

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



TÍTULO DE LA TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA VÁLVULA NASAL INTERNA MEDIANTE TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA EN POBLACIÓN GENERAL DEL NORESTE DE MÉXICO”**

POR

DR JACINTO EDUARDO TREVIÑO CARDENAS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
DE ESPECIALISTA EN OTORRINOLARINGOLOGÍA Y
CIRUGÍA DE CABEZA Y CUELLO**

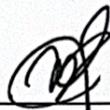
DICIEMBRE, 2024

**"EVALUACIÓN DE LA VÁLVULA NASAL INTERNA MEDIANTE TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA EN POBLACIÓN GENERAL DEL NORESTE DE MÉXICO"**

Aprobación de la tesis OT24-00004.



Dr. Med. José Luis Treviño González
Director de tesis



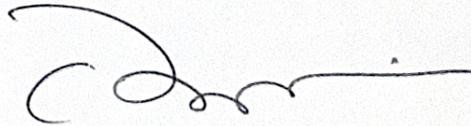
Dra. Josefina Alejandra Morales del Angel
Coordinadora de enseñanza



Dr. José Rosmal Cortes Ponce
Coordinador de Investigación



Dr. Med. José Luis Treviño González
Jefe de servicio o departamento



Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de estudios de posgrado

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A mi familia que siempre han apoyado, a Mayra mi compañera de vida quien siempre sabe como ayudarme a mantener un equilibrio, a mis profesores y compañeros por su enseñanza y paciencia y a los pacientes quienes son el motivo del estudio.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
1. RESÚMEN	7
Capítulo II	
2. INTRODUCCIÓN	9
Capítulo III	
3. JUSTIFICACIÓN	12
Capítulo IV	
4. OBJETIVOS	13
Capítulo V	
5. MATERIAL Y MÉTODOS	14
Capítulo VI	
6. RESULTADOS	19
Capítulo VII	
7. DISCUSIÓN	21
Capítulo VIII	
8. CONCLUSIÓN	26

Capítulo IX

10.BIBLIOGRAFÍA 27

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Variables cuantitativas y cualitativas.	17
2. Resultados descriptivos para el área y ángulo de la válvula nasal interna.	19
3. Comparación de características de la válvula nasal interna para hombres y mujeres.	20
4. Mediciones de la válvula nasal por tomografía computada en diversas poblaciones.	23

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Método de reformateo de imagen para mediciones.	16

LISTA DE ABREVIATURAS

NBV: Nasal base view

TC: Tomografía computarizada

Fig: Figura

CAPÍTULO I

RESUMEN

Introducción: La válvula nasal interna constituye la región más estrecha y de mayor resistencia en la cavidad nasal. Está delimitada por el cartílago lateral superior, el septum nasal, la cabeza del cornete inferior y el piso de la cavidad nasal. Para su evaluación, se emplean métodos clínicos y herramientas como la TC y la rinomanometría acústica, siendo la primera más accesible y replicable.

Objetivo: Describir mediante TC el ángulo y el área de la válvula nasal interna en la población estudiada.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional, transversal y descriptivo en pacientes con TC de senos paranasales recolectadas en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” entre julio y septiembre de 2024, empleando el método descrito por Poetker y cols. para la medición del ángulo y área de la válvula nasal interna.

Resultados: Se evaluaron 78 válvulas nasales. El ángulo promedio de la válvula nasal interna fue de $11.88^\circ \pm 4.16^\circ$ y el área media de $89.66 \text{ mm}^2 \pm 29.73 \text{ mm}^2$. Las mujeres presentaron un ángulo mayor (12.72°) en comparación con los hombres (10.39°), diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.01$). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el área valvular entre géneros.

Discusión: Los resultados obtenidos muestran una amplia variabilidad en las medidas de la válvula nasal interna, lo que sugiere una diversidad anatómica

significativa. Los valores obtenidos son menores a los reportados previamente en estudios mexicanos por endoscopía, pero similares a los parámetros clásicos. La TC, aunque menos precisa que la rinomanometría, es una herramienta útil y ampliamente disponible en el contexto clínico.

Conclusión: Este es el primer estudio que evalúa el ángulo y el área de la válvula nasal interna por TC en población mexicana. Los resultados obtenidos son consistentes con los parámetros clásicos, conocer estos valores permite al clínico diseñar tratamientos.

