

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



**“CORRELACIÓN ENTRE LAS UNIDADES HOUNSFIELD EN OÍDOS DE
PACIENTES MEXICANOS PARA DIFERENCIAR HENDIDURA
COCLEAR Y OTOESPONGIOSIS”**

Por

DR. DAVID JOWHARA BLANQUETO FUENTES

**TESIS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN RADIOLOGÍA E IMAGEN**

2024

**“CORRELACIÓN ENTRE LAS UNIDADES HOUNSFIELD EN OÍDOS DE
PACIENTES MEXICANOS PARA DIFERENCIAR HENDIDURA
COCLEAR Y OTOESPONGIOSIS”**

Aprobación de la tesis:



Dr. Mario Alberto Campos Coy
Director de tesis



Dra. Yazmín Aseret Ramírez Galván
Coordinador de Enseñanza



Dra. Yazmín Aseret Ramírez Galván
Coordinador de Investigación



Dr. Guillermo Elizondo Riojas
Jefe del Departamento de Radiología e Imagen



Dr. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Lessly, por creer en mí y apoyarme siempre.

A mis padres, que me han guiado con su sabiduría y cariño.

A mis maestros, por su invaluable tiempo y enseñanzas.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
1. RESUMEN	
Capítulo II	
2. INTRODUCCIÓN	
Capítulo III	
3. HIPÓTESIS	
Capítulo IV	
4. OBJETIVOS	
Capítulo V	
5. MATERIAL Y MÉTODOS	
Capítulo VI	
6. RESULTADOS	
Capítulo VII	
7. DISCUSIÓN	
Capítulo VIII	
8. CONCLUSIÓN	
Capítulo IX	
9. ANEXOS	

Capítulo X

10. BIBLIOGRAFÍA

Capítulo XI

11. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla con medidas de tendencia central y distribución
2. Gráfico de medidas de distribución del oído derecho.
3. Gráfico de medidas de distribución del oído izquierdo.
4. Gráfico de medidas de distribución de la densidad media.
5. Gráfica comparativa de densidades entre ambos oídos.
6. Raincloud plot y box plot de densidades entre ambos oídos.

ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
UH	Unidades Hounsfield
PACS	Sistema de Archivado y Transmisión de Imágenes
ROI	Área de interés
TC	Tomografía Computarizada

Capítulo I

1. RESUMEN

Objetivo: Analizar las diferencias de densidad en pacientes mexicanos que presenten otopospongiosis y hendidura coclear mediante estudios de tomografía de oídos simples para determinar la utilidad de la medición de las unidades Hounsfield para el diagnóstico oportuno de otopospongiosis.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional, transversal y retrospectivo en pacientes mexicanos mayores de edad de ambos géneros que cuenten con estudios de tomografía computada de oídos simple en el Centro Universitario de Imagen Diagnóstica en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”. Se utilizó la cuantificación de las Unidades Hounsfield (UH) de las hipodensidades encontradas en la cápsula ótica para cuantificar la densidad de las mismas y determinar la diferencia de la densidad de la otopospongiosis y la hendidura coclear.

Resultados: Se observó que tanto el oído derecho como el oído izquierdo tenían variaciones en las densidades medidas en unidades Hounsfield (Fig 1, 2 y 3). Además, se realizó estadística no paramétrica, usando la U de Mann-Whitney para comparar las medidas de tendencia central (medias/medianas) del grupo de otopospongiosis y hendidura coclear. Se obtuvo un resultado estadísticamente significativo en la comparación $p < 0.001$. Se observó una tendencia de mayores UH hacia el grupo que padecía hendidura coclear, por lo que concluimos que la hendidura coclear presenta una mayor densidad en comparación con la otopospongiosis.

