



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA**

**USO Y BENEFICIOS DE LA OSCILOMETRÍA DE IMPULSO PARA
NIÑOS MENORES DE 6 AÑOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE
PEDIATRÍA, REVISIÓN (2018- 2019)**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

ESPECIALISTA EN

NEUMOLOGIA PEDIATRICA

PRESENTA:

DRA. MARÍA VERÓNICA LAZO QUEVEDO

TUTOR:

DR. GABRIEL GUTIERREZ MORALES



CIUDAD DE MÉXICO 2021



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.


**"USO Y BENEFICIOS DE LA OSCILOMETRÍA DE IMPULSO PARA
NIÑOS MENORES DE 6 AÑOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE
PEDIATRÍA, REVISIÓN (2018- 2019)"**



**DR. JOSÉ NICOLÁS REYNES MANZUR
DIRECTOR DE ENSEÑANZA**



**DR. MANUEL ENRIQUE FLORES LANDERO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO**



**DR. FRANCISCO CUEVAS SCHACHT
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE NEUMOLOGÍA
PEDIÁTRICA**



**DR. GABRIEL GUTIERREZ MORALES
TUTOR DE TESIS**

ÍNDICE

I. Resumen	3
II. Marco teórico.....	6
III. Planteamiento del Problema.....	14
IV. Justificación.....	14
V. Objetivo	15
VI. Material y métodos	16
VII. Resultados.....	18
VIII. Discusión.....	22
IX. Conclusiones.....	27
X. Bibliografía	28

I. RESUMEN

INTRODUCCION:

La oscilometría es una técnica no invasiva que realiza una evaluación mecánica de vías respiratorias, ganando cada vez más aceptación ya que requiere poca colaboración del paciente, siendo no dependiente de esfuerzo. Otorga mediciones de la resistencia no elástica (vía aérea) y elásticas (pulmón y tórax) en forma simultánea a través de la aplicación de pequeños impulsos de presión generados por una bocina.^{1,2,3.}

Las aplicaciones de IOS se han investigado y comparado con la espirometría para estudiar los mecanismos fisiológicos e identificar su utilidad en trastornos respiratorios crónicos. La OIS ha sido empleada en patologías como el asma, EPOC, las enfermedades pulmonares intersticiales, fibrosis quística, displasia broncopulmonar y en aquellos pacientes donde se encuentra contraindicada la espirometría.

Al igual que con la espirometría, los valores de IOS están correlacionados con los síntomas clínicos y el control del asma,⁴ aunque una ventaja de IOS puede ser la detección de cambios sutiles en la función de la vía aérea de un paciente antes que con la espirometría convencional. Son varias las ventajas que ofrece esta técnica por lo que es de gran importancia conocer la utilidad que brinda en las instituciones de salud.

JUSTIFICACION:

Las pruebas de evaluación de función pulmonar pueden ayudar en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades respiratorias, especialmente el asma. Esta se considera una de las enfermedades crónicas más comunes en la infancia¹. La evaluación de la resistencia del sistema respiratorio en niños pequeños no ha sido fácil debido a la necesidad de maniobras forzadas, lo que dificulta la evaluación. Debido a que esta patología generalmente comienza en las primeras etapas de la vida², la intervención para su diagnóstico se ha convertido en un foco de investigación para la actuación oportuna con el fin de afectar el curso natural de la enfermedad. En niños más grandes la medición más utilizada de la obstrucción de las vías aéreas bajas es el volumen espiratorio forzado en 1 s (FEV₁) obtenida a través de la espirometría convencional. Por esta razón se han empleado nuevas metodologías destinadas a determinar la Resistencia del Sistema respiratorio en niños pequeños. De esta forma surgió la Oscilometría de impulso (IOS), una técnica de fácil aplicación que requiere poca cooperación del paciente al necesitar únicamente respiraciones de volumen corriente. Es necesario conocer la utilidad que esta

técnica ha brindado en el Instituto Nacional de Pediatría como parte de abordaje del asma en niños menores de 6 años para optimizar su aplicación de forma oportuna para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades respiratorias que entrañan la obstrucción de las vías aéreas bajas para poder influenciar de forma positiva en el curso de las enfermedades, evaluar las exacerbaciones, el nivel de control, la gravedad y la respuesta al tratamiento.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

¿Cuál es el uso y beneficios de la oscilometría en niños menores de 6 años del Instituto Nacional de Pediatría?

OBJETIVOS:

General:

Describir el uso y beneficios de la oscilometría en niños menores de 6 años del Instituto Nacional de Pediatría, 2018- 2019.

Específicos:

- Identificar las características clínicas y epidemiológicas de los pacientes sometidos a oscilometría en el tiempo de estudio.
- Determinar las indicaciones clínicas de los pacientes para la realización de la oscilometría
- Identificar los Patrones más frecuentes encontrados en la oscilometría
- Establecer la frecuencia de índice predictivo de asma positivo y el patrón de resistencia identificado en la oscilometría de impulso.

TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio es retrospectivo, descriptivo y transversal.

UNIVERSO Y MUESTRA

- Universo: el universo lo conformarán el total de pacientes menores de 6 años que realizaron oscilometría en el periodo agosto 2018-2019.
- Muestra: Se trabajará con el universo total de pacientes a los cuáles se les realizó oscilometría de impulso.

CRITERIOS DE SELECCIÓN:

Criterios de inclusión

Se incluirán todos los pacientes menores de 6 años que se hayan realizado oscilometría durante el periodo agosto 2018-2019 y que posean todos los datos necesarios para la elaboración del estudio en el expediente clínico, así como criterios de aceptabilidad en la prueba de oscilometría.

Criterios de exclusión

- Pacientes que no posean la información completa para el estudio en el expediente clínico.
- Pacientes mayores de 6 años

MATERIAL Y MÉTODOS:

- Método de recolección: la información se obtendrá a través de un cuestionario estructurado en base a preguntas cerradas.
- Técnica de recolección de datos: previa autorización del comité de ética del Instituto Nacional de pediatría se accederá a los expedientes clínicos de los pacientes que se realizaron oscilometría que cumplan con los criterios de inclusión del estudio para la recolección de datos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Para el análisis de los datos se empleará estadística descriptiva, las variables se describirán de acuerdo a su naturaleza y distribución. Las variables continuas se expresarán como medias y desviación estándar para las que tengan distribución normal y como medianas e intervalos intercuartil las de distribución no normal. Las variables categóricas se describirán como frecuencias y proporciones. Los datos se recolectarán en el software Statistical Package for Social Sciences SPSS versión 21.0.

II. MARCO TEÓRICO

1. DEFINICIÓN

Los principios de la oscilometría (IOS) se basan en los conceptos publicados por Dubois en 1956 al describir una técnica cuyo objetivo era medir las propiedades mecánicas de los pulmones y el tórax, pero solo se reconoció y aplicó en la práctica clínica en la década de 1990.

Es una técnica no invasiva que realiza una evaluación mecánica de vías respiratorias, utilizando fluctuaciones de presión durante la respiración normal a volumen corriente, ganando cada vez más aceptación en la comunidad científica empleada como un método alternativo para evaluar la función pulmonar en niños que no pueden realizar la espirometría de manera adecuada o como una herramienta adicional para medir diferentes aspectos de la fisiología pulmonar.^{1,2}

La oscilometría de impulso (IOS) no utiliza maniobras dependientes del esfuerzo respiratorio, sino que utiliza pequeñas señales de presión externas sobreimpuestas a la ventilación espontánea del sujeto que permiten determinar la impedancia (z) del sistema respiratorio que se define como la fuerza neta necesaria que se debe ejercer para mover el gas dentro y fuera del sistema respiratorio, que incluye: vía aérea, pulmones y pared del tórax.

