

RECIBIDO:

16 febrero 2026

APROBADO:

5 junio 2026

Puntaje-z como estrategia en la interpretación de la oscilometría entre diferentes equipos de medición

Z-Scores as a Strategy for Interpreting Oscillometry across Different Measurement Devices

Alejandra R. García-Velasco , Irlanda Alvarado-Amador ,
Gustavo I. Centeno-Sáenz , Mario A. Flores-Valadez , Rosaura Benítez-Pérez ,
Ileri Thirión-Romero , **Laura Gochicoa-Rangel** 

Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, Ciudad de México, México

Autor correspondiente:

Laura Gochicoa-Rangel

Tlalpan 4502. Sección XVI. Tlalpan, Ciudad de México. México

drgochis@gmail.com

Resumen

Antecedentes: El uso de la oscilometría se ha incrementado de manera significativa en los últimos años, favoreciendo el desarrollo de equipos portátiles para su aplicación clínica; sin embargo, la comparabilidad de los puntajes-z entre distintos dispositivos no se ha establecido claramente. El objetivo de este estudio fue evaluar la concordancia entre los resultados obtenidos con dos marcas diferentes de medición, en población pediátrica sana.

Métodos: Estudio prospectivo y transversal en niños sanos de 3-17 años. Se realizaron oscilometrías en dos equipos diferentes de medición de forma aleatoria, siguiendo las recomendaciones técnicas vigentes. Se analizaron los puntajes-z obtenidos para R5, R5-R20, X5, AX y Fres, utilizando las ecuaciones de Gochicoa et al. y Ducharme et al., de acuerdo con el equipo de medición. La comparación entre equipos se realizó con pruebas pareadas (t o Wilcoxon) y la concordancia mediante el coeficiente de correlación de concordancia (CCC), Bland-Altman y coeficiente kappa.

Resultados: Se incluyeron 43 niños, 51% mujeres, con una edad promedio de $8,7 \pm 3,4$ años, las comparaciones mostraron diferencias significativas en todas las variables expresadas como valores absolutos; no así cuando se expresan en puntajes-z, (excepto para z-R5 y z-Fres). Aunque la concordancia fue baja (CCC 0,1–0,3), al clasificar la oscilometría como normal/anormal, el grado de acuerdo fue alto (81–100%; $\kappa=0,62$).

Conclusiones: Las mediciones oscilométricas no son intercambiables entre equipos cuando se expresan en valores absolutos. El uso de puntajes-Z con ecuaciones específicas por dispositivo podría facilitar la comparación clínica en población pediátrica. Se requieren estudios adicionales.

Palabras clave: oscilometría respiratoria; impedancia del sistema respiratorio; puntaje z; concordancia; pediatría

Abstract

Background: The use of oscillometry has increased significantly in recent years, promoting the development of portable devices for clinical application; however, the comparability of z-scores across different devices has not been well established. The objective of this study was to evaluate the agreement between results obtained with two different brands, in a healthy pediatric population.

Methods: This was a prospective, cross-sectional study in healthy children aged 3–17 years. Oscillometry was performed using two different measurement devices in random order, following current technical recommendations. Z-scores for R5, R5–R20, X5, AX, and Fres were analyzed according to the reference equations of Gochicoa et al. and Ducharme et al., depending on the device used. Comparisons between devices were performed using paired tests (t-test or Wilcoxon), and agreement was assessed using the concordance correlation coefficient, Bland–Altman analysis and the kappa coefficient.

Results: A total of 43 children were included, 51% female, with a mean age of 8.7 ± 3.4 years. Comparisons showed significant differences in all variables when expressed as absolute values, but not when expressed as z-scores (except for z-R5 and z-Fres). Although concordance was low (CCC 0.1–0.3), when oscillometry was classified as normal/abnormal, the level of agreement was high (81–100%; $\kappa = 0.62$).

Conclusions: Oscillometric measurements are not interchangeable between devices when expressed as absolute values; however, the use of z-scores with device-specific reference equations may facilitate clinical comparison in pediatric populations. Further studies are warranted.