Capítulo II

2. INTRODUCCIÓN

La otoesclerosis es definida como una otodistrofia de la cápsula ótica (Purohit), en donde el hueso condral normal es sustituido por un hueso espongiótico vascular que tiende a recalcificarse (Oprisan). Es de origen autosómico dominante y está descrita como una de las primeras causas de hipoacusia en pacientes de edad adulta (Oprisan). Puede ser causa de hipoacusia neurosensorial, conductiva o mixta. Se categoriza en dos tipos: fenestra y retrofenestra (Purohit). El diagnóstico inicial es a base de la exploración física, el historial clínico y la audiometría. A la valoración física, el síntoma típico suele ser una hipoacusia de conducción, sin embargo, los pacientes pueden presentar síntomas atípicos como hipoacusia neurosensorial, acúfenos y vértigo. Se ha descrito en la literatura, un patrón de audiometría típica, presentando hipoacusia de tipo conductiva, comúnmente llamada escotadura de Carhartt, la cual es definida como una separación anormal de la vía ósea y aérea en los 2.000 kHz (Oprisan).

En contraste, la hendidura coclear se describe como un área curvilínea pericoclear, hipodensa, localizada anterior a la ventana oval. Localizada en la cápsula ótica se considera una variante importante debido a su parecido con patología capsular. Se ha descrito en la literatura que dicha estructura corresponde con una osificación endocondral incompleta (Pucetaite).

Los métodos de imagen son usados para un diagnóstico más preciso y el descarte de otras patologías que puedan estar presentes, por ejemplo, discontinuidad osicular, fijación osicular y anomalías laberínticas (Dudau). El método de imagen inicial, y el considerado como de elección, suele ser la tomografía computada (TC) de oídos simple para realizar su diagnóstico (Oprisan, Purohit).

Se han realizados diversos estudios en los que se evalúan estudios de tomografía de oídos simples cuantificando las Unidades Hounsfield (UH). Uno de ellos es el realizado por Kawase (Kawase) et al en el 2005, en donde se determinó la cuantificación de UH creando 8 regiones de interés (ROI) en estudios de tomografía de oídos simples de 24 pacientes con diagnóstico de otoesclerosis y de 19 oídos normales. Realizaron un t-test de Student para comparar los oídos con patología con los oídos sanos y así, determinar los valores cortes para el diagnóstico de otoesclerosis. Se observó que la tomografía era útil para detectar decalcificaciones, sin embargo, las lesiones escleróticas no fueron detectadas. Dudau et al (Dudau) evaluaron retrospectivamente 259 estudios de tomografía computada de oídos de manera cualitativa y se comparó con la clínica y la exploración con audiometría que se tenía registrada en el expediente clínico. Se encontró que 46% fueron positivos por imagen para otoesclerosis y que dichos resultados influenciaron la decisión terapéutica en los pacientes.

Yamashita et al (Yamashita) realizaron una evaluación cuantitativa de pacientes con sospecha de otoesclerosis en estudios de tomografía simple de oídos utilizando UH

y el programa ImageJ para realizar el histograma, encontrando que en pacientes con otoesclerosis se demostraba un menor valor de UH, así como una entropía mayor en pacientes con otoesclerosis en comparación con los oídos de pacientes sanos. No se encontró una correlación significativa entre el valor promedio de TC y el nivel de audición en los pacientes con otoesclerosis y se correlacionaron los resultados que se obtuvieron por imagen con los resultados obtenidos durante la cirugía.

Chadwell et al analizaron 200 huesos temporales de 100 pacientes, de los cuales solo el 41% presentaba al menos una hendidura coclear como variante y el 26% lo presentaba bilateral.

Capítulo III

3. HIPÓTESIS

La hendidura coclear presenta una menor densidad cuantificada por unidades Hounsfield.

Capítulo IV

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo principal

- Analizar las diferencias de densidad en pacientes mexicanos que presenten otoespongiosis y hendidura coclear mediante estudios de tomografía computada (TC) de oídos simples.

4.2. Objetivo secundario

- Determinar la utilidad de la medición de las unidades Hounsfield para el diagnóstico oportuno de otoespongiosis.

Capítulo V

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Lugar

El estudio se realizó en el Centro Universitario de Imagen Diagnóstica del Hospital Universitario “Dr José Eleuterio González”, Monterrey Nuevo León, México.