Consiste en la aplicación de pequeños impulsos de presión generados por una bocina, que es activada eléctricamente por un computador que producen oscilaciones de flujo a una frecuencia determinada que se superponen al patrón natural del flujo respiratorio. Puede dilucidar el sitio anatómico donde se encuentra mayor resistencia al paso de aire.³

Permite un completo análisis comprensivo de la mecánica respiratoria a través de mediciones de la resistencia no elástica (vía aérea) y elásticas (pulmón y tórax) en forma simultánea. El análisis de la respuesta se realiza en una escala de frecuencias entre 5 y 30 Hertz (Hz), para lo cual se utiliza el método de transformación rápida de Fourier (FFT), el que traslada los datos registrados en el dominio del tiempo, al dominio de una escala de frecuencias y que es el mismo principio usado en los registros electrocardiográficos.

Mediante los resultados obtenidos de la IOS es posible conocer, de forma indirecta, si el patrón funcional es compatible con obstrucción bronquial o con restricción.

A partir de la impedancia (z) se derivan la resistencia (R) y reactancia (X) de la vía aérea. Estas últimas son las fuerzas que deben ser vencidas para que el aire sea desplazado dentro y fuera del sistema respiratorio.⁵

Los componentes de la R incluyen la resistencia central (proximal) y periférica (distal) de la vía aérea, como también resistencias del tejido pulmonar y de la pared del tórax. Casi el 80% de la resistencia está compuesta por vías aéreas centrales y solo el 20% por vías distales (<2 mm de diámetro) en adultos. Sin embargo, en los niños, la contribución de las vías aéreas distales es mayor que en los adultos. Cuando se miden a 5 Hz, por ejemplo, se designan como R5 y X5, respectivamente. Las señales de baja frecuencia (5 Hz) penetran en la periferia del pulmón, mientras que las señales de alta frecuencia (20 Hz) alcanzan solo las vías respiratorias proximales. Por lo tanto, R5 representa la resistencia total de las vías respiratorias, mientras que R20 representa la resistencia de vías aéreas proximales.¹ Se puede inferir la resistencia de las vías aéreas pequeñas restando R20 de R5, que se puede usar con X5, Fres y AX para reflejar los cambios en el grado de obstrucción en las vías aéreas periféricas. La resistencia de las vías respiratorias disminuye con la edad. En pacientes con enfermedad de las vías respiratorias pequeñas, se hacen evidentes cambios en la resistencia a bajas frecuencias (R5).⁶

La R5 (resistencia a 5Hz), está dentro de rangos normales cuando la DS es $\pm 1,64$ del valor predictivo. Si el valor de R5 está entre 1,64 y 2 DS la obstrucción es leve, si es mayor 2 DS es moderada y si es mayor a 4 DS es severa(2). También se han considerado valores normales a aquellos que no excedan el 150% del valor predictivo, lo que sería equivalente a una disminución del 20% del volumen espiratorio forzado durante el primer segundo (VEF1) y un aumento del 50% de la resistencia de la vía aérea (Raw).⁵

La reactancia del sistema respiratorio (X) representa el componente reactivo de la impedancia respiratoria e incluyen las fuerzas de masas inerciales del movimiento de la columna de aire en las vías aéreas de conducción, denominada inercia y propiedades elásticas del pulmón, denominada capacitancia.

La frecuencia de resonancia (Fres) es el punto en el cual, las magnitudes de la reactancia capacitativa e inercial son iguales y tiene un valor igual a cero a distintas frecuencias.⁵ La Fres en niños se registra a frecuencias normalmente más altas que los adultos, cuyo valor normal varía entre 7-12 Hz. La Fres se encuentra siempre aumentada, tanto en trastornos obstructivos como restrictivos.^{3,7}

El área de reactancia (AX) corresponde al índice cuantitativo de la X respiratoria total en todas las frecuencias entre los 5 Hz y la Fres. Este índice integrativo refleja los grados de cambios de obstrucción en la vía aérea periférica y se correlaciona estrechamente con la frecuencia dependiente de la R y permite evaluar en forma más sensible la respuesta broncodilatadora, así como los cambios que ocurren en tratamientos a largo plazo.

2.TÉCNICA

- **Calibración del oscilómetro a través de la cual** se establece una relación entre el volumen o flujo medido por el sensor y el flujo o volumen real del calibrador (jeringa).

- **Verificación de calibración** para validar que el oscilómetro se encuentra dentro de los límites de calibración (exactitud), $\pm 0.3\%$.³

-Instrucciones del paciente antes de la prueba

a. Se debe evitar tabaquismo 2 h antes de la prueba.

b. No se recomienda el uso de prendas restrictivas de tórax o abdomen como chalecos, corsés o ropa muy apretada.

c. Si la prueba incluye evaluación de la respuesta al broncodilatador y el paciente usa medicamentos broncodilatadores, debe suspenderse la última dosis previa a la prueba (un mínimo de 4 horas para broncodilatadores de corta duración y 12 a 24 horas para broncodilatadores de larga duración), previa autorización del médico tratante.

d. Los pacientes deben mantener cualquier otra medicación de base.

e. No se requiere de ayuno para la prueba, pero se recomienda un alimento ligero.

f. Evitar ejercicio intenso antes de la prueba.

g. Es recomendable aplicar un cuestionario breve que incluya:

h. Tabaquismo pasivo.

III. Historia de síntomas respiratorios: disnea, sibilancias, tos y expectoración.

V. Historia de enfermedades o traumas toracopulmonares.⁵

- **Preparación del paciente para la prueba** donde se explica al paciente el objetivo de la prueba, se identifica contraindicaciones, se registran la edad, el peso (kg), talla (cm), el consumo de tabaco, el ejercicio físico intenso antes de la prueba y el uso de broncodilatadores. La prueba debe realizarse con el sujeto sentado. Se deben utilizar sillas sin ruedas y con soporte para brazos. Se coloca al sujeto sentado con el tórax y cuello en posición erguida y con ambos pies apoyados sobre el piso.

- Maniobra de oscilometría

I. El paciente estará sentado durante la prueba.

- II. Se le colocará una pinza en la nariz para evitar que respire por la misma.
- III. Una persona o el mismo paciente sostendrá sus mejillas.
- IV. Se le colocará una boquilla con filtro en la boca, en la cual no debe meter la lengua, ni morderla, debe sellar los labios alrededor de la misma y respirar tranquilamente (figura 1).
- V. Se le demostrará el ruido que realiza el aparato cada vez que mide la R, y se le explicará que no debe de asustarse y que deberá seguir respirando tranquilamente.

- VI Una vez explicado el procedimiento se realizan tres mediciones de 30 segundos cada una, las cuales deben cumplir los criterios de aceptabilidad.³

- Criterios de aceptabilidad:

- 1. El paciente debe tener al menos cuatro respiraciones en volumen corriente y de forma regular.
- 2. La morfología de las curvas deben estar libres de artefactos: tos, cierre glótico, respiración agitada.

-Criterios de repetibilidad:

- 1. La medición debe durar 30 segundos, si existe algún artefacto, debe eliminarse y recalcularse.
- 2. Debe de pasar un minuto entre las mediciones realizadas.
- 3. Debe haber un espectro de frecuencia entre 5 Hz y 25 Hz.
- 4. La coherencia que determina la correlación que existe entre las señales que entran y salen debe ser de 0.6 a 5 Hz y de 0.9 a 10 Hz.
- 5. Debe existir una variabilidad entre las mediciones menores al 10% en frecuencias mayores a 5 Hz.
- 6. Una vez obtenido las primeras tres mediciones se procede a administrar un broncodilatador de acción corta (salbutamol) 400 µg en adultos y 200 µg en niños, con cámara espaciadora.
- 7. El paciente permanece en reposo por 20 minutos.
- 8. Se repite el procedimiento.^{5,7,8,9}

- Requerimiento del equipo de oscilometría de impulso

- a. El equipo y *software* debe reunir las recomendaciones técnicas internacionales emitidas por la Sociedad Americana del Tórax (ATS) y de la Sociedad Respiratoria Europea (ERS), con lo siguientes requerimientos mínimos:

