la pneumatización (escala propuesta por Han et al., que toma al laberinto óseo como estructura de referencia) del ápex petroso evaluada por tomografía computada de alta resolución en pacientes adultos derechohabientes del Hospital General de CMN La Raza de mayo de 2021 a mayo de 2022?

6. OBJETIVOS

General

- Describir las características de la pneumatización del ápex petroso evaluada por tomografía computada de alta resolución en pacientes adultos derechohabientes del Hospital General de CMN La Raza.

Particulares

- Determinar las características demográficas y tomográficas de la pneumatización del ápex petroso.
- Clasificar el grado de pneumatización del ápex petroso acorde a la escala propuesta por Han et al., que toma al laberinto óseo como estructura de referencia.
- Comparar el grado de pneumatización del ápex petroso en pacientes adultos derechohabientes del Hospital General de CMN La Raza con la descrita en la literatura internacional.

7. HIPÓTESIS

La prevalencia del grado de neumatización del ápex petroso en pacientes adultos derechohabientes del Hospital General de CMN La Raza es similar a la descrita en la literatura.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

Por su temporalidad: Transversal

Por la captación de la información: Retrospectivo.

Por su causalidad: Analítico

Por la presencia de una maniobra de intervención: Observacional

9. MATERIAL Y MÉTODOS

Población de estudio

El estudio se realizó en el servicio de Radiología e Imagen en el área de Tomografía Computada de la UMAE Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza” del Instituto Mexicano del Seguro Social, para este fin se utilizó el sistema HIS y Web DiagX que son plataformas de archivo de imágenes y bitácoras de registro de pacientes, en los estudios realizados en el tomógrafo multidetector Philips Ingenuity de 64 cortes desde mayo de 2021 a mayo de 2022 en los que se recabaron los estudios de hueso temporal.

Criterios de selección de estudios radiológicos de tomografía computada

Criterios de inclusión:

- Estudios solicitados de tomografía computada de hueso temporal en el periodo del mayo de 2021 a mayo de 2022.

- Estudios con conclusiones que indiquen normalidad de ambos ápex petrosos para posteriormente realizar la revisión de su grado de neumatización.
- Estudios tomográficos realizados con protocolo para hueso temporal y reconstrucción en alta resolución.
- Estudios de pacientes ≥ 18 años de edad.

Criterios de exclusión:

- Estudios de pacientes que hayan sido sometidos a procedimientos quirúrgicos de hueso temporal.
- Estudios de pacientes con antecedentes de fractura o tumoraciones del ápex petroso.
- Estudios de pacientes con datos tomográficos de otitis media y/o mastoiditis.

Criterios de eliminación:

- Estudios tomográficos incompletos o no valorables.

Descripción del protocolo

Se llevó a cabo la búsqueda de los estudios utilizando la bitácora de estudios de tomografía computada que se encuentran en las estaciones de trabajo del servicio. Una vez obtenido los estudios que cumplieron con los criterios de selección se llevó a cabo una búsqueda en los sistemas HIS y Web DiagX, para determinar cuáles estudios son aptos para su reinterpretación.

Se revisaron todos los estudios de tomografía computada de hueso temporal que cumplieron con criterios de selección, para posteriormente clasificarlos acorde a lo propuesto por nuestro protocolo por el radiólogo experto en tomografía computada de hueso temporal, utilizando la hoja de recolección de datos (ANEXOS).