Keywords: respiratory oscillometry; respiratory system impedance; z-score; agreement; pediatrics

Introducción

La oscilometría es una prueba de mecánica respiratoria que evalúa la impedancia respiratoria¹ a través de la medición de la resistencia (Rrs) y la reactancia (Xrs), proporcionando información sobre las vías aéreas centrales y periféricas. Los estándares internacionales recomiendan expresar los resultados de función pulmonar como puntajes-z obtenidos a partir de una ecuación de referencia, ajustada principalmente por la estatura, el determinante antropométrico más relevante de los valores normales, lo que permite una interpretación estandarizada y comparable entre sujetos.²

Durante las últimas dos décadas, el desarrollo tecnológico ha impulsado el desarrollo de equipos portátiles de oscilometría, ampliando su uso tanto en la práctica clínica como en investigación.³ Sin embargo, aunque estos dispositivos comparten el mismo principio fisiológico, existen diferencias en el diseño, adquisición y procesamiento de señales que pueden influir en los resultados obtenidos.^{4,5} (Tabla 1)

Tabla 1.

Características de los dispositivos.

Característica	IOS® (Vyaire)	TremoFlo® (Thorasys)
Técnica	Oscilometría de impulso (IOS)	Oscilación forzada (FOT/AOS)
Tipo de señal	Impulsos periódicos (ondas cuadradas)	Señal pseudoaleatoria (ondas sinusoidales)
Rango de frecuencias	5–50 Hz (armónicos de 5 Hz)	5–41 Hz
Principio de medición	Relación presión/flujo ($Z_{rs} = R_{rs} + X_{rs}$)	Oscilaciones aplicadas mediante malla vibratoria
Variables principales	R5, R20, R5-R20, X5, Fres, AX	R5, R19, R5-R20, X5, Fres, AX
Duración de prueba	30 s por maniobra	20 s por maniobra
Tipo de respiración	Volumen corriente	Volumen corriente
Población aplicable	Pediátrica y adultos	Pediátrica y adultos
Ecuación de referencia utilizada en este estudio	Gochicoa et al.	Ducharme et al.

En distintos países se han desarrollado ecuaciones de referencia para población pediátrica, destacando la importancia de contar con valores ajustados a características antropométricas y poblacionales específicas.⁶⁻¹⁰ En México, las ecuaciones propuestas por Gochicoa et al. han demostrado un adecuado ajuste para población pediátrica sana y se recomiendan para uso clínico y de investigación.

No obstante, su validación se realizó utilizando un solo dispositivo, lo que limita la extrapolación de estos valores a otros equipos de oscilometría actualmente disponibles.^{11,12}

Entre los dispositivos más utilizados se encuentran el Impulse Oscillometry System IOS® - Impulse Oscillometry System- (Vyaire, Höchberg, Alemania) y el equipo TremoFlo (Thorasys Thoracic Medical Systems Inc, Montreal, Canada).^{13,14} A pesar de su amplia implementación, la comparabilidad entre los resultados de ambos equipos continúa siendo controversial,^{2,15} lo que genera relevancia en contextos donde la disponibilidad de equipos es heterogénea y la intercambiabilidad de los resultados podría impactar la interpretación clínica y la toma de decisiones.²

Aunque los equipos de medición no dan resultados intercambiables, es posible que no existan diferencias si estos son transformados a puntajes-z, utilizando la ecuación de referencia específica para cada equipo. Así, el objetivo del presente estudio fue evaluar la concordancia y diferencias entre los puntajes-z de las variables de oscilometría obtenidas con dos dispositivos de medición, IOS y TremoFlo, en una población pediátrica sana, utilizando las ecuaciones de referencia específicas publicadas para cada equipo de medición.