CAPITULO II

INTRODUCCIÓN

La válvula nasal interna inicialmente definida por Mink en 1903 como un pasaje en forma de hendidura entre el borde caudal del cartílago lateral superior y el septum ha sido objeto de diversos estudios anatómicos que han llevado a redefinir esta estructura. Junto con la válvula nasal externa y la válvula nasal vestibular forma parte de las 3 válvulas dinámicas nasales, la válvula nasal interna es el área más estrecha de la cavidad nasal y representa el sitio con mayor resistencia del tracto respiratorio. (1)

La válvula nasal interna está compuesta por dos elementos, el ángulo de la válvula nasal interna y el área de la válvula nasal interna, el primero se localiza en el corte coronal entre el borde caudal del cartílago lateral superior y el septum nasal mientras que el área está delimitada por el borde caudal del cartílago lateral superior, la cabeza del cornete inferior, la porción cartilaginosa del septum nasal y el piso de la cavidad nasal, de forma tradicional se describe un ángulo de 10 – 15° y un área de 55-60mm². (2)

El colapso valvular representa el compromiso del área valvular y de acuerdo con la ley de Poiseville, la tasa de flujo a través de un cilindro es proporcional a su radio a la 4ta potencia, este principio es aplicable para modelos fisiológicos por lo que pequeños cambios en el área valvular generan alteraciones significativas en el flujo

aéreo. Para su estudio se ha dividido en colapso estático y dinámico de acuerdo a si es o no asociado a la respiración forzada y puede ser secundario principalmente a 3 situaciones, 1) desviaciones septales, 2) hipertrofia de los cornetes inferiores o 3) una pared nasal lateral laxa. (3)

En pacientes con evidencia de obstrucción asociado a un compromiso de la válvula nasal interna el manejo quirúrgico ya sea mediante corrección quirúrgica de los cornetes, septum nasal o pared nasal lateral o el uso de métodos no quirúrgicos para expandir esta área puede llevar a mejoras en la respiración. (4)

La exploración física es fundamental para la evaluación de la válvula nasal interna (5) sin embargo se han propuesto diversos métodos para su evaluación objetiva. La rinomanometría acústica (RA) se ha propuesto como el estándar diagnóstico como estudio de gabinete para la evaluación de la morfometría nasal, es un método rápido, indoloro, no invasivo que requiere poca cooperación del paciente sin embargo con limitantes al requerir de equipo especial con mayores costos y de poca disponibilidad. (6)

La tomografía computada ha sido utilizada en la evaluación geométrica de la cavidad nasal, la valoración de la válvula nasal se basa principalmente en la valoración de 2 medidas, el área y el ángulo de la válvula nasal interna. (7) Inicialmente la evaluación del área valvular se realizó mediante el empleo de vistas coronales estrictas las cuales se trazan en una perpendicular con respecto al paladar duro (8)

sin embargo, con el paso del tiempo diversos autores han sugerido métodos alternativos con el objetivo de obtener una medición más fidedigna del área valvular.

En el 2003 Cakmak y cols. sugirieron la evaluación de la válvula nasal interna con base en imágenes trazadas de forma perpendicular al eje acústico el cual es trazado con una línea arqueada en el medio del pasaje de la cavidad nasal que representa el flujo del aire a través de la cavidad nasal y que busca emular el flujo aéreo mostrado por rinomanometría, este método mostró una mejor correlación con la evaluación con rinomanometría acústica en comparación con cortes coronales (9) Este método fue replicado y acuñado con el nombre de nasal base view (NBV) (2)

La evaluación de la válvula nasal interna se ha realizado en diferentes poblaciones con resultados diversos en las medidas del ángulo y área de la válvula nasal interna (10), en México un estudio realizado mediante endoscopia evidenció el ángulo de la válvula nasal interna mayor a lo descrito de forma tradicional. (11)

CAPITULO III

JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la válvula nasal interna ha sido motivo de estudio debido a su relevancia clínica y quirúrgica, a pesar de que la evaluación clínica es la base del diagnóstico la valoración objetiva mediante tomografía computarizada es fundamental.

Existen diferencias en la morfología nasal con respecto a otras poblaciones y se ha sugerido ya una diferencia en el área valvular en la población mexicana, por lo tanto, caracterizar de forma objetiva las medidas del ángulo y área valvular interna mediante el uso de tomografía computarizada es fundamental al ser un método objetivo, replicable y con amplia disponibilidad que permitan al clínico tomar decisiones.