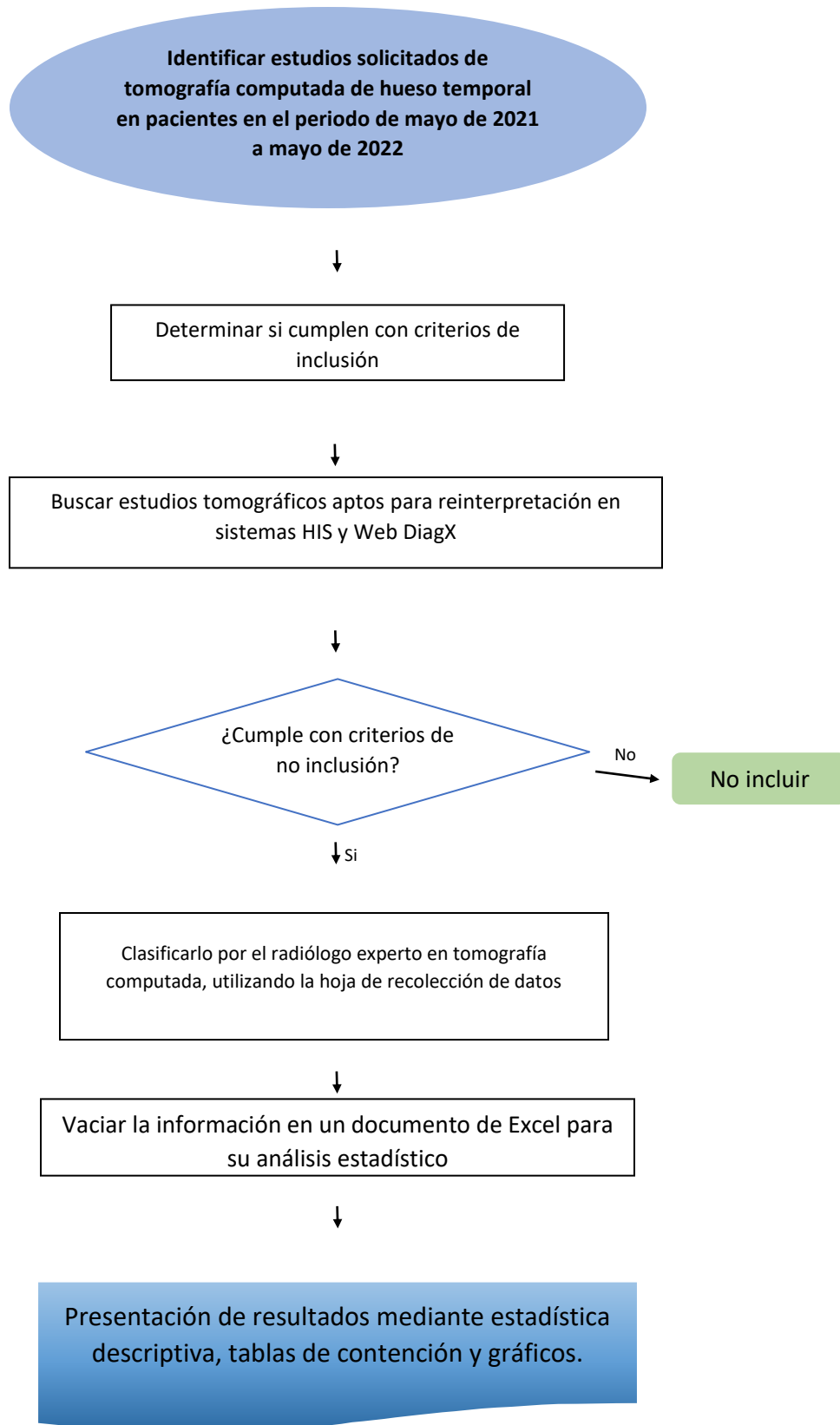
Protocolo de realización y reconstrucción de la tomografía para hueso temporal.

Tomógrafo Ingenuity Philips	Parámetros de adquisición	Protocolo
De adquisición		
	Posición del cráneo	Decúbito supino
	Dirección del haz	Caudal-cefálico
	Ángulo	90°
	kV	120
	mA	350
	Filtro	Hueso
	Espesor	0.65 mm
De reconstrucción		
		Retroproyección filtrada
	Matriz	1024 x 1024
	Traslape	0.35 mm
	Kernel	Y- detail

La clasificación de neumatización del ápex petroso se realizó por separado y de forma bilateral para cada paciente. La clasificación de la neumatización se basó en la presencia y ubicación de las celdas de aire en el ápex petroso utilizando al laberinto óseo como estructura de referencia en un plano transversal, tal como se describe en la literatura.

Una vez llenas las hojas de recolección de datos se vaciaron en una hoja de Excel para su análisis estadístico.

Flujograma



Tamaño de la muestra

Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población

Tamaño de la población (para el factor de corrección de la población infinita) (N):	1000000
frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población (p):	17%+/-5
Límites de confianza como % de 100(absoluto +/--%)(d):	10%
Efecto de diseño (para encuestas en grupo- $EDFF$):	1

Tamaño muestral (n) para Varios Niveles de Confianza

IntervaloConfianza (%)	Tamaño de la muestra
95%	110

Ecuación

Tamaño de la muestra $n = [EDFF * Np(1-p)] / [(d^2/Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p*(1-p)]$

Resultados de OpenEpi, versión 3, la calculadora de código abiertoSSPropor

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva, por medio de medidas de tendencia central y dispersión de las variables demográficas, así como frecuencias simples para el grado de neumatización del ápex petroso. Las variables escalares fueron sometidas al estadístico de Kolmogorov-Smirnov para obtener la distribución, y posteriormente analizarlas con t de Student o U de Mann-Whitney (acorde a la distribución). Se utilizó la prueba de Xi cuadrada para obtener la asociación entre las variables nominales principales del estudio (grado de neumatización). Se representaron los resultados en histogramas de frecuencia, tablas y gráficos. Se utilizó el programa SPSS versión 25 y PRISM GraphPad versión 8 para Windows. Un valor de P menor a 0.05 será utilizado como estadísticamente significativo.