Métodos

Se realizó un estudio prospectivo, transversal y observacional realizado en el Departamento de Fisiología Respiratoria del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, en la Ciudad de México. Se invitaron a participar niños entre 3 y 17 años de edad, sanos respiratorios, de ambos sexos. La muestra se obtuvo a conveniencia ya que, a priori, se decidió incluir a los sujetos reclutados de mayo a septiembre de 2024. A aquellos que aceptaron participar, se les solicitaba que llenaran un cuestionario de salud y que firmaran la carta de consentimiento y asentimiento informado. A aquellos que cumplieron con los criterios de

selección, se les realizaron mediciones antropométricas y posteriormente, en orden aleatorio, se les realizó el estudio de oscilometría en el equipo de IOS® -Impulse Oscillometry System- (Vyaire, Höchberg, Alemania) y en el equipo TremoFlo® (Thorasys Thoracic Medical Systems Inc, Montreal, QC, Canada), de aquí en adelante referidos como IOS y TremoFlo. siguiendo las recomendaciones técnicas vigentes del 2020.²

Se descargaron las bases de datos de ambos equipos y se analizaron las principales variables oscilométricas: resistencia a 5 Hz (R5), diferencia de resistencias R5–R20 (R5–R20), reactancia a 5 Hz (X5), área de reactancia (AX) y frecuencia de resonancia (Fres). Para cada variable, se calcularon los puntajes-z, aplicando las ecuaciones de referencia correspondientes a cada dispositivo: Gochicoa-Rangel et al. para el equipo de IOS® y Ducharme et al. para el equipo Tremoflo®.

Análisis estadístico

Las características generales de la población fueron expresadas en medias ($\pm$ desviaciones estándar), o medianas (percentil 25-75) de acuerdo con la distribución de las variables. Para comparar los resultados entre ambos equipos, se empleó la prueba de t o la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas. Para evaluar la concordancia entre los dos métodos, se realizó un análisis de Bland-Altman y se calculó el coeficiente de correlación de concordancia (CCC). Sin embargo, dado que los resultados no son intercambiables entre equipos, que los puntajes-z están muy cercanos a cero y que esto puede penalizar de forma desproporcionada métricas continuas de concordancia, se decidió realizar un análisis mediante el coeficiente de Kappa y de Lin.^{16,17} Los resultados se clasificaron como normales o anormales utilizando como punto de corte $\pm 1,645$ puntajes-z. El análisis de los datos se llevó a cabo con el software Stata, versión 13.

Resultados

Se incluyeron 43 individuos, 22 (51%) niñas, con una edad promedio de $8,7 \pm 3,4$ años, estatura de $131 \pm 19,6$ cm, peso $34,5 \pm 15,2$ kg e índice de masa corporal (IMC) de $19,2 \pm 4,5$ kg/m².

En la [Tabla 2](#) se muestran los resultados de la oscilometría para cada equipo de medición, donde se observan diferencias estadísticamente significativas en todas las variables cuando se expresan en valores absolutos, no así cuando se expresan en puntajes-z excepto para R5 y Fres.

Tabla 2.

Comparación de las variables oscilométricas de ambos equipos de medición en valores absolutos y en puntaje-z. Los resultados están expresados en media $\pm$ DE (mínimo-máximo).