CAPITULO IV

OBJETIVOS

OBJETIVO PRIMARIO

- Describir mediante TC el ángulo y área de la válvula nasal interna en nuestra población

CAPITULO V

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

El estudio fue de carácter observacional, transversal y descriptivo. La muestra se adquirió mediante la recolección de forma consecutiva de tomografías computadas de senos paranasales y cráneo de la base de datos del departamento de Imagen Diagnóstica del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, durante el periodo de julio a septiembre de 2024.

Cálculo de la muestra

El cálculo de la muestra se adquirió mediante la fórmula de estimación de la media de una población necesitando un mínimo de 67.24 válvulas nasales. Los parámetros fueron establecidos con un valor de Z de 1.64, un valor sigma de 5 y un valor delta de 1 para un obtener un poder del 95% con base en el artículo Jasso-Ramírez E, Sánchez y Béjar F, Arcaute Aizpuru F, Maulen Radován IE, de la Garza Hesles H. Nasal valve evaluation in the Mexican-Hispanic (mestizo) nose. Int Forum Allergy Rhinol [Internet]. 2018 Apr;8(4):547–52. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/alr.22091>

Criterios de inclusión

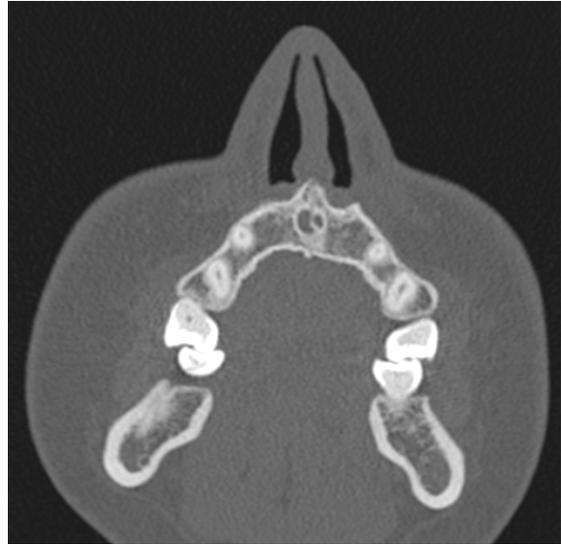
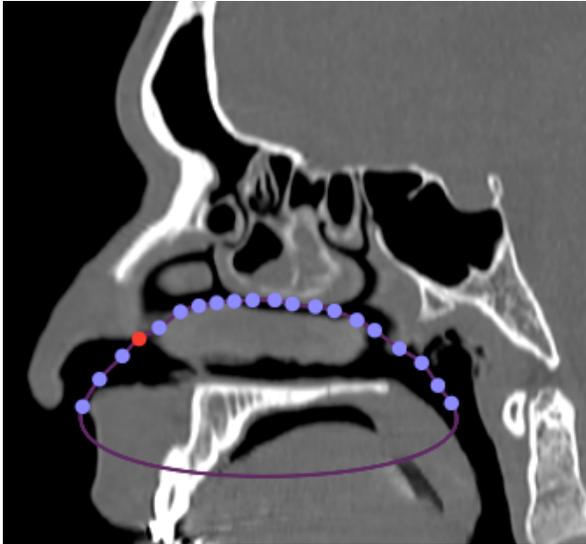
Pacientes mayores de 18 años con tomografía computada de senos paranasales que permita el reformateo en la vista de la base nasal, tomografías obtenidas durante los meses de julio a septiembre de 2024.

Criterios de exclusión

Pacientes con evidencia en el estudio de imagen de malformaciones craneofaciales, fractura de huesos propios nasales o septum nasal, traumatismo nasal, tumores en nasosinusales, cirugías previas en cavidad nasal o senos paranasales.