Variables

Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Escala	Indicador y prueba estadística
Edad	Lapso que transcurre desde el nacimiento hasta el momento actual, se expresa en años, meses y días.	Se obtendrá por medio de la revisión del expediente electrónico.	Cuantitativa discreta	1. Años U de Mann o t de Student
Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen al hombre y a la mujer	Se obtendrá por medio de la revisión del expediente electrónico.	Cualitativa nominal dicotómica	1. Hombre 2. Mujer (chi ²)
Grado de neumatización de ápex petroso	Presencia y ubicación de celdillas aireadas dentro del ápex petroso de hueso temporal.	Grados en los que las celdillas llenas de aire identificadas en cortes transversales de tomografía computada se extienden tomando al laberinto óseo como estructura de referencia: Grupo 1: No hay celdillas de aire presentes en la vecindad del oído interno. Grupo 2: neumatización	Cualitativa ordinal	1 2 3 4 Chi ² para variables ordinales

		<p>de menos de la mitad del vértice petroso medial al laberinto.</p> <p>Grupo 3: Más de la mitad del ápice petroso medial al laberinto presenta neumatización.</p> <p>Grupo 4: La mayor parte del área del ápex petroso medial al laberinto está compuesta por celdillas de aire.</p>		
Lado	Se refiere al lado en el que se observa la característica a describir.	Situación en que la porción del cuerpo tomando como referencia la línea media en el que está presente el grado de neumatización del ápex petroso.	Cualitativa politómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Derecho 2. Izquierdo 3. bilateral
Simetría	Correspondencia exacta en la disposición regular de las partes o puntos de un cuerpo o figura con relación a un centro, un eje o un plano.	Correspondencia entre el mismo grado de neumatización del ápex petroso.	Cualitativa dicotómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Simétrico 2. Asimétrico (chi²)

Recursos

Humanos

- Investigador responsable: Dr. Bernardo Ramírez García, Médicos radiólogo adscrito al servicio de Tomografía Computada del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, del Centro Médico Nacional “La Raza”. Sus actividades corresponderán a la revisión del protocolo de investigación y de estudios imagenológicos.
- Tesista: Dr. José Ituriel Lozano Flores, Médico residente de cuarto año adscrito al servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, del Centro Médico Nacional “La Raza”. Sus actividades consistirán en la recolección y análisis de datos, redacción de resultados y elaboración de tesis.

Materiales

- Computadora institucional con acceso al sistema de comunicación y archivo de imágenes (PACS por sus siglas en inglés) del Servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, del Centro Médico Nacional “La Raza”.
- Computadora con software de procesamiento de datos e imágenes, así como de análisis de datos.
- Hojas para impresión del instrumento de recolección de datos.
- Artículos de escritorio (plumas, lápiz, goma).

Financieros

- Computadora institucional con acceso al sistema de comunicación y archivo de imágenes (PACS por sus siglas en inglés) del Servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, del Centro Médico Nacional “La Raza” (Sin costo).
- Computadora con software de procesamiento de datos e imágenes (ya obtenido)

- Hojas e impresión del instrumento de recolección de datos → \$ 200.00 pesos
- Artículos de escritorio (plumas, lápiz, goma) → \$ 100.00 pesos

Factibilidad

La unidad cuenta con la infraestructura humana y equipo necesario para la realización de este estudio, así como con el número de pacientes considerados para el mismo.

10. SECCIÓN DE ÉTICA

Aspectos éticos

El presente trabajo correspondió a una investigación sin riesgo para el paciente con base en el artículo 17 del REGLAMENTO de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en México, Capítulo I; Título Segundo De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos, siendo que el presente protocolo empleó técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el mismo.

Sin embargo, se mantuvo en todo momento confidencialidad de los datos de los pacientes de acuerdo con la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.

El presente protocolo solicitó su validación por el comité local de investigación en salud y el comité local de ética para su autorización.

La dirección del proyecto se llevó a cabo por personal altamente capacitado y con gran experiencia dentro del campo de aplicación de este trabajo, una vez obtenidos los permisos, la investigación cumplió de forma cabal con los acuerdos establecidos en tratados internacionales como el de Helsinki (Fortaleza, 2013).

Beneficios del protocolo

Mayor conocimiento sobre el grado de neumatización mediante una clasificación bien establecida del ápex petroso que tiene implicaciones en la patogenia, diseminación, planeación quirúrgica y como factor pronóstico tras cirugías relacionadas en esta región.

La descripción por realizar del grado de neumatización del ápex petroso por tomografía computada proporciona información potencialmente útil para estudios comparativos posteriores.

Valor para los sujetos inscritos

Aunque al tratarse de un estudio retrospectivo este estudio puede tener un valor adicional a los cambios actuales que se están dando en el tratamiento inmediato de enfermedades propias del ápex petroso, siendo la tomografía computada en fase simple una herramienta indispensable en el algoritmo de diagnóstico y posibilidad de tratamiento para esta región de limitada evaluación.

Valor científico

Se trata de un estudio retrospectivo analítico, en el cual se tomaron como base la documentación científica de protocolos de baja radiación y reconstrucción iterativa reportados en PubMed y otras herramientas de búsqueda científica.

Revisión independiente

La revisión del diseño de la investigación, así como su población de estudio, tema propuesto, y el riesgo-beneficio de los individuos fueron analizados y autorizados por el comité local de ética.

Confidencialidad de datos

El investigador principal y el tesista son los únicos que tienen acceso a la base de datos de vaciamiento de los estudios evaluados, los cuales serán identificados con un número de folio y las iniciales del paciente. Si existen publicaciones derivadas de esta investigación, los nombres, iniciales o cualquier dato ligado a la identidad de los estudios evaluados no serán revelados en ninguna circunstancia.

11. RESULTADOS

Se incluyeron 215 pacientes en el estudio, 150 (69.8%) mujeres y 65 (30.2%) hombres (Figura 1).