	FOT	IOS	p
R5, kPa·L-s	0,58 $\pm$ 0,27 (0,26-1,68)	0,67 $\pm$ 0,24 (0,32-1,5)	<0,001
R5, puntaje-z	-0,88 $\pm$ 1,23 (-3,05-4,02)	0,04 $\pm$ 1,06 (-2,71-2,37)	<0,001
R5-R20, kPa·L-s	0,14 $\pm$ 0,09 (0-0,35)	0,18 $\pm$ 0,12 (0,01-0,71)	0,02
R5-R20, puntaje-z	-0,22 $\pm$ 0,65 (-1,37-1,45)	-0,1 $\pm$ 1,25 (-2,69-4,92)	0,96
X5, kPa·L-s	-0,25 $\pm$ 0,11 (-0,62—0,09)	-0,18 $\pm$ 0,1 (-0,47-0,15)	<0,001
X5, puntaje-z	0,47 $\pm$ 0,75 (-1,29-2,01)	0,84 $\pm$ 1,25 (-1,02-5,18)	0,68
AX, kPa·L	3,02 $\pm$ 2,51 (0,36-12,56)	2,12 $\pm$ 1,56 (0,25-8,77)	<0,001
AX, puntaje-z	0,83 $\pm$ 5,14 (-9,16-20,47)	0,45 $\pm$ 0,98 (-2,7-2,38)	0,62
Fres, Hz	25,71 $\pm$ 4,8 (11,96-36,54)	26,07 $\pm$ 11,46 (10,39-59,01)	0,0002
Fres, puntaje-z	-5,86 $\pm$ 1,76 (-10,06-1,96)	1,9 $\pm$ 3,67 (-2,79-13,55)	<0,001

R5= resistencia a 5 Hz, R20= resistencia a 20 Hz, X5, reactancia a 5Hz, AX= área de reactancia, Fres= frecuencia de resonancia, FOT= técnica de oscilación forzada (equipo Thorasys), IOS= sistema de oscilometría de impulso (Equipo Vyair)

El análisis de concordancia de las variables evaluadas, expresadas como puntajes-z, se muestra en la [Tabla 3](#). Como se esperaba, los CCC son bajos; sin embargo, como se aprecia en la [Figura 1](#), los resultados del análisis de Bland y Altman son consistentes con los resultados de concordancia. Se observa que R5, R5-R20 y X5 muestran diferencias cercanas a cero, pero sin sesgo sistemático, y aunque existen límites de acuerdo un poco amplios (casi llegando a 2 puntajes-z), el acuerdo es aceptable. En contraste, AX presenta un sesgo proporcional: a medida que los valores aumentan, se observa una mayor dispersión. En cuanto a Fres, aunque los datos muestran una distribución aparentemente homogénea, se identifica un sesgo sistemático, en el que los puntajes-z calculados con la ecuación de Ducharme et al. tienden a ser más bajos, mientras que los derivados de Gochicoa et al. tienden a ser más elevados.

Tabla 3.

Coefficiente de concordancia de Lin entre los puntajes-z obtenidos para cada equipo de medición.

	CCC	Media de las diferencias	DE	Límites de acuerdo al 95%	r (p)
R5	0,3	-0,9	1,2	-3,3 a 1,5	0,4 (0,003)
R5-R20	0,3	-0,1	1,2	-2,4 a 2,2	0,4 (0,015)
X5	0,1	-0,4	1,4	-3,1 a 2,4	0,1 (0,625)
AX	0,2	0,4	4,7	-8,8 a 9,6	0,5 (0,000)
Fres	0,1	-7,0	2,6	-12,2 a -1,8	0,4 (0,005)

CCC= coeficiente de correlación de concordancia, DE=desviación estándar, r= coeficiente de correlación de Pearson. R5= resistencia a 5 Hz, R20= resistencia a 20 Hz, X5, reactancia a 5Hz, AX= área de reactancia, Fres= frecuencia de resonancia