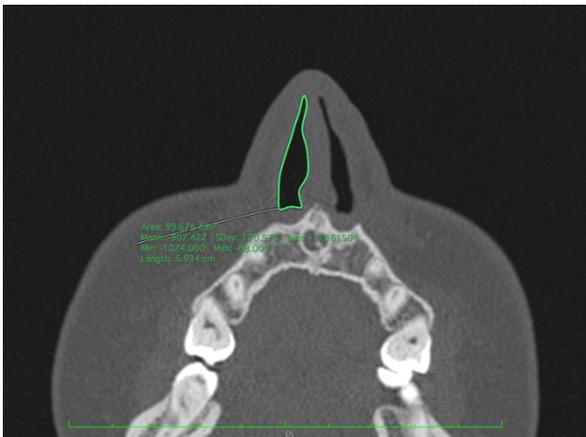
Evaluación y análisis de las tomografías computadas

Las tomografías de senos paranasales fueron obtenidas de la base de datos del departamento de Imagen Diagnóstica del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, que contuvieran cortes axiales, coronales y sagitales de al menos 1.25mm de grosor, mediante el programa Synapse radiology PACS. Para su evaluación se usó el método descrito por Poetker y cols. (2), de forma inicial en una vista parasagital fue trazada una línea en forma de arco a través del paso de aire en cada cavidad nasal que representa el eje acústico estimado (Fig. 1A) posteriormente, se obtuvieron imágenes perpendiculares a este eje mostrando el reformateo en NVB (Fig. 1B) para finalmente realizar las mediciones ajustando en el corte que se encontraba en el borde más anterior de tejido blando en la válvula nasal interna, se obtuvo el área de cada válvula nasal interna en mm^2 así como el ángulo (Fig. 1C y D).



A. Eje acústico estimado trazado en corte parasagital (línea punteada morada). El punto rojo representa el punto estimado del trazo perpendicular para la NBV.

B. Nasal base view.



C. Medición del área de la válvula nasal interna derecha.



D. Medición del ángulo de la válvula nasal interna.

Fig. 1 Método de reformateo de imagen para mediciones.

Los datos demográficos y medidas obtenidas fueron almacenados en una base de datos de Microsoft® Excel para Mac versión 16.82 y posteriormente se realizó un análisis descriptivo con SPSS V29.0 (Armonk, NY: IBM Corp).

Las variables categóricas y numéricas se reportaron como porcentajes, frecuencias o medias y desviaciones estándar, respectivamente. Se realizó un análisis de Kruskal-Wallis de muestras independientes para evaluar la distribución de los resultados para el área y ángulo de la válvula nasal interna, se utilizó para el análisis de las variables cuantitativas la prueba t de Student y U de Mann-Whitney para las muestras paramétricas y no paramétricas de forma correspondiente.

Se considero un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo.

Variables cuantitativas y cualitativas. Tabla 1.

Variable	Definición operacional	Unidad de medida	Escala de medición
Ángulo de la válvula nasal interna.	Medida en grados del espacio entre el cartílago lateral superior y el septum nasal.	Ángulo.	Cuantitativa continua.
Área valvular nasal.	Medida en milímetros del área entre el cartílago lateral superior, la cabeza anterior del cornete inferior, piso de cavidad nasal y el septum nasal.	Milímetros.	Cuantitativa continua.
Edad	Tiempo de años desde el nacimiento hasta el día actual.	Años.	Cuantitativa discreta.
Género	Sustantivo que define las características biológicas del individuo.	Masculino o Femenino.	Cualitativa dicotómica.

Tabla 1. Variables cuantitativas y cualitativas.

Confidencialidad y ética

Como mecanismo de confidencialidad no se utilizaron los nombres completos de los sujetos de investigación, sino que se utilizaron las iniciales y un número de registro para identificarlos. Los nombres de los sujetos no aparecieron ni se utilizó información sensible que identifique al sujeto. Solamente los autores tuvieron acceso a la información confidencial de los sujetos en estudio, se usaron carpetas digitales donde se almacenó la información sustituyendo nombres por números de folio evitando cualquier situación que comprometiera la identidad de los sujetos.

El estudio se presentó al Comité de Ética y de Investigación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” con el siguiente registro de autorización OT24-00004.

CAPITULO VI

RESULTADOS

Durante el periodo de evaluaron un total de 44 TC de los cuales se excluyeron 5, 2 por antecedente de traumatismo nasal y 3 por tumores nasosinuales, lo que resulto en un total de 78 válvulas nasales evaluadas por tomografía computada de senos paranasales. El rango de edad de los pacientes fue de 18 a 72 años, con una media de 41.97 años \pm 15.75 años. Un total de 50 (64.1%) estudios analizados fueron de pacientes de sexo femenino, 28 (35.9%) fueron de sexo masculino.