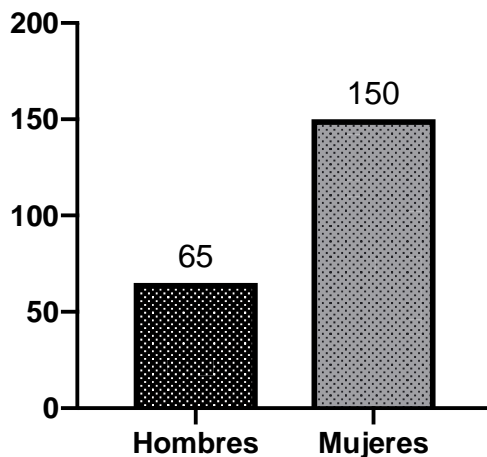


Figura 1. Histograma de frecuencia del número de pacientes incluidos.

Las edades incluidas fueron desde 18 a 86 años. La media de la edad fue 49.9 (\pm 14.1) años. Tras aplicar el estadístico de Kolmogorov-Smirnov se determinó una distribución normal ($p = 0.768$). Las edades fueron estadísticamente iguales en ambos géneros (Tabla 1, Figura 2).

Variable	General	Hombres	Mujeres	p
Población	215 (100)	65 (30.2)	150 (69.8)	-
Edad	49.9 (\pm 49.9)	49.4 (\pm 16.04)	50.1 (\pm 13.3)	0.737*

n(%); media (\pm desviación estándar); *:t de Student.

Tabla 1. Características demográficas de la población de estudio.

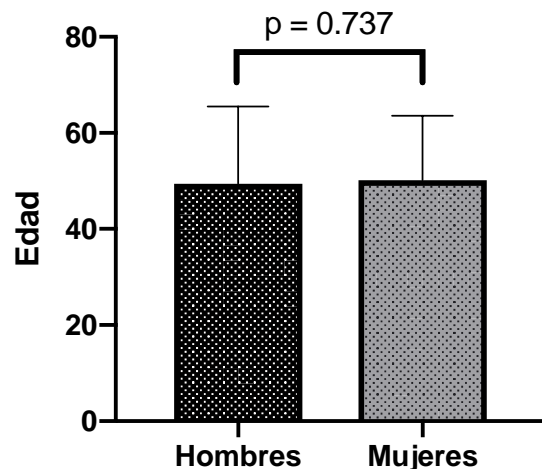


Figura 2. Histograma de columnas de la edad de los pacientes (t de Student).

Se obtuvo del grado de neumatización del ápex petroso de todos los pacientes incluidos en el estudio según los 4 grados propuestos por Han *et al.* de cada lado. En el lado derecho, la más frecuente fue el tipo I, seguida del tipo II, el tipo III y la menos frecuente fue el tipo IV (Tabla 2, Figura 3). En el lado izquierdo, la frecuencia fue similar (Tabla 2, Figura 4).

Grado de neumatización	General	Hombres	Mujeres	p
Lado derecho				
I	100 (46.5)	31 (47.7)	69 (46)	0.899*
II	73 (43)	20 (30.7)	53 (37.3)	
III	35 (16.3)	12 (18.5)	23 (15.3)	
IV	7 (3.3)	2 (3.1)	5 (3.4)	
Lado izquierdo				
I	97 (45.1)	33 (50.7)	64 (42.6)	0.371*
II	77 (35.8)	23 (35.4)	54 (36)	
III	33 (15.3)	6 (9.3)	27 (18)	
IV	8 (3.7)	3 (4.6)	5 (3.4)	
n(%); *:Xi cuadrada.				

Tabla 2. Frecuencias de los tipos de neumatización y su relación con el sexo de los participantes.

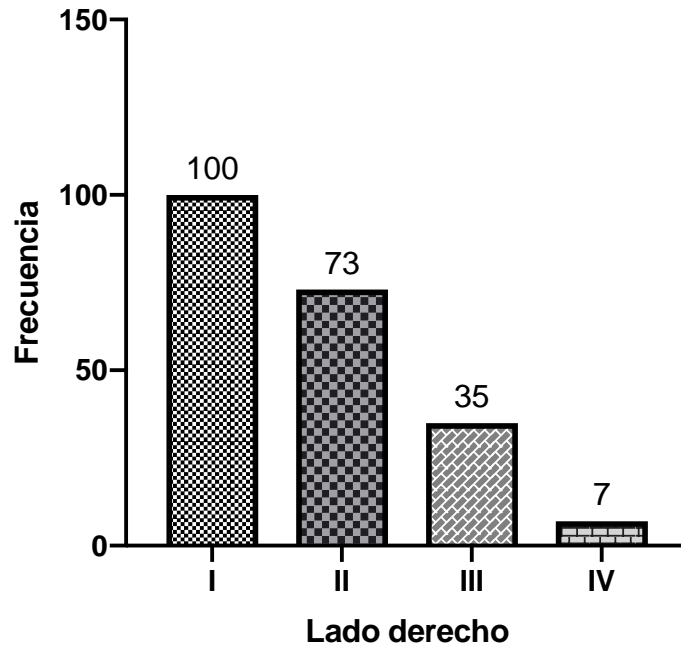


Figura 3. Histograma de frecuencia del tipo de neumatización en el lado derecho.