Puntaje-z en oscilometría pediátrica

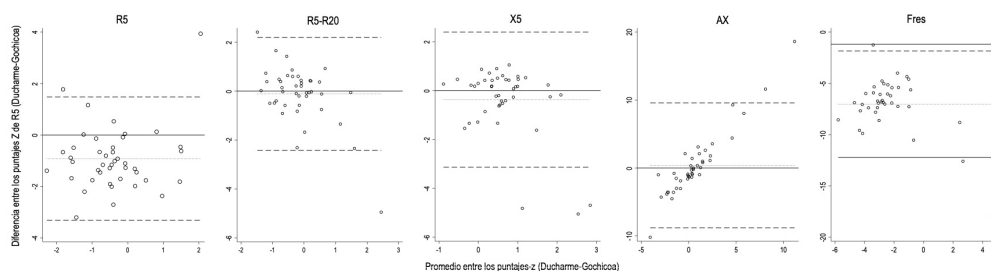


Figura 1. Análisis de Bland–Altman de los puntajes-z obtenidos para R5, R5–R20, X5, AX y Fres de acuerdo a las ecuaciones de referencia de Ducharme et al. para Tremoflo y Gochicoa et al. para IOS. Cada panel muestra la diferencia entre equipos en función del promedio de ambas mediciones. La línea central continua representa el puntaje-z de cero, la línea discontinua pequeña la media de las diferencias y las líneas discontinuas amplias los límites de acuerdo del 95%.

En la [Tabla 4](#) se muestran los resultados del estudio de concordancia al clasificar los resultados como normales vs anormales. En las cinco variables analizadas, el acuerdo observado entre los equipos osciló entre 81% y 100%. Para R5 y X5, la muy baja prevalencia de resultados anormales dio lugar a valores de kappa no informativos o no estimables, a pesar de un alto acuerdo observado; mientras que en R5–R20 no fue posible evaluar la concordancia en el rango anormal y por tanto tampoco el kappa, debido a la ausencia de sujetos clasificados como anormales por ambos equipos.

Tabla 4.

Concordancia en la clasificación clínica (normal/anormal) entre equipos.

Variable	N	Acuerdo observado (%)	Acuerdo esperado (%)	Kappa	PABAK	Acuerdo positivo (%)	Acuerdo negativo (%)
R5	43	88,4	88,8	–0,04	0,77	0,0	93,8
X5	43	100	NA	NA	NA	NA	NA
AX	43	81,4	65,2	0,47	0,63	55,6	88,2
R5–R20	43	93,0	NA	NA	NA	NA	NA
Fres	43	83,7	69,9	0,46	0,67	53,3	90,1

NA= no estimable debido a ausencia de variación o de resultados anormales en una o ambas clasificaciones. El acuerdo positivo corresponde a la concordancia en la clasificación *anormal*; el acuerdo negativo, a la concordancia en *normal*; PABAK = coeficiente kappa ajustado por prevalencia y sesgo.

Se construyó una variable dicotómica donde se consideró normal si todas las variables de la oscilometría eran normales y anormal si al menos una de las variables resultaba anormal. Se encontró que existe una concordancia elevada entre los equipos. El acuerdo observado fue de 83,7%, con una concordancia buena según el coeficiente kappa de Cohen ($\kappa = 0,62$) y un valor similar del kappa ajustado por prevalencia y sesgo (PABAK = 0,67). El acuerdo negativo fue alto (88,1%), mientras que el acuerdo positivo alcanzó 74,1%.

Discusión

En el presente estudio, se observó que, aunque los equipos de medición no dan resultados numéricos intercambiables, la concordancia clínica puede ser buena. Las resistencia y reactancias muestran una buena concordancia, sin embargo, la interpretación de AX y Fres requieren especial atención cuando se intenta comparar entre dispositivos.

El objetivo principal del estudio fue evaluar la concordancia en los resultados transformados a puntajes-z; los resultados del análisis ponen de relieve un aspecto importante que es la interpretación de las métricas de concordancia en un grupo de individuos sanos. La utilización

de un coeficiente de correlación de concordancia de Lin¹⁶ o el kappa de Cohen,¹⁷ podrían interpretarse erróneamente como ausencia de concordancia. Sin embargo, es importante considerar que, en poblaciones sanas, los puntajes -z tienden a agruparse cercanos a cero, lo que reduce la variabilidad de los datos. Esta baja dispersión puede influir en la estimación del CCC, pudiendo subestimar la concordancia, mientras que kappa puede subestimar el acuerdo real. Por lo tanto, fue necesario complementar el análisis con el acuerdo observado, el kappa ajustado por prevalencia y sesgo (PABAK),¹⁸ así como los acuerdos positivos y negativos y el análisis de Bland-Altman. Al dicotomizar los resultados como normales vs anormales se pudo observar el acuerdo real.