- I. Oscilómetro de pulso con neumotacógrafo y con transductor de presión y flujo.
- II. Jeringa de 3 L para la calibración de volumen.
- III. Capacidad de medición de volumen de 0.5 a 8.00 L (con exactitud de $\pm 3\%$, medido con jeringa de 3.00 L), flujos de 0 a 14 L/s, y tiempo de registro de al menos 30 segundos.
- IV. Resistencia de 0.2 kPa para verificación de calibración de presión.
- V. Pantalla para presentación de las gráficas de flujo, R, X y coherencia (Coeh).
- VI. Impresión del reporte, en el cual debe incluirse la información del paciente, los valores de referencia, los principales valores de oscilometría: R, X y Z a las diferentes frecuencias (5, 10, 15, 20, 25, 30 Hz), los gráficos de R y X para las tres maniobras; y si la prueba incluye estudio con broncodilatador, incluir los mismos parámetros después de la administración de broncodilatador.⁵

3. INTERPRETACIÓN

- a) El informe de la oscilometría contendrá todos los valores de R y X calculados a los diferentes Hz antes y después del broncodilatador especificando las unidades de medición
- b) Los resultados indispensables son R 5 Hz, R 20 Hz, R5-R20 X 5 Hz, Fres y AX.
- c) El resultado final es la media de las tres mediciones que cumplieron criterios de aceptabilidad y repetibilidad, tanto para resistencia como para X.
- d) La Coeh de las mediciones a 5 y 10 Hz, cuyo valor debe ser de 0.6 y 0.9, respectivamente.
- e) En el informe debe aparecer el predicho seleccionado y el cálculo del porcentaje del predicho.³

Estudio normal	$R5 \leq LSN$ $R20 \leq LSN$ $AX \leq LSN$
Obstrucción de la vía aérea distal	$R5 > LSN$ $R20 \leq LSN$ $AX > LSN$
Obstrucción de la vía aérea proximal	$R5 > LSN$ $R20 > LSN$ $AX \leq LSN$
Sugiere restricción	$R5 \leq LSN$ $R20 \leq LSN$ $AX > LSN$
Respuesta significativa al broncodilatador	Disminución de la resistencia en $R5 \geq 20\%$

Figura 1: Interpretación de la IOS⁵

R5: Resistencia a 5Hz, R20: resistencia a 20 Hz, LSN: límite superior de la normalidad

Comprender las curvas de resistencia y reactancia producido por IOS complementa la interpretación del estudio.

Normalmente, las curvas de resistencia de la vía aérea son planas mientras que las curvas de reactancia son curvilíneas en todo el rango de frecuencias (Fig. 2). Pacientes con enfermedad crónica de la vía aérea, con afectación predominante de la vía aérea proximal, exhiben resistencia elevada en todos los valores de frecuencia, además de un R5 y R20 $\geq 150\%$ del predicho.

Sin embargo, pacientes con afectación predominantemente distal demostraran una dependencia de frecuencia con elevación de Valores R5 y valores decrecientes a medida que se acercan las frecuencias R20s.¹⁰

R20s.



Figura 2: El uso e interpretación de la oscilometría de impedancia en los trastornos pulmonares.¹⁰

4. INDICACIONES Y BENEFICIOS DE IOS:

Las aplicaciones de IOS se han investigado y comparado con la espirometría para identificar su utilidad en trastornos respiratorios crónicos.

La OIS es utilizada para estudiar los mecanismos fisiológicos y la patofisiología de enfermedades que involucran el sistema respiratorio.⁸

Pacientes con enfermedad significativa de las vías respiratorias detectada por las mediciones de IOS tenían una espirometría normal. Berger concluye que IOS es una herramienta útil para el diagnóstico de enfermedades de la vía aérea temprana.^{10,11}

El IOS se ha utilizado para estudiar varios estados de enfermedad, incluidos el asma, la EPOC y las enfermedades pulmonares intersticiales. La mayoría de los estudios se han realizado en niños asmáticos y tienen como objetivo controlar el progreso de la enfermedad y dilucidar el efecto de los broncodilatadores.

El diagnóstico de asma incluye una demostración de obstrucción reversible e hiperreactividad bronquial. Se ha demostrado que IOS es sensible y preciso en ambos aspectos.⁸

La IOS también puede ser útil cuando la espirometría está contraindicada, como en pacientes que recientemente se sometieron a cirugía o que han tenido neumotórax recurrente o en casos en los que el broncoespasmo relacionado con la espirometría es una preocupación.

Al igual que con la espirometría, los valores de IOS están correlacionados con los síntomas clínicos y el control del asma,⁴ aunque un beneficio de IOS puede ser la detección de cambios sutiles en la función de la vía aérea de un paciente antes que con la espirometría convencional.¹²

IOS ha sido estudiado en varios estados de enfermedad, incluyendo fibrosis quística, displasia broncopulmonar (DBP), obstrucción de la vía aérea central,¹³ enfermedad pulmonar intersticial en adultos y exposición ocupacional y ambiental irritante. Se ha encontrado que el IOS es útil para medir la respuesta a los broncodilatadores, como el salbutamol y el ipratropio en asma, EPOC, así como la predicción de la pérdida del control de la enfermedad, Shi et al. demostró que los niños con asma controlada que tienen un índice IOS de vía aérea periférica aumentado tienen riesgo de perder el control del asma, lo que sugiere que el monitoreo de la función de la vía aérea pequeña por IOS puede ser

útil para identificar a los pacientes con riesgo de perder el control. Encontró que R5-R20 y AX pudieron clasificar correctamente el control del asma en más del 80% de la población estudiada. Se puede sospechar la pérdida del control del asma en pacientes con un aumento de los parámetros R5-R20 y AX.¹⁴

IOS también se ha utilizado en pruebas de broncoprovocación. Una respuesta típica mostrará un aumento en R5, R20 y Fres con una disminución en X5. Cuando se usa con IOS, se requieren dosis más bajas de agentes broncoprovocadores para inducir una broncoconstricción medible y significativa. De hecho, Schulze et al. mostraron aumentos significativos en la resistencia mucho antes de que se observara una respuesta en el FEV1 a dosis más bajas de metacolina, lo que sugiere que las técnicas de oscilación son más sensibles que la espirometría.¹⁵

Oscilometría y asma

Una de las principales indicaciones de IOS en niños es la evaluación de pacientes con asma. Considerando que se produce un aumento de la resistencia de las vías respiratorias en el asma, especialmente en las vías aéreas periféricas, los pacientes con asma muestran un aumento en R5 en comparación con los controles, especialmente durante las exacerbaciones. Además al aumento de R5, es común encontrar R20 normal, más X5 negativo y aumentar en Fres. Los parámetros IOS más sensibles para detectar la obstrucción de las vías respiratorias y evaluar la gravedad del asma, su control, calidad de vida y exacerbaciones son R5, R5-R20 y AX.^{16,17,18}

Respuesta broncodilatadora

La IOS fue mejor que la espirometría al evaluar la respuesta broncodilatadora, un predictor importante del asma, y ayudar a identificar a los pacientes que se beneficiarán del tratamiento farmacológico y la intervención ambiental.¹⁹ El parámetro principal para evaluar la respuesta broncodilatadora es R5.²⁰ NO hay un consenso sobre el mejor punto de corte para el límite para la respuesta positiva del broncodilatador puede variar entre 20% y 50% de disminución en los valores de R5.²¹

Evaluación de la respuesta al tratamiento del asma

El área de reactancia (AX) se puede utilizar para evaluar la respuesta al tratamiento del asma. Un estudio realizado en niños con asma entre las edades de seis y 14 años evaluó la respuesta a largo plazo a la terapia con fluticasona y el montelukast demostró que hubo una mejora constante y continua de la AX durante el período de estudio, especialmente en pacientes que usaron fluticasona.²²