El rango del ángulo de la válvula nasal interna para toda la muestra fue de 4° a 23° con una media de 11.88° \pm 4.16° mientras que el rango del área de la válvula nasal interna para toda la muestra fue de 33.67 mm² a 162.50 mm² con una media de 89.66 mm² \pm 29.73 mm². Tabla 2.

	Área valvular	Ángulo valvular
Media	89.66 mm ²	11.88°
Mediana	84.55 mm ²	12.00°
Desviación estándar	29.73 mm ²	4.16°
Rango	128.83 mm ²	19°
Mínimo	33.67 mm ²	4°
Máximo	162.50 mm ²	23°

Tabla 2. Resultados descriptivos para el área y ángulo de la válvula nasal interna

En el análisis por género evidenció que la media del ángulo de la válvula nasal interna fue de $12.72^\circ \pm 4.00^\circ$ para las mujeres mientras para los hombres fue de $10.39^\circ \pm 4.08^\circ$ con una diferencia estadísticamente significativa (p 0.01). Para el área valvular se obtuvo una media de $89.66 \text{ mm}^2 \pm 30.79 \text{ mm}^2$ para las mujeres y de $89.66 \text{ mm}^2 \pm 28.28 \text{ mm}^2$ para el grupo de los hombres sin mostrarse una diferencia estadísticamente significativa (p 1.00). Tabla 3.

	Mujeres n= 50	Hombres n=28	Valor de p
Área valvular Media (DE)	$89.66 \text{ mm}^2 (\pm 30.79 \text{ mm}^2)$	$89.66 \text{ mm}^2 (\pm 28.28 \text{ mm}^2)$	1.00
Ángulo valvular (DE)	$12.72^\circ (\pm 4.00^\circ)$	$10.39^\circ (\pm 4.08^\circ)$	0.01

Tabla 3. Comparación de características de la válvula nasal interna para hombres y mujeres.

DISCUSIÓN

La válvula nasal interna es el sitio con mayor resistencia al flujo aéreo en la cavidad nasal por lo que representa una estructura relevante en la evaluación clínica y manejo durante la cirugía nasal.

Los hallazgos obtenidos en el estudio revelan un rango considerable en el ángulo y el área de la válvula nasal interna en la muestra analizada, lo cual sugiere una variabilidad anatómica significativa entre los individuos. El ángulo promedio de la válvula nasal interna fue de $11.88^\circ \pm 4.16^\circ$, con un rango que varió de 4° a 23° . Este valor se encuentra dentro de los rangos reportados en la literatura, donde el ángulo óptimo de la válvula nasal interna se ha asociado con un flujo de aire más eficiente en las vías respiratorias superiores (12). Valores menores a 10° suelen considerarse subóptimos y pueden estar asociados con problemas respiratorios, como obstrucción nasal (13).

El área de la válvula nasal interna mostró una media de $89.66 \text{ mm}^2 \pm 29.73 \text{ mm}^2$, con un rango de 33.67 mm^2 a 162.50 mm^2 . Este hallazgo es relevante, ya que el área de la válvula nasal es un factor crítico en la resistencia al flujo de aire. Estudios previos han demostrado que una reducción en el área puede estar asociada con un aumento de la resistencia nasal, lo que afecta negativamente la función respiratoria (14). La amplia variabilidad observada en el área de la válvula nasal en esta muestra puede reflejar diferencias anatómicas individuales que podrían influir en la experiencia subjetiva de la obstrucción nasal y su medición.

La diferencia en el ángulo de la válvula nasal interna entre hombres y mujeres, con una media de $12.72^\circ \pm 4.00^\circ$ en mujeres y $10.39^\circ \pm 4.08^\circ$ en hombres, refleja posibles variaciones anatómicas relacionadas con el género. La diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.01$) sugiere que el género podría ser un factor influyente en la configuración anatómica de la válvula nasal interna.

Estas variaciones pueden estar asociadas con diferencias estructurales generales en la anatomía nasal entre hombres y mujeres, que incluyen factores como el grosor de los cartílagos y la configuración del esqueleto nasal, estudios han indicado que la anatomía nasal masculina tiende a presentar estructuras óseas y cartilagosas más gruesas y con ángulos menos abiertos en ciertas áreas nasales, lo que podría explicar la media más baja en los hombres para el ángulo de la válvula nasal interna siendo contradictorios los resultados asociados a estos hallazgos (15,16).