5.2. Diseño metodológico

Estudio observacional y retrospectivo, aprobado por el comité de ética en investigación de la subdirección de investigación de la Facultad de Medicina de la UANL y fue dado de alta con la clave de registro de RA24-00010.

5.3. Definición de la población de estudio

Pacientes mexicanos mayores de edad de ambos géneros que cuenten con estudios de tomografía computada de oídos simple.

5.4. Criterios de inclusión

- Estudios de tomografía computada de oídos simples realizados en pacientes mexicanos adultos, de ambos géneros, en el servicio de Radiología e Imagen del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” en el periodo entre enero 2020 y enero 2024.

5.5. Criterios de exclusión

- Pacientes que no presenten alteración de otoespongiosis o datos sugestivos de hendidura coclear.

5.6. Criterios de eliminación

- Pacientes con estudios de mala resolución o con artefactos que interfieran en la correcta visualización y valoración de la anatomía de interés.

5.7. Muestra

Se realizó una estimación de media en dos poblaciones en base al trabajo de Yamashita et al titulado The radiological diagnosis of fenestral otosclerosis: the utility of histogram analysis using multidetector row CT (doi: 10.1007/s00405-014-2933-6), encontrando que el número de muestra necesario es de 135 oídos, con una confianza del 95% y un poder de 80%.

$$n = \frac{K(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

5.8. Metodología

Se revisaron las imágenes de los estudios de tomografía computada de oídos simple obtenidos en nuestro sistema PACS (Carestream, Rochester, Nueva York, Estados Unidos y Fujifilm, Lexington, Massachusetts, Estados Unidos). Solamente se tomaron en cuenta los pacientes que contaran con estudio de tomografía computada de oídos simple con el equipo IQon-Spectral Phillips. Los pacientes que cumplieran los criterios de inclusión se incluyeron en nuestro estudio. Las imágenes fueron analizadas en la estación de trabajo en el departamento de radiología de nuestro hospital, utilizando ROIs para cuantificar las densidades en unidades Hounsfield (UH). Se desarrolló una base de datos electrónica en Excel en la cual se capturaron los datos de interés obtenidos del análisis de los estudios de imagen. La realización de este análisis no intervino de ninguna forma con los protocolos normales de realización, almacenaje y entrega de los resultados del estudio al paciente o médico solicitante del mismo.

5.9 Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de los datos por medio de estimación de media en dos poblaciones. Se consideró un valor de $P < 0.05$ como estadísticamente significativo. Se optó por utilizar estadística no paramétrica, con lo cual, decantamos por el uso de la U de Mann-Whitney para comparar las medidas de tendencia central (medias/medianas) del grupo de otoespongiosis y hendidura coclear. Se realizaron también medidas de tendencia central y distribución.

5.10. Aspectos éticos

Esta investigación no supuso riesgo alguno a las personas ya que fue observacional y retrospectivo. Los datos y documentos fuente se encuentran en el expediente clínico; la información contenida en el expediente fue manejada confidencialmente, sólo podrá ser dada a conocer a terceros mediante orden de la autoridad competente (México). Los documentos esenciales serán conservados por el investigador del estudio hasta al menos dos años desde la terminación formal del estudio clínico. Prevalece el criterio de respeto, dignidad y confidencialidad en los derechos de los pacientes, de acuerdo a los principios de la declaración de Helsinki, y con la ley General de Salud. Título segundo, de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos capítulo 1, disposiciones comunes artículo 13 y 14. Este protocolo de investigación fue revisado y aprobado por el comité de ética de nuestra institución bajo la clave RA24-00010.