El IOS en pacientes con fibrosis quística

Un estudio ha demostrado que los valores de R5, R20, Fres y AX aumentan, y los valores de X5 disminuyen durante el período de exacerbación de síntomas en esta patología. Después del tratamiento de la exacerbación, los niveles basales de retorno indicando que IOS puede documentar el deterioro de la función pulmonar durante la exacerbación aguda y la mejora después del tratamiento en pacientes con FQ.²³

5. CONTRAINDICACIONES Y LIMITACIONES

En términos generales no existen contraindicaciones para la realización del estudio. Es necesario que exista una respiración tranquila por lo que cualquier circunstancia que afecta el patrón respiratorio de base podría modificar la medición.³

Los niños que son muy pequeños (menores de tres años) o que tienen déficit de atención tienen dificultades para quedarse quietos, lo que puede dificultar la realización adecuada del examen.²⁴ El mayor costo del equipo, cuando se compara con la espirometría, termina haciendo que la técnica sea más costosa y debe considerarse.²⁵

La espirometría es actualmente más ampliamente adoptada y mejor estudiada; por lo tanto, la interpretación de sus resultados a menudo es más sencilla para el profesional.²⁴

IOS es muy adecuado para afecciones que involucran obstrucción de las vías respiratorias, pero puede no proporcionar información definitiva sobre estados restrictivos, es necesario más investigaciones sobre esta área.²⁵

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

¿Cuál es el uso y beneficios de la oscilometría en niños menores de 6 años del Instituto Nacional de Pediatría?

IV. JUSTIFICACION:

Las pruebas de evaluación de función pulmonar pueden ayudar en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades respiratorias, especialmente el asma. Esta se considera una

de las enfermedades crónicas más comunes en la infancia¹. La evaluación de las propiedades resistivas del sistema respiratorio en niños pequeños no ha sido fácil debido a la necesidad de maniobras forzadas, lo que dificulta la evaluación. Debido a que esta patología generalmente comienza en las primeras etapas de la vida², la intervención para su diagnóstico se ha convertido en un foco de investigación para la actuación oportuna con el fin de afectar el curso natural de la enfermedad. En niños más grandes la medición más utilizada de la obstrucción de las vías aéreas bajas es el volumen espiratorio forzado en 1 s (FEV₁) obtenida a través de la espirometría convencional. Por esta razón se han empleado nuevas metodologías destinadas a determinar la Resistencia del Sistema respiratorio en niños pequeños. De esta forma surgió la Oscilometría de impulso (IOS), una técnica de fácil aplicación que requiere poca cooperación del paciente al necesitar únicamente respiraciones de volumen corriente. Es necesario conocer el uso y beneficios que esta técnica ha brindado en el Instituto Nacional de Pediatría como parte de abordaje del asma en niños menores de 6 años para optimizar su aplicación de forma oportuna para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades respiratorias que entrañan la obstrucción de las vías aéreas bajas para poder influenciar de forma positiva en el curso de las enfermedades, evaluar las exacerbaciones, el nivel de control, la gravedad y la respuesta al tratamiento.

V. OBJETIVOS:

General:

Describir el uso y beneficios de la oscilometría en niños menores de 6 años del Instituto Nacional de Pediatría, 2018- 2019.

Específicos:

- Identificar las características clínicas y epidemiológicas de los pacientes sometidos a oscilometría en el tiempo de estudio.
- Determinar las indicaciones clínicas de los pacientes para la realización de la oscilometría
- Identificar los Patrones más frecuentes encontrados en la oscilometría
- Establecer la frecuencia de índice predictivo de asma positivo y el patrón de resistencia identificado en la oscilometría de impulso.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

a) TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio es transversal, descriptivo y retrospectivo.

b) UNIVERSO Y MUESTRA

- Universo: el universo lo conformaron el total de pacientes menores de 6 años que se realizaron oscilometría en el periodo agosto 2018-2019.
- Muestra: Se trabajó con el universo.

c) CRITERIOS DE SELECCIÓN:

Criterios de inclusión

Se incluyeron todos los pacientes menores de 6 años que se realizaron oscilometría durante el periodo agosto 2018-2019 y que tuvieron todos los datos necesarios para la elaboración del estudio en el expediente clínico, así como criterios de aceptabilidad en la prueba de oscilometría.

Criterios de exclusión

- Pacientes que no tuvieron la información completa para el estudio en el expediente clínico.
- Pacientes mayores de 6 años

d) VARIABLES:

Las variables con sus definiciones conceptuales, tipo de variable y escala de medición, incluidas en el estudio se describen en la tabla 1.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
Edad actual	Tiempo en meses que una persona ha vivido desde que nació.	Cuantitativa continua	Años
Sexo	Conjunto de características fenotípicas que distinguen al hombre de la mujer.	Nominal	1. Femenino 2. Masculino

Índice predictivo de asma (IPA)	Herramienta útil para la predicción en la infancia del riesgo futuro de asma. Lactantes con 3 o mas episodios de sibilancias al año durante los primeros 3 años de vida que cumplen 1 criterio mayor o dos menores. Criterios mayores: -Asma en alguno de los padres - Diagnóstico de eccema atópico Criterios menores: -Rinitis alérgica -Sibilancias no asociadas a resfriado - Eosinofilia en sangre $\geq 4\%$	Nominal	1. Si 2. No
Indicación médica del estudio.	Razón válida para emplear una prueba diagnóstica.	Nominal	1. Asma 2. Hiperreactividad bronquial 3. Fibrosis quística 4. Otra
Oscilometría	Prueba que evalúa la mecánica respiratoria a través de la aplicación de pequeños pulsos de presión (~1 cmH ₂ O) generados por una bocina, que producen oscilaciones de flujo a una frecuencia determinada que se superponen al patrón natural del flujo respiratorio. Los cambios resultantes son captados por un manómetro y un neumotacógrafo permitiendo su análisis subsecuente	Nominal	-Estudio normal -Obstrucción vía aérea distal (R5HZ>LSN R20HZ< LSN AX >LSN) -Obstrucción vía aérea proximal (R5HZ>LSN R20HZ>LSN AX \leq LSN) -Sugerente de restricción (R5HZ< LSN R20HZ<LSN AX >LSN)
Respuesta significativa al broncodilatador	Se considera como positiva si existe una disminución del 20% en los valores de R5, ²⁰ respecto al valor basal en la oscilometría posterior a la administración de broncodilatador.	Nominal cualitativa	1. Si 2. No

Tabla 1. Categorización de variables

e) DESCRIPCION GENERAL DE ESTUDIO:

- Método de recolección: la información se obtuvo a través de un cuestionario estructurado en base a preguntas cerradas.
- Técnica de recolección de datos: previa autorización del comité de ética del Instituto Nacional de pediatría, se accedió los expedientes clínicos de los pacientes que se realizaron oscilometría que cumplieron con los criterios de inclusión del estudio para la recolección de información: datos clínicos, demográficos como edad, sexo, las indicaciones médicas para el estudio de oscilometría, así como su resultado. Estos datos fueron recolectados y analizados a través software Stadistical Package for Social Sciencies SPSS versión 21.0.

f) ASPECTOS ETICOS

Este estudio no requirió de ningún procedimiento invasivo, ya que los datos se obtuvieron de los expedientes clínicos que se encontraron en el archivo, por lo que no presentó dificultades éticas para la realización de ningún procedimiento. La ejecución del estudio se apegaró a la última revisión de la declaración de Helsinki 1964, revisada en 1996 en Sudáfrica, así como en la Ley General de Salud y en la norma oficial mexicana NOM-170-SSA1-1998.

g) ANALISIS ESTADISTICO:

Para el análisis de los datos se empleó estadística descriptiva y analítica, las variables se describieron de acuerdo a su naturaleza y distribución. Las variables continuas se expresaron como medias y desviación estándar para las que tuvieron distribución normal y como medianas e intervalos intercuartilares las de distribución no normal. Las variables categóricas se describieron como frecuencias y proporciones. Los datos se recolectaron en el software Stadistical Package for Social Sciencies SPSS versión 21.0.