Nuestro estudio muestra hallazgos en el ángulo y área de la válvula nasal interna teniendo un rango considerable, estos datos reflejan la diversidad anatómica en la población estudiada, lo cual es consistente con otros estudios (2, 17-26) que indican una variabilidad significativa entre diversas poblaciones. Tabla 4.

Autor y año	Población	n	Ángulo válvula nasal interna media ± DE
Poetker y cols., 2004 (2)	Caucásica	30	11.4° ± 2.6°
Suh y cols., 2008 (17)	Asiática	38	21.6° ± 4.5°
Kim y cols., 2012 (18)	Coreana	136	10.37 ° ± 4.38 °
Englhard y cols., 2016 (19)	Asiática	8	21.7 ° ± 3.08 °
	Caucásica	8	14.2 ° ± 3.2 °
Ismail y cols., 2018 (20)	Egipcia	79	Derecho 7.23° Izquierdo 6.98°
Hosseini y cols., 2020 (21)	Caucásica	20	10.77° ± 6.02 °
Chen y cols., 2023 (22)	China	32	Derecho 20.48 ° ± 2.99 ° Izquierdo 19.65 ° ± 3.82 °
Shafik y cols., 2020 (23)	Egipcia	20	9.3 ° ± 4.9 °
Stergiou G y cols., 2020 (24)	Caucásica	5	26.2 ° ± 1.8 °
Abdelwahab y cols., 2020 (25)	Caucásica	6	10.72 ° ± 0.85 °
Stergiou y cols., 2022 (26)	Caucásica	30	20.77 ° ± 3.2 °

Tabla 4. Mediciones de la válvula nasal por tomografía computada en diversas poblaciones.

A diferencia de un estudio previo realizado en población mexicana el cual refleja un Angulo de la válvula nasal interna de 24.1° (DE 4.9°) y de 25.1° (DE 5°) para el lado derecho e izquierdo respectivamente (11), nuestro estudio evidencio resultados menores los cuales son similares a los descritos de forma clásica (10 a 15°), esto puede deberse a que el método de evaluación fue mediante endoscopía el cual ha mostrado, en una revisión sistemática reciente, tener menor precisión que la TC (27), este estudio representa el primer estudio en evaluar por tomografía computarizada la válvula nasal interna en población mexicana.

Entre las limitaciones del estudio, destaca el uso de la tomografía computarizada (TC) como método de medición. Aunque es una herramienta útil, algunos estudios señalan que tanto la rinomanometría como la rinomanometría acústica son métodos objetivos más precisos para medir las áreas dentro de la cavidad nasal (27–29). Sin embargo, el empleo de estos métodos está restringido debido a su alto costo y limitada disponibilidad, lo que reduce su uso en la práctica clínica cotidiana.

Nigro y cols. cuestionan la efectividad de la TC como método para evaluar la válvula nasal interna (14). Otros estudios han encontrado una adecuada correlación entre las mediciones realizadas mediante el reformateo de las imágenes NBV, utilizado en el presente estudio, y las obtenidas mediante rinomanometría (2,9). Esto respalda la validez de los datos obtenidos y sugiere que, aunque la TC puede ser un método alternativo, su amplia disponibilidad y frecuente solicitud en pacientes evaluados por obstrucción nasal lo vuelven una herramienta útil en la evaluación de la válvula nasal interna.

La combinación de un ángulo reducido y un área menor podría predisponer a algunos individuos a presentar mayores síntomas de obstrucción nasal, sugiriendo la importancia de una evaluación anatómica detallada en pacientes con quejas de dificultad respiratoria. Estos resultados resaltan la relevancia de personalizar las intervenciones terapéuticas para restaurar un ángulo y un área adecuados, optimizando así el flujo de aire y mejorando la calidad de vida de los pacientes.

De acuerdo con el último consenso publicado, la exploración física mediante rinoscopia anterior y los cambios en la ventilación forzada se mantiene como la mejor forma de evaluar la válvula nasal interna y aunque no se sugiere el uso de estudios complementarios (30), la necesidad de objetivar se vuelve relevante en el contexto actual debido a la mayor intervención de aseguradoras y agencias reguladoras las cuales solicitan evidencia para la autorización de procedimientos quirúrgicos así como para fines de investigación clínica.

Futuras investigaciones en las cuales se evalúe de forma prospectiva correlacionando la exploración física de pacientes con estudios de imagen podrán contribuir a seguir evaluando la utilidad de este tipo de estudios.