El puntaje-z es una buena estrategia para la comparación entre equipos de oscilometría. La estandarización mediante ecuaciones de referencia específicas permite eliminar la falta de concordancia en valores absolutos. No obstante, la falta de armonización entre fabricantes en cuanto a los parámetros medidos, los rangos de frecuencia utilizados y las ecuaciones implementadas seguirán siendo una limitante para el ámbito clínico y de investigación. Dandurand et al.,¹⁹ en un estudio experimental comparativo *in vitro*, demostraron que, al evaluar distintos equipos de oscilometría bajo condiciones controladas, con diferentes resistencias y reactancias, los resultados obtenidos variaban entre dispositivos. Estas diferencias, observadas en un estudio *in vitro*, se acentúan cuando las comparaciones se realizan *in vivo* con individuos sanos.

Varios autores han reportado que los resultados entre equipos no son intercambiables, tanto en niños como en adultos, y las causas pueden ser múltiples; por ejemplo, algunos equipos reportan la variable R5–R20 en sus resultados. Sin embargo, existen algunas observaciones relevantes. El sistema Thorasys mide la resistencia a 19 Hz (R19), mientras que en otros equipos, como el IOS, la medición es a 20 Hz (R20). En este contexto, el uso del término R5–R20 puede responder más a una estandarización terminológica que a una equivalencia en la medición. En nuestro estudio, se obtuvo el valor absoluto reportado por el equipo de R5–R20; sin embargo, las ecuaciones de referencia de Ducharme et al. se desarrollaron para R5–R19.⁶ De manera similar, en variables como Fres y AX, observamos patrones de sesgo sistemático o proporcional en el análisis de Bland–Altman. Esto podría explicarse, al menos en parte, por diferencias en el rango de frecuencias utilizado por cada dispositivo para estimar la frecuencia de resonancia; por ejemplo, Thorasys limita el rango superior de frecuencias, en este caso a 41 Hz, lo que podría generar un “tope” en la estimación de Fres y, en consecuencia, afectar el cálculo de AX, mientras que el IOS permite mediciones a frecuencias más altas. Estos hallazgos sugieren que algunas discrepancias reflejan diferencias estructurales en la adquisición y el procesamiento de la señal, más que errores aleatorios de medición.

Finalmente, al tratarse de un estudio clínico, también deben considerarse las diferencias antropométricas y poblacionales utilizadas para las diferentes ecuaciones de referencia. Estas diferencias pueden influir en el cálculo de los puntajes-z y, por lo tanto, en la comparabilidad de los resultados entre equipos. También se debe considerar que estas ecuaciones fueron desarrolladas en poblaciones distintas y pueden diferir en su estructura lo que podría contribuir en las discrepancias entre equipos.

Por otro lado, el alto nivel de acuerdo observado en el análisis categórico (normal/anormal) debe interpretarse con cautela, dado que la población estudiada está compuesta principalmente por sujetos sanos. La baja prevalencia de resultados anormales puede influir en la estimación del coeficiente kappa.

Los niños incluidos en el presente estudio pertenecen a población mexicana evaluada a una altitud de 2.240 metros, lo cual confiere diferencias en la mecánica respiratoria como ha sido demostrado en otras pruebas (ej, espirometría).²⁰ Aunque la evidencia sobre discrepancias

entre diferentes grupos poblacionales en oscilometría es limitada, está bien establecido que variables antropométricas como la estatura, el sexo, la edad y el índice de masa corporal influyen en las mediciones, y su inclusión varía entre modelos. En este sentido, resulta relevante que las ecuaciones de Ducharme et al.⁶ se basen principalmente en la estatura, mientras que las ecuaciones de Gochicoa et al.^{11,12} incorporan edad, sexo, estatura e IMC. Estas diferencias en la estructura de los modelos, más que los grupos poblacionales per se, podrían explicar parte de las discrepancias observadas.