Capítulo VI

6. RESULTADOS

Se realizaron medidas de tendencia central y distribución con los resultados obtenidos en ambos oídos (tabla 1), evidenciando en los primeros dos casos con el valor de p menor a 0.05 de la prueba de Shapiro-Wilk; además de los valores de Kurtosis que se mantuvieron siempre fuera del intervalo [0.8 a -0.8] que consideramos normal. En el tercer caso, de la densidad total, a pesar de reportar un valor p que nos sugiere normalidad, la Kurtosis sigue estando elevada. Los datos perdidos representan aquellos valores que por su ausencia o por haber sido codificados de manera ambigua no pueden ser utilizados para en análisis, y se suprimen del estudio.

Se observó que tanto el oído derecho como el oído izquierdo tenían variaciones en las densidades medidas en unidades Hounsfield (Fig 1, 2 y 3). Además, se realizó estadística no paramétrica, usando la U de Mann-Whitney para comparar las medidas de tendencia central (medias/medianas) del grupo de otoespongiosis y hendidura coclear. Se obtuvo un resultado estadísticamente significativo en la comparación $p < 0.001$ con lo cual podemos rechazar nuestra hipótesis nula de igualdad entre los grupos, teniendo que nos queda la hipótesis alterna que nos indicaría que los grupos tienen valor diferente en UH. Se observó una tendencia de mayores UH hacia el grupo que padecía hendidura coclear (Fig 4 y 5), por lo que concluimos que la hendidura coclear presenta una mayor densidad en comparación con la otoespongiosis.

Capítulo VII

7. DISCUSIÓN

Diversos estudios han evaluado a la tomografía de oídos simples para cuantificar las Unidades Hounsfield (UH). Nuestro estudio demostró que hay una menor densidad tanto en la otoespongiosis como en la hendidura coclear. Obteniendo resultados similares a Kawase et al (Kawase), determinando que la otoespongiosis condiciona una decalcificación y por lo tanto una disminución de la densidad del oído afectado. Sin embargo en nuestro estudio, no se compararon las medidas realizadas con imágenes de oídos normales.

Yamashita (Yamashita) y colaboradores encontraron que en pacientes con otoesclerosis se demostraba un menor valor de UH tanto por tomografía como por la cuantificación de píxeles con el programa ImageJ, lo que coincide con la disminución de la densidad en unidades Hounsfield calculada en nuestro estudio. A diferencia del estudio de Yamashita, no se realizó cuantificación de píxeles en nuestras medidas comparativas.

Dudau et al (Dudau) compararon en su estudio a la tomografía computada de oídos con la clínica y la audiometría, encontrando correlación por imagen para otoesclerosis. A pesar de que en nuestro estudio no se tomó en cuenta la clínica o la exploración, las características en imagen que se describen en el estudio son las mismas que se tomaron en cuenta para realizar el diagnóstico de otoespongiosis en nuestro estudio.

Capítulo VIII

8. CONCLUSIÓN

La otoesclerosis es definida como una otodistrofia de la cápsula ótica, de origen autosómico dominante. A comparación, la hendidura coclear se describe como un área curvilínea pericoclear, hipodensa, localizada anterior a la ventana oval. Por imagen ambas entidades pueden ser confundidas debido a su similar apariencia. Sin embargo, en nuestro estudio pudimos establecer una diferencia entre las unidades Hounsfield encontradas en los estudios de tomografía, logrando concluir que la otoespongiosis presenta una densidad menor a la hendidura coclear; siendo de gran utilidad para diferenciar una entidad patológica de una entidad que representa una variante anatómica.

CAPÍTULO IX

9. ANEXOS

Tabla 1.
Descriptive Statistics

	DENSIDAD UH DERECHO (media)	DENSIDAD UH IZQUIERDO (media)	Densidad media
Valid	64	63	60
Missing	3	4	7
Median	1412.000	1305.000	1335.500
Mean	1381.078	1285.476	1324.633
Std. Deviation	500.957	536.873	504.357
Skewness	-0.132	-0.123	-0.032
Std. Error of Skewness	0.299	0.302	0.309
Kurtosis	-1.378	-0.870	-1.273
Std. Error of Kurtosis	0.590	0.595	0.608
Shapiro-Wilk	0.928	0.971	0.949
P-value of Shapiro-Wilk	0.001	0.139	0.014
Range	1709.000	2075.000	1813.500
Minimum	509.000	152.000	409.000
Maximum	2218.000	2227.000	2222.500

Fig 1.