VII. RESULTADOS

Se revisaron 98 expedientes electrónicos de pacientes sometidos a oscilometría basal durante el tiempo de estudio, 54 cumplieron con los criterios de inclusión, de los cuáles 20 pacientes correspondieron al sexo femenino (37%) y 34 (63%) al sexo masculino. La mediana de edad fue 4,3 años con un intervalo intercuartilar de 4-5 años. (Tabla 2)

Variable	No.	%
Sexo		
Masculino	34	63,0
Femenino	20	37,0
Edad		
3 años	6	11,1
4 años	21	38,9
5 años	27	50,0
Total	54	100,0

Tabla 2 Distribución de la población según sexo y edad.

Según el estado nutricional, la mayoría de pacientes fueron eutróficos (61%), sobrepeso el 11% y un mínimo porcentaje tuvo obesidad (4%). (Gráfico 1)

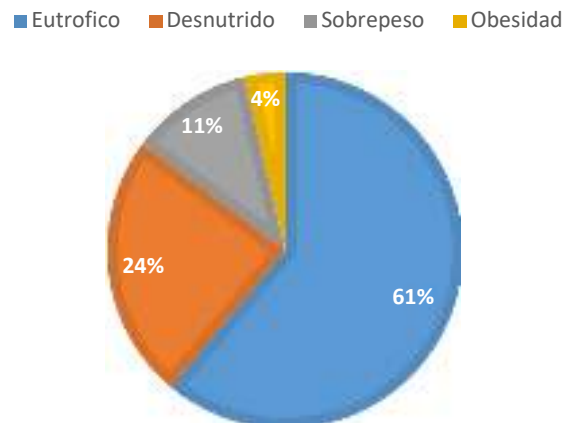


Gráfico 1 Distribución de la población según estado nutricional.

En la tabla 2 se observa que un gran porcentaje de pacientes presentaron respuesta significativa al broncodilatador (51,9%).

Variable	No.	%
Respuesta a broncodilatador		
SI	28	51,9
NO	26	48,1
Total	54	100

Tabla 3 Distribución de la población según respuesta al broncodilatador.

Las indicaciones más frecuentes del estudio fueron asma, seguida de la hiperreactividad bronquial y fibrosis quística. Dentro de otras indicaciones se encontraron con mayor frecuencia la valoración pre y post trasplante de médula ósea y patologías de tórax restrictivo. (Tabla 3)

Variable	No.	%
Indicación del estudio		
Asma	22	40,7
Hiperreactividad Bronquial	12	22,2
FQ	4	7,4
DBP	3	5,6
SAHOS	2	3,7
Otra	11	20,4
Total	54	100

Tabla 4 Distribución de la población según la indicación del estudio.

Según el resultado del estudio las resistencias de la vía aérea fueron normales en la mayoría de pacientes (83,3%); el 13% tuvo resistencias aumentadas en R5 (resistencia de vía aérea distal) y tan solo el 1,9% tuvo resistencia aumentada en vía aérea proximal (R5 y R20) y correspondió a un paciente con diagnóstico de asma y sobrepeso; el 1,9% fue sugerente de restricción (AX>LSN). (Tabla 4)

Variable	No.	%
Resultado IOS		
Estudio Normal	45	83,3
OVAD	8	14,9
OVAP	1	1,9
Sugerente de Restriccion	1	1,9
Total	54	100

Tabla 5 Distribución de la población según resultado de la oscilometría de impulso.

En la tabla 5 puede observar que los diagnósticos que se presentaron un resultado alterado en IOS fueron principalmente asma y fibrosis quística. De los pacientes con hiperreactividad bronquial el 41.6% presentó rinitis alérgica asociada.

Variable	Oscilometria				Sugerente de Restriccion	Total
	Estudio Normal	OVAD	OVAP			
Asma	17	3	1	1	22	
Hiperreactividad Bronquial	11	1	0	0	12	
Indicación Estudio						
FQ	2	2	0	0	4	
DBP	3	0	0	0	3	
SAHOS	1	1	0	0	2	
Otra	10	1	0	0	11	
Total	45	8	1	1	54	

Tabla 6 Distribución de la población según indicación y resultado de la oscilometría de impulso.

La respuesta significativa al broncodilatador se presentó en el 51,9% de pacientes; se observó que esta respuesta fue más frecuente en aquellos pacientes con diagnóstico de asma e hiperreactividad bronquial, seguido por fibrosis quística. (Tabla 6)

Variable	Broncodilatador		Total
	SI	NO	
Asma	13	8	22
Hiperreactividad Bronquial	6	6	12
Indicación Estudio			
FQ	1	3	4
DBP	1	2	3
SAHOS	2	0	2
Otra	5	6	11
Total	28	26	54

Tabla 7 Distribución de la población según indicación del estudio respuesta al broncodilatador.

En la tabla 7 se puede apreciar que los diagnósticos de asma e hiperreactividad bronquial fueron los que presentaron IPA positivo.

Variable	IPA		Total	
	Positivo	Negativo		
Indicación de estudio	Asma	14	8	22
	Hiperreactividad Bronquial	5	7	12
	FQ	0	4	4
	DBP	0	3	3
	SAHOS	0	1	1
	Otra	1	10	11
	Total	20	34	54

Tabla 8 Distribución de la población según el índice predictivo de asma (IPA) e indicación de estudio.

De los pacientes con índice predictivo de asma positivo, el 46,4%(13 pacientes) presentó respuesta significativa al broncodilatador. (Tabla 8)

Variable	Broncodilatador		Total	
	SI	NO		
IPA	Positivo	13	7	20
	Negativo	15	19	34
Total	28	26	54	

Tabla 9 Distribución de la población según IPA y respuesta al broncodilatador.

VIII. DISCUSIÓN

Las pruebas de función pulmonar se emplean para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades respiratorias que comprometan la resistencia y reactancia de la vía aérea como asma, EPOC, fibrosis quística, SAHOS, obstrucción de vía aérea central, patología intersticial entre otras, así como la respuesta de estas a fármacos broncodilatadores. La técnica más utilizada para este fin es la espirometría porque tiene protocolos bien establecidos para su ejecución e interpretación. La espirometría se puede realizar en niños menores de seis años de edad, pero es un desafío lograr una medida reproducible y confiable en estos niños ya que la mayoría realiza maniobras respiratorias aceptables y reproducibles solo después de la edad de cinco años.^{23,26,27}

La Oscilometría de Impulso (IOS) es una técnica no invasiva, independiente de esfuerzo cuyo objetivo es la evaluación mecánica de la vía aérea; utiliza fluctuaciones de presión durante la respiración a volumen corriente, beneficio que nos permite evaluar la función

pulmonar en niños que no pueden realizar la espirometría de manera adecuada debido a la corta edad o falta de cooperación o como una herramienta adicional para medir diferentes aspectos de la fisiología pulmonar. Este sistema evalúa la resistencia de las vías respiratorias en función de la producción de oscilaciones de pequeñas presiones aplicadas en la boca y transmitidas a los pulmones para determinar la resistencia y reactancia en la vía aérea.^{28,29} En el presente estudio, el 50% de pacientes fue menor 5 años, edad en la cual no se puede realizar espirometría por falta de cooperación al ser una prueba de esfuerzo; gracias a la IOS se pudo identificar su función pulmonar.

Según el estado nutricional, la mayoría de pacientes fueron eutróficos (61%), sobrepeso el 11% y un mínimo porcentaje tuvo obesidad (4%).

Está bien establecido que la obesidad causa dislipidemia, hipertensión, intolerancia a la glucosa, enfermedades cardiovasculares y respiratorias, incluyendo asma. Se ha observado en estos pacientes baja compliance con el incremento del esfuerzo respiratorio por la acumulación grasa a nivel abdominal y torácico, esto produce también cambios en el balance de fuerza entre el tórax, abdomen y pulmones, resultando en una capacidad funcional disminuida.