Este estudio presenta varias limitaciones. En primer lugar, los participantes fueron niños sanos, lo que generó una muy baja prevalencia de resultados anormales, lo que impidió evaluar de manera robusta la concordancia en el rango patológico. La inclusión de sujetos con enfermedad respiratoria habría permitido analizar si los valores -z logran identificar a estos sujetos que habitualmente presentan valores anormales. En este sentido, futuros estudios deberán considerar poblaciones con patología respiratoria para fortalecer la validez externa de los hallazgos y evaluar la utilidad clínica de la intercambiabilidad entre equipos. En segundo lugar, el tamaño de muestra fue limitado (n=43) y se obtuvo a conveniencia, ya que a priori se decidió incluir a los sujetos reclutados de mayo a septiembre de 2024, lo que reduce la precisión de los intervalos de confianza —particularmente para los límites de acuerdo de Bland-Altman— los cuales pueden volverse más amplios y menos precisos en muestras pequeñas, incrementando la incertidumbre en la estimación de la concordancia entre dispositivos. Finalmente, es importante señalar que los resultados de este estudio deben interpretarse con cautela al extrapolarlos a poblaciones con enfermedad respiratoria o a contextos clínicos de seguimiento. Dado que la muestra estuvo compuesta exclusivamente por sujetos sanos, la aplicabilidad de estos hallazgos en escenarios clínicos podría ser limitada.

Conclusión

Este estudio confirma que existen diferencias significativas en los valores absolutos de las mediciones de oscilometría entre distintos equipos, lo que limita su intercambiabilidad. Sin embargo, el uso de puntajes-z basados en ecuaciones de referencia específicas para cada dispositivo podría ser una alternativa para facilitar la comparación clínica entre equipos, al menos en población pediátrica. Se requieren estudios futuros que incluyan sujetos enfermos y un rango etario más amplio para confirmar la validez de este enfoque en condiciones de enfermedad.

Financiamiento: los autores declaran que el trabajo no tuvo financiamiento.

Conflictos de interés: los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con el tema de esta publicación.

Declaración de cumplimiento ético: el presente estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas. Se obtuvo consentimiento informado por escrito de los padres o tutores legales de los participantes, de acuerdo con la normativa nacional vigente. Número de registro de protocolo C-2024.

Contribuciones de los autores: Conceptualización: AGV, IAA, LGR. Metodología: AGV, IAA, LGR. Investigación: AGV, MAFV, RBP. Curaduría de datos: AGV. Análisis formal: AGV, IAA, GICS, LGR. Validación: AGV, IAA, LGR. Redacción – borrador original: AGV. Redacción – revisión y edición: Todos los autores. Supervisión: LGR.

El Editor en Jefe, Dr. Francisco Arancibia, realizó el seguimiento del proceso de revisión y aprobó este artículo.