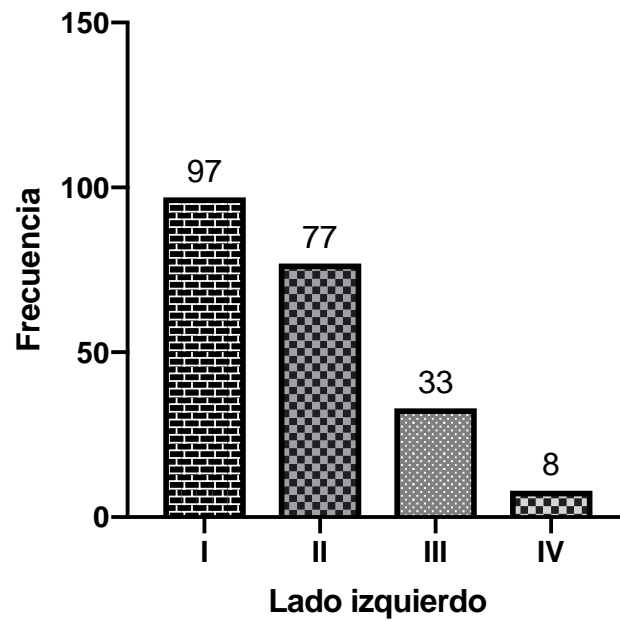


Figura 4. Histograma de frecuencia del tipo de neumatización en el lado izquierdo.

Ningún grado de neumatización se asoció a algún sexo (Figura 5 y 6, Tabla 2).

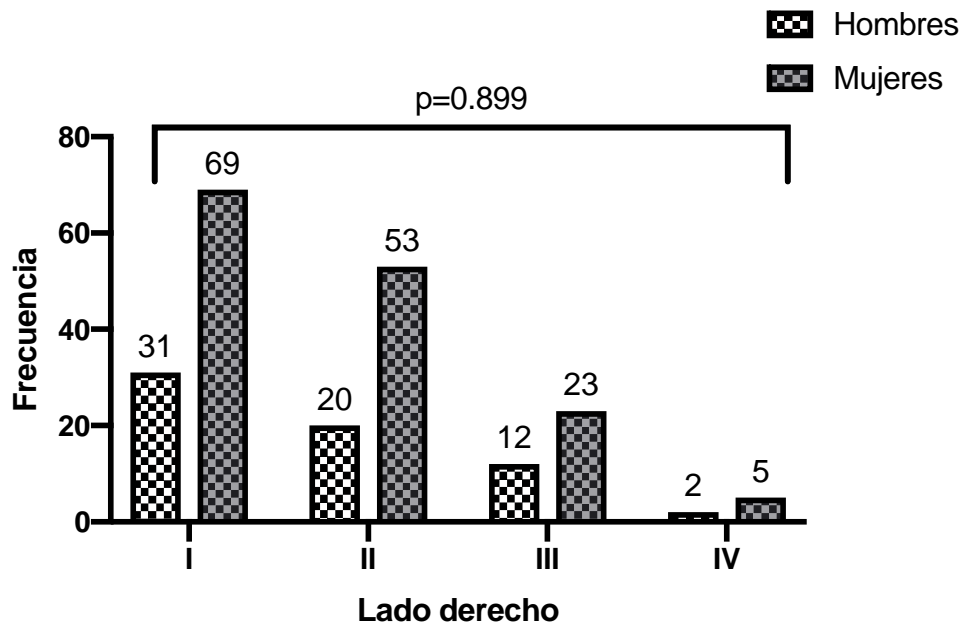


Figura 5. Histograma de frecuencia del tipo de neumatización en el lado derecho por sexo (Xi-cuadrada).

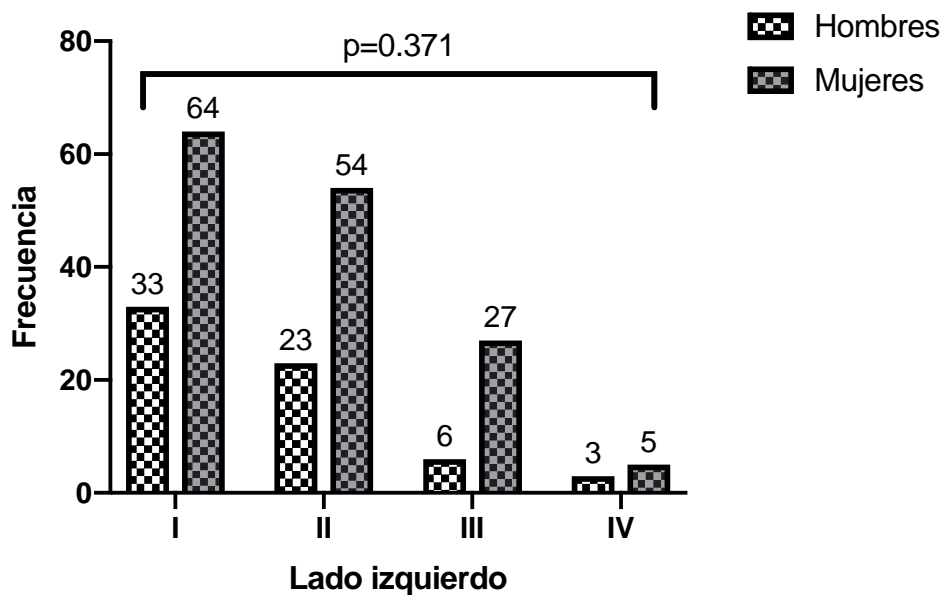


Figura 6. Histograma de frecuencia del tipo de neumatización en el lado izquierdo por sexo (Xi-cuadrada).