La alta prevalencia de obesidad en la población pediátrica justifica la investigación de la función respiratoria en niños y adolescentes.^{30,31,32}

En niños con obesidad la IOS puede ser un método integrador de la espirometría. Varios estudios han demostrado que incluso cuando los parámetros espirométricos están dentro del rango normal, el IOS puede mostrar evidencia de anomalías en la función pulmonar, probablemente debido a su mejor evaluación de las vías distales. En este estudio el 4% de pacientes presentaron obesidad, el 2% tuvo diagnóstico de asma en el momento de la IOS. Todos presentaron IOS normal con respuesta significativa a broncodilatador en R5. En un estudio realizado por Assumpção y colaboradores en 2018, en 81 niños donde compararon los parámetros del sistema de oscilometría de impulso de niños de peso normal con niños con sobrepeso y obesidad; se concluyó que los niños obesos mostraron valores de parámetros de oscilometría aumentados representativos (R5, Fres, and AX) de la obstrucción de las vías respiratorias, en comparación con los niños de peso normal. Los cambios en algunos parámetros de oscilometría ya se pueden observar en niños en edad escolar con sobrepeso.³³

Las indicaciones más frecuentes del estudio fueron asma, hiperreactividad bronquial y fibrosis quística. Dentro de otras indicaciones se encontró con mayor frecuencia la valoración pre y post trasplante de médula ósea y patologías de tórax restrictivo.

De los pacientes con diagnóstico de asma en el estudio (40,7%, tabla 4), con oscilometría positiva (14%), todos presentaron resistencias incrementadas en R5, con una reactancia más baja en X5, lo que coincide con el estudio de Sol y colaboradores que realizaron un estudio con 819 pacientes entre 4-18 años, el grupo de asma tuvo una resistencia más alta a 5 Hz (R5) y un área de reactancia (AX) y una reactancia más baja en X5 que los grupos de control.³⁴ Otros autores indican que los pacientes con asma muestran un aumento en R5 y que es común encontrar R20 normal, X5 más negativo y aumento en Fres.^{3,18} Los parámetros IOS más sensibles para detectar la obstrucción de las vías respiratorias y evaluar la gravedad del asma, su control, calidad de vida y exacerbaciones son R5, R5-R20 y AX. R5-R20 y AX pueden ser útiles para la detección previa de anomalías de la función pulmonar.^{17,35}

En nuestro estudio el 51,9% del total de pacientes presentaron respuesta significativa al broncodilatador con disminución de la resistencia principalmente en R5 y R10.

Varios estudios indican que la IOS es más útil que espirometría en niños para diferenciar asma de cohortes sanas, particularmente usando la disminución de la resistencia en R5 o R10 del 20% en niños de preescolares. En nuestro estudio los pacientes con asma, con respuesta significativa al broncodilatador presentaron disminución de resistencia en R5 (100%) y en R5 y R10 el 61,5%.^{4,26}

La importancia de esta respuesta positiva al broncodilatador radica en la justificación de diagnóstico de asma en aquellos pacientes con hiperreactividad bronquial (50%), y más aún si cuentan con IPA positivo (21%), al incrementar su valor predictivo positivo.

Varios estudios indican que el parámetro AX distingue a los asmáticos agudos y estables con una sensibilidad del 85% y una especificidad del 79,2%.¹⁸ En un estudio que se encontró que un valor de AX mayor a 9.5 cm de H₂O clasificaba correctamente al 85% de la población con asma no controlada. En el mismo estudio se evaluó otro parámetro que mide la función de la vía periférica en la IOS R5-R20, que es la diferencia entre la resistencia de la vía aérea total menos la resistencia de la vía aérea central, un valor superior a 1.5 cm de H₂O identifica al 83% de los pacientes con asma no controlado. En nuestro estudio del total de pacientes con diagnóstico de asma, ningún paciente presentó un incremento significativo en AX y la diferencia entre R5-R20 fue menor a 1.5 cm de H₂O.^{36,37,38}

De los pacientes con hiperreactividad bronquial (HRB), 41,6% presentaron rinitis alérgica, de estos el 80% presentaron respuesta significativa al broncodilatador en R5 la mayoría y en menor proporción en R10 y R20. En un estudio realizado por Kim y col en 2013, donde se incluyó 196 niños con rinitis alérgica (RA) y se subdividió en 2 categorías: el grupo RA

con HRB y el grupo AR sin él, y se midió la función pulmonar por IOS y los niveles de FeNO se compararon entre los 2 subgrupos. La HRB aumentó más en el grupo RA que en el grupo control cuando se compararon los cambios porcentuales en la reactancia a 5 Hz ($\Delta X5$) y el área de reactancia (ΔAX). Sin embargo, en el grupo RA, no hubo diferencia en $\Delta X5$ y ΔAX entre el grupo AR con BHR y el grupo AR sin él. Se concluyó que IOS puede ser una herramienta útil para detectar la afectación de la vía aérea inferior de RA independientemente de HRB evaluada en el desafío con metacolina. ³⁹

La fibrosis quística (FQ) es una enfermedad multisistémica con afectación del sistema respiratorio responsable del 90% de la mortalidad y la morbilidad. Las pruebas espirométricas convencionales se consideran el método principal para evaluar la enfermedad de las vías respiratorias en pacientes con FQ. El FEV₁ ha sido reconocido como un parámetro objetivo para evaluar el curso de la enfermedad y la respuesta al tratamiento, así como un indicador de exacerbación aguda y también como un factor pronóstico. Para ello el paciente debe poder realizar maniobras de expiración forzada repetidas, comprender el procedimiento y cooperar durante un período suficiente. Un estudio realizado en niños de entre 3 y 5 años demostró que esta prueba puede no ser aplicable en algunos niños menores de 6 años (55% de eficacia), por lo que se requiere de una técnica como la IOS que requiera mínima colaboración del paciente para la valoración funcional de las vías aéreas.

Un estudio realizado en pacientes con fibrosis quística (FQ) por Sakarya y colaboradores en 2016 con edades entre 13 y 18 años a quienes se realizó IOS antes y después de la exacerbación, demostró que los valores de R5, R20, Fres y AX aumentaron durante la exacerbación y disminuyeron después del tratamiento, mientras que los valores de X5 disminuyen durante el período de exacerbación de los síntomas y aumentaron después de la recuperación (P <0.05). ²²

En un estudio realizado por Moreau et al, cuyo objetivo fue determinar la relación entre los datos de la oscilometría de impulso (IOS) y las pruebas espirométricas en 30 niños con fibrosis quística, observaron una relación inversa entre los valores brutos de R5, Zr, Fres y los índices de espirometría mientras que X5 se correlacionó positivamente. Aunque significativas, estas correlaciones fueron pobres por lo se concluyó que las mediciones de IOS presentaron una sensibilidad insuficiente para detectar y seguir la obstrucción bronquial en pacientes con FQ. ⁴⁰

Raj y col en 2014, realizaron un estudio transversal retrospectivo cuyo objetivo fue la correlación entre los parámetros de la oscilometría de impulso y la espirometría en

pacientes indios; concluyeron que la mayoría de los parámetros de IOS se correlacionaron significativamente con los parámetros de espirometría. De los parámetros IOS, Z5% y R5% tenían una combinación razonable de sensibilidad y especificidad para identificar a los niños con obstrucción de las vías respiratorias. ⁴¹

Durante el periodo del presente estudio, se identificaron 4 pacientes con fibrosis quística menores a 6 años, de los cuales 2 presentaron oscilometría de impulso normal sin respuesta significativa al broncodilatador; dos pacientes presentaron incremento de resistencias en R5, uno de ellos con respuesta significativa a broncodilatador con disminución de resistencia en R5 y R10.