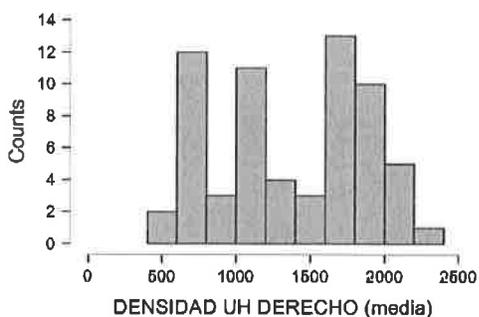


Fig 2.

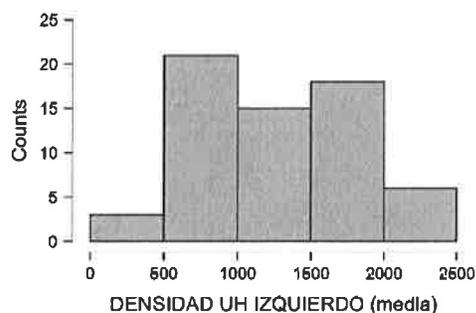


Fig 3.

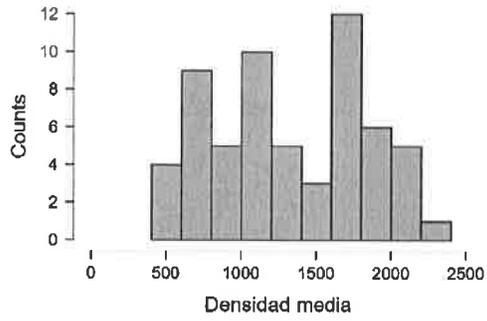


Fig 4.

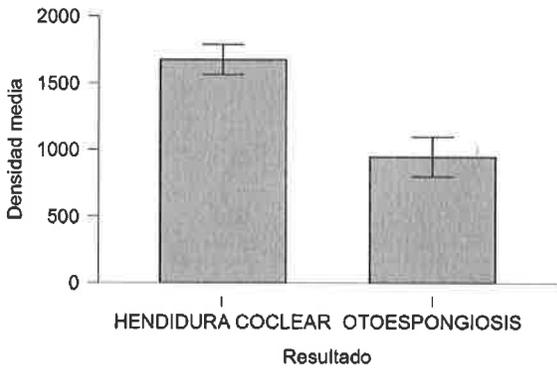
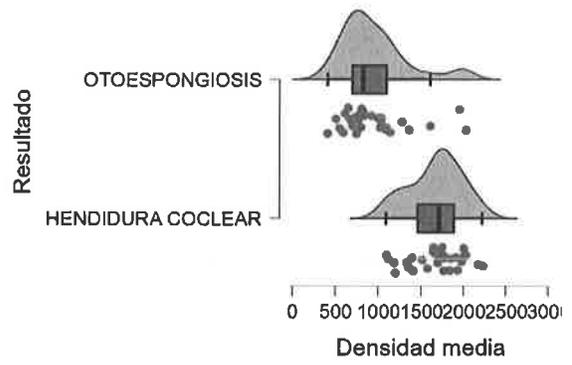


Fig 5.