Al analizar la simetría se encontró que 128 (59.5%) pacientes fueron simétricos en la neumatización, mientras que 87 (40.5%) no (Tabla 3). La simetría no se asoció a algún sexo en particular. Sin embargo, los pacientes con neumatización asimétrica fueron significativamente mayores que los de neumatización simétrica (Tabla 4).

Tipo de neumatización	General	Hombres	Mujeres	p
Simétrica	128 (59.5)	43 (66.2)	85 (56.6)	0.227*
Asimétrica	87 (40.5)	22 (33.8)	65 (43.4)	
n(%); *:Xi cuadrada.				

Tabla 3. Frecuencia de la simetría de la neumatización y su relación con el sexo.

Tipo de neumatización	General	Hombres	Mujeres	p
Simétrica	48.39 (±14.53)	48.37 (16.92)	48.4 (13.28)	0.049*
Asimétrica	52.26 (±13.43)	51.59 (14.31)	52.49 (13.23)	
n(%); *:t de Student.				

Tabla 4. Distribución de la edad entre simetría de la neumatización.

Se analizó el rango de edad entre los grupos de neumatización. No se encontraron diferencias significativas entre la edad por cada grupo de neumatización (Tabla 5).

Grado de neumatización	General	p	Grado de neumatización	General	p
Lado derecho			Lado izquierdo		
I	50.3 (± 14.4)		I	50.3 (± 14.4)	
	II	0.976*	VS	II	0.855*
VS	III	0.642*		III	0.472*
	IV	0.826*		IV	0.463*
II	51.2 (± 13.4)		II	51.2 (± 13.4)	
	I	0.976*	VS	I	0.855*
VS	III	0.479*		III	0.848*
	IV	0.744*		IV	0.678*
III	47.01 (± 14.7)		III	47.01 (± 14.7)	
	I	0.642*	VS	I	.472*
VS	II	0.479*		II	0.848*
	IV	0.994*		IV	0.924*
IV	45.5 (± 15.6)		IV	45.5 (± 15.6)	
	I	0.826*	VS	I	0.463*
VS	II	0.744*		II	0.678*
	III	0.994*		III	0.924*
media (± desviación estándar); *:ANOVA de 1 factor con POST HOC.					

Tabla 5. Edad analizada respecto al tipo de neumatización y lateralidad mediante análisis de varianza.

12. DISCUSIÓN

A conocimiento de los autores y al momento de su redacción, este estudio es uno de los más grandes realizados con el objetivo de determinar las características tomográficas en la neumatización del ápex petroso. Utilizando el sistema propuesto por Han *et al.*, (6) para determinar el grado de neumatización del ápex petroso se determinó la presencia o no de una relación estadísticamente significativa entre estos patrones de neumatización y variables como la edad, el sexo y la lateralidad.

Al comparar nuestros resultados con estudios relevantes, se observa una amplia gama en las características de la neumatización del ápex petroso.

En este estudio se incluyeron 215 pacientes, el 69.8% de los pacientes fueron mujeres y el 30.2% fueron hombres. Sin embargo, en un estudio previo realizado por Tanrivermis *et al.*, se reportó que el 51.6% fueron mujeres y el 48.4% fueron hombres en un estudio realizado a 192 pacientes. (5) Dexian *et al.*, reportó otros porcentajes, con un 55.5% en hombre y un 44.5% en mujeres en un estudio realizado a 299 pacientes. (26)

La edad media general en nuestro estudio fue de 49.9 (\pm 14.1) años. Dexian *et al.*, reportó una similitud de edad media en su estudio (50 años), (26) la cual fue la más idéntica de todos los estudios revisados.

En este estudio, el patrón de neumatización del ápex petroso fue asignado de manera independiente a cada lado (derecho e izquierdo), se encontró que más frecuente fue el grupo I de forma bilateral. Jadhav *et al.*, reportó también al grupo I como el más frecuente en su estudio en el cual analizó 155 huesos temporales. (30) Sin embargo Dexian *et al.*, reportó al grado II como el patrón más frecuente en su estudio realizado. (26)

En este estudio se compararon el rango de edad de cada grado de neumatización entre sí, sin encontrar relación estadísticamente significativa entre ellas. Dexian *et al.*, compraron la edad media por grado de neumatización entre sí, encontrando

que la edad fue progresivamente más joven con el aumento en el grado de neumatización del ápex petroso. (26)

En nuestro estudio se determinó la lateralidad en la neumatización de los ápex petrosos en un mismo individuo, encontrándose que la neumatización asimétrica se asocia con edades significativamente mayores que aquellos individuos con neumatización simétrica, tanto en hombres como en mujeres. De acuerdo con nuestro conocimiento, este es el primer estudio que establece una asociación entre la lateralidad de la neumatización del ápex petroso y la edad de los pacientes.