El 5,6% de pacientes de nuestro estudio tuvo displasia broncopulmonar (DBP) y presentó IOS con resistencias normales, uno de ellos presentó respuesta significativa a broncodilatador en R5. En un estudio realizado por Marti y colaboradores en 2020, en 30 niños preescolares con antecedente de displasia broncopulmonar a quienes se les realizó IOS; concluyeron que el grupo DBP no difirió en comparación con el grupo no DBP en términos de función pulmonar ($p > 0.05$), sin presentar diferencias significativas en la prueba de reversibilidad bronquial. ⁴²

En nuestro estudio el 3,7% de pacientes tuvo diagnóstico de SAHOS al momento del estudio, la mitad presentó resistencia incrementada en R5 en IOS, y todos presentaron respuesta positiva al broncodilatador en R5. Zhang y colaboradores en un estudio de 2016 realizaron un estudio cuyo objetivo fue determinar la resistencia de las vías respiratorias en niños chinos con síndrome de apnea hipo apnea obstructiva del sueño por IOS, concluyeron que la resistencia total de las vías respiratorias aumentó significativamente en niños, R5 se correlacionó positivamente mientras que R20 y X5 fueron similares en el grupo de estudio y grupo control. ⁴³

En la monitorización pulmonar después del trasplante, las pruebas de función pulmonar y las pruebas de caminata de 6 minutos son los métodos más frecuentes, sin embargo, como estos métodos dependen de que los pacientes ejerzan un esfuerzo considerable hay casos de incapacidad de los pacientes para completar completamente el examen. Por lo tanto, el sistema de IOS se considera una herramienta útil en estas condiciones. En un estudio realizado en 25 pacientes adultos con trasplante de pulmón, se evaluó la enfermedad de injerto contra huésped con el sistema de IOS, se encontró que el 84% de los pacientes, el valor de Ax (área de reactancia) aumentó por encima de la normal, lo que indica obstrucción de las vías respiratorias periféricas. La alta resistencia de las vías respiratorias

pequeñas, medida con una diferencia R5 - R20, siguió valores de Ax más altos. El aumento de la resistencia a 5 Hz en el 31% de los pacientes (valor predicho R5 > 150%) también indicó una pequeña obstrucción de las vías respiratorias

Si bien no se realiza trasplante pulmonar en nuestro medio, se destaca su importancia como herramienta de diagnóstico de lesión de vía aérea periférica observada en otros tipos de trasplante como el de médula ósea que si se realiza en el País.

En nuestro estudio se identificaron dos pacientes Post TAMO, ambos con resultado normal en la oscilometría de impulso, uno de ellos con respuesta significativa al broncodilatador en R5. ⁴⁴

IX. CONCLUSIONES

- Dentro de los beneficios de la IOS se encuentra que no utiliza maniobras dependientes de esfuerzo por lo que se puede emplear en niños de corta edad, en nuestro estudio el 50% de pacientes fue menor de 5 años, en quienes fue posible identificar de forma objetiva su función pulmonar gracias a la IOS.
- La IOS puede ser usada en una amplia variedad de afecciones respiratorias crónicas, en nuestro estudio la principal indicación fue asma, sin embargo, patologías como SAHOS, fibrosis quística, a pesar que fueron la indicación en pocos pacientes, mostraron alteraciones en la prueba que pudieron inferir en el manejo de estos pacientes lo que destaca la importancia de la IOS para identificar de forma temprana el incremento de resistencias en la vía aérea.
- En la mayoría de pacientes con asma u otras patologías el incremento de resistencias se presentó en R5; este se encuentra dentro de los parámetros más sensibles de la IOS como lo indica la literatura.
- Del total de pacientes mayoría presentó respuesta significativa al broncodilatador con disminución de la resistencia principalmente en R5 y R10 lo que concuerda con literatura.
- Los pacientes con hiperreactividad bronquial presentaron en un gran porcentaje asociación con rinitis alérgica sin embargo se requiere investigaciones adicionales para demostrar que su asociación se relaciona fuertemente con el diagnóstico posterior de asma.
- Varios estudios indican un beneficio de mayor sensibilidad de la oscilometría en comparación con la espirometría para detectar de forma precoz la modificación de la resistencia de la vía aérea periférica, por lo que se podrían diseñar estudios

posteriores enfocados en la correlación entre los parámetros de la oscilometría de impulso y la espirometría, así como demostrar asociaciones estadísticas.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. P.P. de Oliveira Jorgea,b, J.H.P. de Limab, D.C. Chong e Silvac,d, D. Medeiros, D. Soléb,*,G.F. Wandalsen. Impulse oscillometry in the assessment of children's lung function. Elsevier. 2019; 47 (3): 295-302. Disponible en: <https://www.elsevier.es/en-revista-allergologia-et-immunopathologia-105-articulo-impulse-oscillometry-in-assessment-children39s-S0301054618300715>
2. Soares, M., Richardson, M., Thorpe, J. et al. Comparison of Forced and Impulse Oscillometry Measurements: A Clinical Population and Printed Airway Model Study. Scientific Reports. 2019; 9: 1-10. Disponible en: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1038/s41598-019-38513-x>
3. Gochicoa L, Cantú G, Miguel J, Moreno L, Torres, L. Oscilometría de impulso. Recomendaciones y procedimiento. Neumol Cir Torax. 2014; 73(2): 138-149. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2019/nts192e.pdf>
4. Marotta A, Klinnert M, Price M, Larsen G, Liu A. Impulse oscillometry provides an effective measure of lung dysfunction in 4-year-old children at risk for persistent asthma. J Allergy Clin Immunol. 2003; 112:317. Disponible e.: [https://www.jacionline.org/article/S0091-6749\(03\)01558-6/fulltext](https://www.jacionline.org/article/S0091-6749(03)01558-6/fulltext)
5. Meyer R. Oscilometría de impulso en niños. Laboratorio de Función Pulmonar Infantil Hospital Padre Hurtado. ISSN 0718-3321. Disponible en: <http://www.neumologia-pediatrica.cl>
6. Komarow HD, Myles IA, Uzzaman A y Metcalfe DD: Oscilometría de impulso en la evaluación de enfermedades de las vías respiratorias en niños. Ann Allergy Asthma Immunol 2011; 106: 191-199. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/47118/1/T39809.pdf>
7. Mauer MP, Cummings KR. Impulse oscillometry and respiratory symptoms in World Trade Center responders, 6 years post. Lung 2010;188(2):107-113. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=51630>
8. Smith HJ, Reinhold P y Goldman MD: técnica de oscilación forzada y oscilometría de impulso. Pruebas de función pulmonar: monografía de la European Respiratory Society. Sheffield, Inglaterra: Sociedad Respiratoria Europea 2005; undefined: 72-

105. Disponible en:
<https://revistas.asoneumocito.org/index.php/rcneumologia/article/view/46>
9. Jee HM, Kwak JH, Jung da W, Han MY. Useful parameters of bronchial hyperresponsiveness measured with an impulse oscillation technique in preschool children. *J Asthma* 2010;47(3): 227-232. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6643487/>
 10. Zaidan M, Meah S, Duarte A. The Use and Interpretation of Impedance Oscillometry in Pulmonary Disorders. Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature. 2018: 7: 196–202. Disponible en: <https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/content/pdf/10.1007%2Fs13665-018-0218-z.pdf>
 11. Berger KI, Goldring RM, Oppenheimer BW. Should oscillometry be used to screen for airway disease? Yes. *Chest*. 2015;148(5):1131–5. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3707176/>
 12. Komarow HD, Skinner J, Young M, et al: Un estudio sobre el uso de la oscilometría de impulso en la evaluación de niños con asma: análisis de parámetros pulmonares, efecto de orden y utilidad en comparación con la espirometría. *Pediatr Pulmonol* 2012; 47: 18-26. Disponible en:
https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/protocolos_diagn_y_terap_neumoped_aep.pdf
 13. Handa H, Huang J, Murgu SD, et al: Evaluación de la obstrucción de la vía aérea central mediante oscilometría de impulso antes y después de la broncoscopia intervencionista. *Respir Care* 2014; 59: 231-240
 14. Shi Y, Aledia AS, Galant SP y George SC: el deterioro de las vías aéreas periféricas medido por oscilometría predice la pérdida del control del asma en los niños. *J Allergy Clin Immunol* 2013; 131: pp. 718-723. Disponible en:
https://www.neumologia-ediatica.cl/wpcontent/uploads/2017/10/W3242_REVISTA-_3.pdf
 15. Schulze J, Smith HJ, Fuchs J, et al: desafío de metacolina en niños pequeños según lo evaluado por espirometría y oscilometría de impulso. *Respir Med* 2012; 106: pp. 627-634. Disponible en: https://www.neumologia-pediatria.cl/wp-content/uploads/2017/10/W3242_REVISTA-_3.pdf
 16. Knihtila H, Kotaniemi-Syrjanen A, Makela M, Bondestam J, Pelkonen A, Malmberg L. Preschool oscillometry and lung function at adolescence in asthmatic children.