Referencias

- Gochicoa-Rangel L, Cantú-González G, Miguel-Reyes JL, Rodríguez-Moreno L, Torre-Bouscoulet L. Impulse oscillometry system. Recommendations and procedure. *Neumol Cir Torax* 2019;78(S2):S124–34.
- King GG, Bates J, Berger KI, Calverley P, De Melo PL, Dellacà RL et al. Technical standards for respiratory oscillometry. *Eur Respir J* 2020;55(2):1900753. <https://doi.org/10.1183/13993003.00753-2019>
- Gochicoa-Rangel L, Vargas MH. How best to choose an oscillator and reference equations for your patients with asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2025;134:159–64. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2024.11.009>
- Kostorz-Nosal S, Jastrzębski D, Błach A, Skoczyński S. Window of opportunity for respiratory oscillometry: A review of recent research. *Respir Physiol Neurobiol* 2023;316:103950. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2023.103950>
- Ducharme FM, Jroundi I, Jean G, Boutin GL, Lawson C, Vinet B. Interdevice agreement in respiratory resistance values by oscillometry in asthmatic children. *ERJ Open Res* 2019;5(1):00203-2018. <https://doi.org/10.1183/23120541.00203-2018>
- Ducharme FM, Smyrnova A, Lawson CC, Miles LM. Reference values for respiratory sinusoidal oscillometry in children aged 3 to 17 years. *Pediatr Pulmonol* 2022;57(9):2092–102. <https://doi.org/10.1002/ppul.26052>
- Lai SH, Yao TC, Liao SL, Tsai MH, Hua MC, Yeh KW et al. Reference values of impulse oscillometry for healthy Chinese children aged 4–17 years. *Pediatr Neonatol* 2015;56(3):165–70. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2014.08.005>
- Kalchiet-Dekel O, Hines SE. Forty years of reference values for respiratory system impedance in adults: 1977–2017. *Respir Med*. 2018;136:37–47. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.01.010>
- Schulz H, Flexeder C, Behr J, Heier M, Holle R, Huber RM et al. Reference values of impulse oscillometric lung function indices in adults of advanced age. *PLoS One* 2013;8(5):e63366. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063366>
- Nowowiejska B, Tomalak W, Radliński J, Radliński R, Siergiejko G, Latawiec W et al. Transient reference values for impulse oscillometry for children aged 3–18 years. *Pediatr Pulmonol* 2008;43:1193–7. <https://doi.org/10.1002/ppul.20926>
- Gochicoa-Rangel L, del Río-Hidalgo R, Hernández-Ruiz J, Rodríguez-Moreno L, Martínez-Briseño D, Mora-Romero U et al. Validating reference equations for impulse oscillometry in healthy Mexican children. *Respir Care* 2017;62(9):1156–65. <https://doi.org/10.4187/respcare.05463>
- Gochicoa-Rangel L, Martínez-Briseño D, Guerrero-Zúñiga S, Contreras-Morales J, Arias-Jiménez D, del Río-Hidalgo R et al. Reference equations using segmented regressions for impulse oscillometry in healthy subjects aged 2.7–90 years. *ERJ Open Res* 2023;9(6):00503-2023. <https://doi.org/10.1183/23120541.00503-2023>
- Vyair Medical. Vyntus® PNEUMO | Vyntus® IOS | Vyntus® APS: Modular high-end PC-Spirometer for spirometry, impulse oscillometry and bronchial challenge testing. Mettawa (IL): Vyair Medical; 2019. Document No. VYR-INT-1900093. [Internet]. [Consultado 1 feb 2026]. Disponible en: https://www.trudellhs.com/sites/default/files/documents/Vyntus_PNEUMO-IOS-APS_Brochure_EN_THS.pdf
- Thorasys Thoracic Medical Systems Inc. Tidal breathing: no forced expiration. Montreal (Canadá), 2018. [Internet]. [Consultado 1 feb 2026]. Disponible en: <https://www.aarc.org/aarc-meetings/congress-2018/showcase/thorasys.pdf>
- Zimmermann SC, Watts JC, Bertolin A, Jetmalani K, King GG, Thamrin C. Discrepancy between in vivo and in vitro comparisons of forced oscillation devices. *J Clin Monit Comput* 2018;32(3):509–12. <https://doi.org/10.1007/s10877-017-0031-4>
- Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 1989;45(1):255–68. <https://doi.org/10.2307/2532051>
- Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas* 1960;20(1):37–46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Sim J, Wright CC. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Phys Ther* 2005;85(3):257–68. <https://doi.org/10.1093/ptj/85.3.257>
- Dandurand RJ, Lavoie JP, Lands LC, Hantos Z. Comparison of oscillometry devices using active mechanical test loads. *ERJ Open Res* 2019;5(4):00165-2019. <https://doi.org/10.1183/23120541.00165-2019>
- Gochicoa-Rangel L, Martínez-Briseño D, Bowerman C, Stanojevic S, Busi LE, Arce SC et al. Spirometry at different Latin American altitudes: a Global Lung Function Initiative project. *ERJ Open Res* 2025;11(4):00060-2024. <https://doi.org/10.1183/23120541.00060-2024>