13. CONCLUSIÓN

Las características de la neumatización del ápex petroso en la población del Valle de México atendida en la UMAE Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” son similares a las reportadas en la literatura internacional.

La neumatización asimétrica de los ápex petrosos en un mismo individuo se asocia con edades significativamente mayores que aquellos individuos con neumatización simétrica.

La edad y el sexo no demostraron ser variables significativamente asociadas al grado de neumatización del ápex petroso.

14. PERSPECTIVAS FUTURAS

Dentro de las limitaciones del estudio se encuentran la naturaleza retrospectiva y la falta de seguimiento. La descripción realizada en este estudio de las características en la neumatización del ápex petroso abre la puerta a la identificación de cómo estas influyen a su vez en el inicio y desarrollo de enfermedades como la otitis media, la apicitis petrosa o la formación de colesteatoma en este tipo de población.

15. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	2022				2023	
	Mayo Junio	Julio Agosto	Septiembre Octubre	Noviembre Diciembre	Enero Febrero	
Recopilación bibliográfica y elaboración del protocolo	R	R				
Evaluación por el comité de investigación			R			
Recopilación de datos				R		
Análisis estadístico					R	
Publicación de resultados					R	

16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Juliano AF, Ginat DT, Moonis G. Imaging review of the temporal bone: Part I. Anatomy and inflammatory and neoplastic processes. Vol. 269, Radiology. 2013. p. 17–33.
2. Isaacson B. Anatomy and Surgical Approach of the Ear and Temporal Bone. Head and Neck Pathology. 2018 Sep 1;12(3):321–7.
3. Kheiralla OAM. Anatomical Characteristics of Temporal Bone on Computerized Tomography. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS) e-ISSN [Internet]. 2018;17:88–96.
4. Hill CA. Ontogenetic change in temporal bone pneumatization in humans. Anatomical Record. 2011 Jul;294(7):1103–15.
5. Tanrivermis Sayit A, Elmali M, Terzi Y. Temporal CT of the Pneumatized Petrous Apex: Associated Anomalies and the Relationship with Tinnitus and Vertigo. Istanbul Medical Journal [Internet]. 2018 Oct 24;19(3):225–30. Available from: http://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_20216/IMJ-19-225-En.pdf
6. Han SJ, Song MH, Kim J, Lee WS, Lee HK. Classification of temporal bone pneumatization based on sigmoid sinus using computed tomography. Clinical Radiology. 2007 Nov;62(11):1110–8.
7. Kang TK, Ha R, Oh JH, Sunwoo W. The potential protective effects of temporal bone pneumatization: A shock absorber in temporal bone fracture. PLoS ONE. 2019 May 1;14(5).
8. Pyykkö I, Zou J, Gürkov R, Naganawa S, Nakashima T. Imaging of temporal bone. Advances in Oto-Rhino-Laryngology. 2019;82:12–31.
9. Chen JY, Mafee MF. Computed tomography imaging technique and normal computed tomography anatomy of the temporal bone. Operative Techniques in Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 2014;25(1):3–12.

10. Lingam RK, Kumar R, Vaidhyanath R. Inflammation of the Temporal Bone. Vol. 29, Neuroimaging Clinics of North America. W.B. Saunders; 2019. p. 1–17.
11. Fatterpekar GM, Doshi AH, Dugar M, Delman BN, Naidich TP, Som PM. Role of 3D CT in the evaluation of the temporal bone. Vol. 26, Radiographics. 2006.
12. Visvanathan V, Morrissey MSC. Anatomical variations of the temporal bone on high-resolution computed tomography imaging: How common are they? Journal of Laryngology and Otology. 2015 Jul 8;129(7):634–7.
13. Thukral CL, Singh A, Singh S, Sood AS, Singh K. Role of high resolution computed tomography in evaluation of pathologies of temporal bone. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2015 Sep 1;9(9):TC07-TC10.
14. Debnath J, George RA, Satija L, Raghavan D, Vaidya A, Joshi P, et al. High resolution multi detector computed tomography of temporal bone: Our experience in a tertiary care service hospital. Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery. 2013 Dec 1;65:S512–9.
15. Rogha M, Hashemi SM, Mokhtarinejad F, Eshaghian A, Dadgostar A. Comparison of Preoperative Temporal Bone CT with Intraoperative Findings in Patients with Cholesteatoma. Vol. 26, Iranian Journal of Otorhinolaryngology. 2014.
16. Khan MI, Patel S, Dasgupta K. Is HRCT Temporal Bone Necessary in All Cases of Active Squamous Chronic Otitis Media? Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery. 2019 Nov 1;71:1212–6.
17. Schmalfuss IM. Petrous Apex. Vol. 19, Neuroimaging Clinics of North America. 2009. p. 367–91.
18. Chapman PR, Shah R, Cure JK, Bag AK. Petrous apex lesions: Pictorial review. Vol. 196, American Journal of Roentgenology. 2011.