CONCLUSIÓN

El presente trabajo representa el primer estudio en evaluar por TC el ángulo y el área de la válvula nasal interna en nuestra población encontrando una amplia variabilidad que refleja las diferencias individuales.

Los valores obtenidos, aunque menores a los reportados en otro estudio en población mexicana por endoscopia, son consistentes con los parámetros clásicos descritos en la literatura.

El conocer los valores normales de la válvula nasal interna por tomografía computarizada permite al otorrinolaringólogo establecer medidas terapéuticas enfocadas al tratamiento de esta área de la cavidad nasal.

Futuros estudios prospectivos que correlacionen hallazgos clínicos con estudios de imagen contribuirán a validar y ampliar la aplicabilidad de estos resultados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bloching MB. Disorders of the nasal valve area.
2. Poetker DM, Rhee JS, Mocan BO, Michel MA. Computed tomography technique for evaluation of the nasal valve. *Arch Facial Plast Surg*. 2004;6(4):240–3.
3. Daniel RK, Pálházi P. *Rhinoplasty*. Cham: Springer International Publishing; 2018.
4. Casale M, Moffa A, Giorgi L, Pierri M, Lugo R, Jacobowitz O, et al. Could the use of a new novel bipolar radiofrequency device (Aerin) improve nasal valve collapse? A systematic review and meta-analysis. Vol. 52, *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. BioMed Central Ltd; 2023.
5. Wittkopf M, Wittkopf J, Ries WR. The diagnosis and treatment of nasal valve collapse.
6. Cakmak O, seyin Celik H, Ergin T, Sennaroglu L. Accuracy of Acoustic Rhinometry Measurements. 2001.
7. Kassel EE, Cooper PW, Kassel RN. CT of the nasal cavity. *J Otolaryngol*. 1983 Feb;12(1):16–36.
8. Terheyden H, Maune S, Ju J, Mertens J, Hilberg O. Acoustic rhinometry: validation by three-dimensionally reconstructed computer tomographic scans [Internet]. 2000. Available from: <http://www.jap.org>
9. Çakmak Ö, Coşkun M, Çelik H, Büyüklü F, Özlüoğlu LN. Value of acoustic rhinometry for measuring nasal valve area. *Laryngoscope*. 2003;113(2):295–302.
10. Ghorbani J, Vajari H, Mehrparvar A. Nasal Valve Area in Iranians, an Imaging Based Study. *Journal of Otorhinolaryngology and Facial Plastic Surgery* [Internet]. 2019;5(3):1–6. Available from: <https://doi.org/10.22037/orlfps.v5i3.29539>
11. Jasso-Ramírez E, Sánchez y Béjar F, Arcaute Aizpuru F, Maulen Radován IE, de la Garza Hesles H. Nasal valve evaluation in the Mexican-Hispanic (mestizo) nose. *Int Forum Allergy Rhinol* [Internet]. 2018 Apr;8(4):547–52. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/alr.22091>
12. Sinkler MA, Wehrle CJ, Elphinstone JW, Magidson E, Ritter EF, Brown JJ. Surgical Management of the Internal Nasal Valve: A Review of Surgical Approaches. Vol. 45, *Aesthetic Plastic Surgery*. Springer; 2021. p. 1127–36.
13. Miman MC, Deliktaş H, Özturan O, Toplu Y, Akarçay M. Internal nasal valve: Revisited with objective facts. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2006 Jan;134(1):41–7.
14. Eduardo Nazareth Nigro C, Faria de Aguiar Nigro J, Mion O, Ferreira Mello Jr J. Nasal Valve: anatomy and physiology. *Braz J Otorhinolaryngol* [Internet]. 2009;75(2):305–15. Available from: <http://www.rborl.org.br/http://www.rborl.org.br/>
15. Wang JJ, Chiang YF, Jiang RS. Dallas rhinoplasty. Nasal surgery by the masters. *Diagnostics*. 2023 Apr 1;13(7).
16. Russel SM, Frank-Ito DO. Gender Differences in Nasal Anatomy and Function Among Caucasians. *Facial Plast Surg Aesthet Med*. 2023 Apr 1;25(2):145–52.