- Pediatr Pulmonol.2015;50:1205-13.37. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25823464>
17. Kaczka D, Dellacá R. Oscillation mechanics of the respiratory system: applications to lung disease. Crit Rev Biomed Eng.2011;39:337-59.38. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3237123/>
 18. Batmaz S, Kuyucu S, Arikoglu T, Tezol O, Aydogdu A. Impulse oscillometry in acute and stable asthmatic children: a comparison with spirometry. J Asthma. 2015; 14:1-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26367097/>
 19. Diong B, Singh K, Menendez R. Effects of two inhaled corticosteroid/long-acting beta-agonist combinations on small-airway dysfunction in mild asthmatics measured by impulse oscillometry. J Asthma Allergy. 2013; 6:109. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23966795>
 20. Thamrin C, Gangell C, Udomittipong K, Kusel M, Patterson H, Fukushima T, et al. Assessment of bronchodilator responsiveness in preschool children using forced oscillations. Thorax. 2007;62:814. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/6408888_Assessment_of_bronchodilator_responsiveness_in_preschool_children_using_forced_oscillations
 21. Larsen GL, Morgan W, Heldt GP, Mauger DT, Boehmer SJ, Chinchilli VM, et al. Impulse oscillometry versus spirometry in a long-term study of controller therapy for pediatric asthma. J Allergy Clin Immunol. 2009; 123:861. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19070356>
 22. Sakarya A, Uyan ZS, Baydemir C, Anık Y, Erdem E, Gokdemir Y, et al. Evaluation of children with cystic fibrosis by impulse oscillometry when stable and at exacerbation. Pediatr Pulmonol.2016;51:1151. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ppul.23449>
 23. Bickel S, Popler J, Lesnick B, Eid N. Impulse oscillometry, interpretation and practical applications. Chest. 2014; 146:841. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25180727>
 24. Shimoda T, Obase Y, Nagasaka Y, Kishikawa R, Mukae H, Iwanaga T. Peripheral bronchial obstruction evaluation in patients with asthma by lung sound analysis and impulse oscillometry. Allergol Int. 2016; 66:132. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6367089/>
 25. Koundinya D, Anurag A. Impulse oscillometry: The state-of-art for lung function testing. Lung India. 2016; 33: 410-41. Disponible en:

- <http://www.lungindia.com/article.asp?issn=0970-2113;year=2016;volume=33;issue=4;spage=410;epage=416;aulast=Desiraju>
26. Song TW, Kim KW, Kim ES, Park JW, Sohn MH, Kim KE. Utility of impulse oscillometry in young children with asthma. *Pediatr Allergy Immunol.* 2008; 19: 163-168. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18331417/>
 27. Guilbert T, Singh A, Danov Z, Evans M, Jackson D, Burton R, et al. Decreased lung function after preschool wheezing rhinovirus illnesses in children at risk to develop asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 2011;128: 532-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21878241/>
 28. Goldman MD, Saadeh C, Ross D. Clinical applications of forced oscillation to assess peripheral airway function. *Respir Physiol Neurobiol.* 2005;148(1-2):179-194. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15990365/>
 29. Escobar H, Carver TW Jr. Pulmonary function testing in young children. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2011;11(6):473-481. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21894521/>
 30. Winck AD, Heinzmann-Filho JP, Soares RB, da Silva JS, Woszezenki CT, Zanatta LB. Effects of obesity on lung volume and capacity in children and adolescents: a systematic review. *Rev Paul Pediatr.* 2016; 34(4): 510-517. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5176074/>
 31. Oppenheimer BW, Berger KI, Segal LN, et al. Airway dysfunction in obesity: response to voluntary restoration of end expiratory lung volume. *PLoS One.* 2014;9(2): e88015. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24505355/>
 32. Konkiattikul L, Sritippayawan S, Chomtho S, Deerojanawong J, Prapphal N. Relationship between obesity indices and pulmonary function parameters in obese Thai children and adolescents. *Indian J Pediatr.* 2015;82: 1112 – 1116. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12098-015-1777-4>
 33. Assumpção MS, Ribeiro JD, Wamosy RMG, Figueiredo FCXS, Parazzi PLF, Schivinski CIS. Impulse oscillometry and obesity in children. *J Pediatr (Rio J).* 2018;94(4):419-424. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28843062/>
 34. En Suk Sol, Yoon Hee Kim, SooYeon Kim, Jong Deok Kim, Sun Ha Choi, Kyung Won Kim, et al. Assessment of within-breath impulse oscillometry parameters in children with asthma. *Wiley. Pediatric Pulmonology.* 2019; 54: 117–124. Disponible en: <https://onlinelibrary-wiley-com.pbidi.unam.mx:2443/doi/full/10.1002/ppul.24201>

35. Meraz E, Nazeran H, Ramos C, Nava P, Diong B, Goldman M. Analysis of impulse oscillometric measures of lung function and respiratory system model parameters in small airway-impaired and healthy children over a 2-year period. *BioMed Eng OnLine*. 2011;10:21. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21439045/>
36. Shi Y, Aledia AS, Tatavoosian AV, Vijayalakshmi S, Galant SP, George SC. Relating small airways to asthma control by using impulse oscillometry in children. *J Allergy Clin Immunol*. 2012 Mar;129(3):671-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3373178/>
37. Shi Y, Aledia AS, Tatavoosian AV, Vijayalakshmi S, Galant SP, George SC. Relating small airways to asthma control by using impulse oscillometry in children. *J Allergy Clin Immunol*. 2012;129(3):671-678. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22178635/>
38. Gonzalez R. MONITOREO DEL ASMA: APORTE DE LA OSCILOMETRÍA DE IMPULSO (IOS) Departamento de Pediatría. Clínica Las Condes. Santiago, Chile. 2017; 28(1): 55-59. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-pdf-S0716864017300147>
39. Kim YH, Park HB, Kim MJ, et al. Fractional exhaled nitric oxide and impulse oscillometry in children with allergic rhinitis. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2014;6(1):27-32. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24404390/>
40. Moreau L, Crenesse D, Berthier F, Albertini M. Relationship between impulse oscillometry and spirometric indices in cystic fibrosis children. *Acta Paediatr*. 2009;98(6):1019-1023. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19469720/>
41. Raj D, Sharma GK, Lodha R, Kabra SK. Correlation between impulse oscillometry and spirometry parameters in Indian patients with cystic fibrosis. *Chron Respir Dis*. 2014;11(3):139-149. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24980126/>
42. Manti S, Galdo F, Parisi GF, et al. Long-term effects of bronchopulmonary dysplasia on lung function: a pilot study in preschool children's cohort [published online ahead of print, 2020 Jun 6]. *J Asthma*. 2020;1-12. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02770903.2020.1779289>
43. Zhang J, Zhao J, Chen M, et al. Airway resistance and allergic sensitization in children with obstructive sleep apnea hypopnea syndrome. *Pediatr Pulmonol*. 2016;51(4):426-430. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26284311/>

44. Ochman M, Wojarski J, Wiórek A, et al. Usefulness of the Impulse Oscillometry System in Graft Function Monitoring in Lung Transplant Recipients. *Transplant Proc.* 2018;50(7):2070-2074. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30177111/>