19. Curtin Hugh, Som Petter. The Petrous Apex. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 1995;28(3):473–96.
20. Schmalfluss IM. Petrous Apex. In: *Skull Base Imaging*. Elsevier; 2018. p. 233–46.
21. Bekci T, Hizli O, Ozturk M, Yildirim G. Quantitative three-dimensional computed tomography analysis of sinus tympani volume in temporal bones with petrous apex pneumatization. *Auris Nasus Larynx*. 2020 Aug 1;47(4):587–92.
22. Hardcastle T, McKay-Davies I, Neeff M. Petrous apex pneumatisation in children: A radiological study. *Journal of Laryngology and Otology*. 2020 Sep 1;134(9):798–803.
23. Lee DH, Kim MJ, Lee S, Choi H. Anatomical factors influencing pneumatization of the petrous apex. *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology*. 2015 Dec 1;8(4):339–44.
24. Razek AA, Huang BY. Lesions of the petrous apex: Classification and findings at CT and MR imaging. *Radiographics*. 2012 Jan;32(1):151–73.
25. Boardman JF, Rothfus WE, Dulai HS. Lesions and Pseudolesions of the Cavernous Sinus and Petrous Apex. Vol. 41, *Otolaryngologic Clinics of North America*. 2008. p. 195–213.
26. Dexian Tan A, Ng JH, Lim SA, Low DYM, Yuen HW. Classification of Temporal Bone Pneumatization on High-Resolution Computed Tomography: Prevalence Patterns and Implications. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States)*. 2018 Oct 1;159(4):743–9.
27. Malone A, Bruni M, Wong R, Tabor M, Boyev KP. Pneumatization Patterns of the Petrous Apex and Lateral Sphenoid Recess. *Journal of Neurological Surgery, Part B: Skull Base*. 2017 Dec 1;78(6):441–6.

28. Gibelli D, Cellina M, Gibelli S, Panzeri M, Termine G, Floridi C, et al. Temporal Bone Pneumatization: Relationship With Sex and Variants of the Ethmoid and Sphenoid Bone. *J Craniofac Surg*. 2021 Nov 1;32(8):2888–91.
29. Potter GM, Siripurapu R. Imaging of Petrous Apex Lesions. Vol. 31, *Neuroimaging Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2021. p. 523–40.
30. Jadhav, A. B., Fellows, D., Hand, A. R., Tadinada, A., & Lurie, A. G. Classification and volumetric analysis of temporal bone pneumatization using cone beam computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*; 2014; 117(3), 376–384.

17. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de recolección de datos

	A ser llenado por el investigador
Clave de registro	
Edad (años)	
Genero (hombre o mujer)	

	Llenado por médico radiólogo
<i>Lado derecho</i>	
Grado de neumatización de ápex petroso	I II III IV
<i>Lado izquierdo</i>	
Grado de neumatización de ápex petroso	I II III IV
Simetría	Simétrico Asimétrico

Acotaciones:

La clave de registro será conformada por un número de folio y las iniciales del paciente.

Grado de neumatización de ápex petroso (identificadas en cortes transversales, tomando al laberinto óseo como estructura de referencia): Grupo 1, no hay celdillas de aire presentes en la vecindad del oído interno; grupo 2, neumatización de menos de la mitad del vértice petroso medial al laberinto; grupo 3, Más de la mitad del ápice petroso medial al laberinto presenta neumatización; grupo 4, La mayor parte del área del ápex petroso medial al laberinto está compuesta por celdillas de aire.

Anexo 2. Carta de consentimiento informado

SOLICITUD DE EXCEPCIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

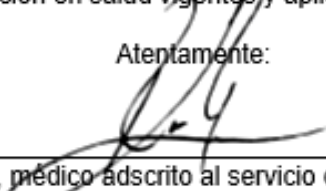
Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Local de Ética en Investigación de la UMAE Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", del Centro Médico Nacional "La Raza", IMSS, que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación GRADOS DE NEUMATIZACIÓN DEL ÁPEX PETROSO POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA EN PACIENTES ADULTOS DEL HOSPITAL GENERAL DEL CMN LA RAZA., es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos y archivos de imágenes tomográficas.

Edad (años)	
Genero	

Llenado por médico radiólogo	
<i>mastoides derecha</i>	
Grado de neumatización de ápex petroso	
I, II, III, IV	
<i>Mastoides izquierda</i>	
Grado de neumatización de ápex petroso	
I, II, III, IV	
Simetría	

MANIFESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS en apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo. La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo GRADOS DE NEUMATIZACIÓN DEL ÁPEX PETROSO POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA EN PACIENTES ADULTOS DEL HOSPITAL GENERAL DEL CMN LA RAZA., cuyo propósito es la elaboración de tesis para la obtención del título de especialidad. 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 las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente:


Dr. Bernardo García Ramírez, médico adscrito al servicio de tomografía de la UMAE Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", del Centro Médico Nacional "La Raza", IMSS. Investigador Responsable.