17. Suh MW, Jin HR, Kim JH. Computed tomography versus nasal endoscopy for the measurement of the internal nasal valve angle in Asians. *Acta Otolaryngol.* 2008;128(6):675–9.
18. Kim J, Kim SW, Kim SW, Cho JH, Park YJ. Role of the Sphenoidal Process of the Septal Cartilage in the Development of Septal Deviation. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery* [Internet]. 2012 Jan 1 [cited 2024 Dec 2];146(1):151–5. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1177/0194599811425000>
19. Englhard AS, Wiedmann M, Ledderose GJ, Lemieux B, Badran A, Chen Z, et al. Imaging of the internal nasal valve using long-range Fourier domain optical coherence tomography. *Laryngoscope.* 2016 Mar 1;126(3):E97–102.
20. Ismail A, Hussein W, Elwany S. Combining Spreader Grafts with Suture Suspension for Management of Narrow Internal Nasal Valve Angles. *Turk Otolarengoloji Arsivi/Turkish Archives of Otolaryngology* [Internet]. 2018 May 31;25–9. Available from: <https://turkarchotolaryngol.net/articles/doi/tao.2018.2996>
21. Hosseini S, Schuman TA, Walenga R, Wilkins J V., Babiskin A, Golshahi L. Use of anatomically-accurate 3-dimensional nasal airway models of adult human subjects in a novel methodology to identify and evaluate the internal nasal valve. *Comput Biol Med* [Internet]. 2020;123(June):103896. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103896>
22. Jingyi C, Tao W, Peihua W, Yiyuan S, Na X, Chenjie X, et al. [Study on static parameters of internal nasal valve in 3-dimensional model of nasal cavity space]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi* [Internet]. 2023 Mar 1 [cited 2024 Dec 2];58(3):206–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36878498/>
23. Shafik AG, Alkady HA, Tawfik GM, Mohamed AM, Rabie TM, Huy NT. Computed tomography evaluation of internal nasal valve angle and area and its correlation with NOSE scale for symptomatic improvement in rhinoplasty. *Braz J Otorhinolaryngol* [Internet]. 2020;86(3):343–50. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2019.08.009>
24. STERGIOU G, TREMP M, FINOCCHI V, SABAN Y. Functional and Radiological Assessment After Preservation Rhinoplasty – A Clinical Study. *In Vivo (Brooklyn)* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2024 Dec 2];34(5):2659–65. Available from: <https://iv.iiajournals.org/content/34/5/2659>
25. Abdelwahab MA, Neves CA, Patel PN, Most SP. Impact of Dorsal Preservation Rhinoplasty Versus Dorsal Hump Resection on the Internal Nasal Valve: a Quantitative Radiological Study. *Aesthetic Plast Surg.* 2020 Jun 1;44(3):879–87.
26. Stergiou G, Schweigler A, Finocchi V, Fortuny CG, Saban Y, Tremp M. Quality of Life (QoL) and Outcome After Preservation Rhinoplasty (PR) Using the Rhinoplasty Outcome Evaluation (ROE) Questionnaire—A Prospective Observational Single-Centre Study. *Aesthetic Plast Surg* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2024 Dec 2];46(4):1773–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00266-022-02773-2>
27. AlEnazi A, Alshathri AH, Alshathri AH, Algazlan A, Alkudsi N, Assiri H, et al. Assessment and diagnostic methods of internal nasal valve: Systematic

- review and meta-analysis. Vol. 40, JPRAS Open. Elsevier Ltd; 2024. p. 158–69.
28. Porter MJ, Williamson IG, Kerridge DH, Maw AR. A comparison of the sensitivity of manometric rhinometry, acoustic rhinometry, rhinomanometry and nasal peak flow to detect the decongestant effect of xylometazoline. *Clin Otolaryngol Allied Sci* [Internet]. 1996 [cited 2024 Dec 1];21(3):218–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8818490/>
 29. Vidyasagar R, Friedman M, Ibrahim H, Bliznikas D, Joseph NJ. Inspiratory and Fixed Nasal Valve Collapse: Clinical and Rhinometric Assessment. <https://doi.org/10.1177/194589240501900409> [Internet]. 2005 Jul 1 [cited 2024 Dec 1];19(4):370–4. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/194589240501900409>
 30. Rhee JS, Weaver EM, Park SS, Baker SR, Hilger PA, Kriet JD, et al. Clinical consensus statement: Diagnosis and management of nasal valve compromise. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2010 Jul;143(1):48–59.