CAPÍTULO IX

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Akazawa Y, Ganaha A, Higa T, Kondo S, Oyakawa Y, Hirakawa H, et al. Measurement of stapes footplate thickness in otosclerosis by ultra-high-resolution computed tomography. *Acta Otolaryngol.* 2020. 140(11):899-903. doi: 10.1080/00016489.2020.1788225.
2. Deng F, Touska P, Reinshagen KL, Curtin HD, Juliano AF. Diagnostic Performance of Conebeam CT Pixel Values in Active Fenestral Otosclerosis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2021. 42(9):1667-1670. doi: 10.3174/ajnr.A7192.
3. Sanghan N, Chansakul T, Kozin ED, Juliano AF, Curtin HD, Reinshagen KL. Retrospective Review of Otic Capsule Contour and Thickness in Patients with Otosclerosis and Individuals with Normal Hearing on CT. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2018. 39(12):2350-2355. doi: 10.3174/ajnr.A5892.
4. Purohit B, Hermans R, Op de Beeck K. Imaging in otosclerosis: A pictorial review. *Insights Imaging.* 2014. 5(2):245-52. doi: 10.1007/s13244-014-0313-9.
5. Oprisan A, Albertz N, Delgado-Moraleda J, Londoño-Villa LF, Mateos-Fernández M, Mazon M, et al (2020). Audiometric-radiologic correlation in patients with otosclerosis. *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina.* 137. 60-64. 10.32440/ar.2020.137.01.rev07.
6. Dudau C, Salim F, Jiang D, Connor SE. Diagnostic efficacy and therapeutic impact of computed tomography in the evaluation of clinically suspected otosclerosis. *Eur Radiol.* 2017. 27(3):1195-1201. doi: 10.1007/s00330-016-4446-

7. Kawase S, Naganawa S, Sone M, Ikeda M, Ishigaki T. Relationship between CT densitometry with a slice thickness of 0.5 mm and audiometry in otosclerosis. *Eur Radiol.* 2006. 16(6):1367-73. doi: 10.1007/s00330-005-0128-7.
8. Yagi C, Morita Y, Takahashi K, Ogi M, Oshima S, Yamamoto Y, Horii A. Otosclerosis: anatomical distribution of otosclerotic loci analyzed by high-resolution computed tomography. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2019. 276(5):1335-1340. doi: 10.1007/s00405-019-05385-w.
9. Chadwell JB, Halsted MJ, Choo DI, Greinwald JH, Benton C. The cochlear cleft. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2004. 25(1):21-4.
10. Yamashita K, Yoshiura T, Hiwatashi A, Togao O, Kikuchi K, Inoguchi T, Kumazawa S, Honda H. The radiological diagnosis of fenestral otosclerosis: the utility of histogram analysis using multidetector row CT. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2014. 271(12):3277-82. doi: 10.1007/s00405-014-2933-6.
11. Yamashita K, Hiwatashi A, Togao O, Kondo M, Kikuchi K, Inoguchi T, Maehara J, Kyuragi Y, Honda H. Additive value of "otosclerosis-weighted" images for the CT diagnosis of fenestral otosclerosis. *Acta Radiol.* 2017. 58(10):1215-1221. doi: 10.1177/0284185116687172.
12. Pucetaite M, Quesnel AM, Juliano AF, Curtin HD, Reinshagen, KL. The Cochlear Cleft: CT Correlation with Histopathology. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology.* 2020. 41(6), 745–749. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002637>.

CAPÍTULO XI

11. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Nació en Lázaro Cárdenas, Michoacán el 2 de octubre de 1992, recibiendo el nombre de David Jowhara Blanqueto Fuentes. Hijo único de Juan José Blanqueto Córdova y María Guadalupe Fuentes Zamarrón, ambos ingenieros metalúrgicos, él originario de Campeche y ella originaria de Coahuila.

Por cuestiones de trabajo la familia cambió de residencia y su infancia y educación básica transcurrieron en Monclova, Coahuila, donde también desarrolló afición por la música y la pintura, así como interés por las ciencias naturales.

Una vez concluido el bachillerato se mudó de estado para estudiar la licenciatura de Médico Cirujano y Partero en la Universidad Autónoma de Nuevo León, en la generación 2010-2016, donde formó parte del grupo de instructores de la materia de radiología en pregrado, lo que encaminaría su decisión de realizar una especialidad.

Realizó el servicio social en el Centro Universitario de Imagen Diagnóstica del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González". Al terminar su servicio social, aprobó el examen nacional de residencias médicas y fue aceptado en el mismo departamento como residente.