



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

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

**ASOCIACIÓN DIAGNÓSTICA ENTRE OSCILOMETRÍA DE IMPULSO BASAL Y  
LA ESPIROMETRÍA CONVENCIONAL EN NIÑOS CON PATOLOGÍA  
RESPIRATORIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
SUBESPECIALISTA EN NEUMOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**PRESENTA:**

**DRA. MARYELI JIMÉNEZ BENITEZ**

**TUTOR:**

**DR. GABRIEL GUTIERREZ MORALES**



**CIUDAD DE MEXICO**

**2023**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

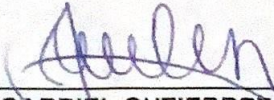
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

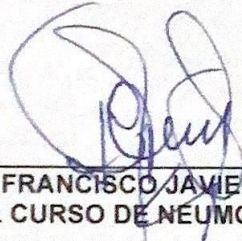
ASOCIACIÓN DIAGNÓSTICA ENTRE OSCILOMETRÍA DE IMPULSO BASAL Y LA  
ESPIROMETRÍA CONVENCIONAL EN NIÑOS CON PATOLOGÍA RESPIRATORIA DEL  
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA



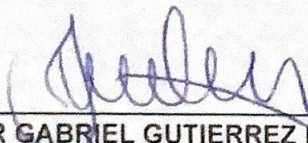
DR LUIS XOCHIHUA DIAZ  
DIRECTOR DE ENSEÑANSA



DR GABRIEL GUTIERREZ MORALES  
ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO



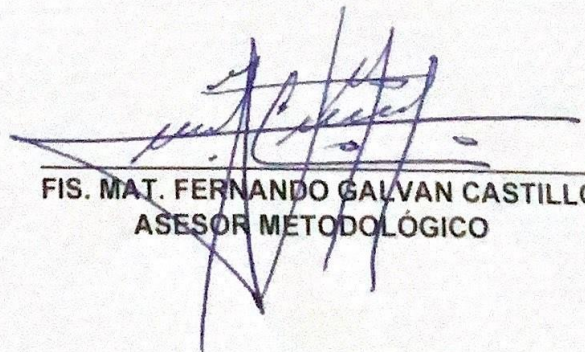
DR FRANCISCO JAVIER CUEVAS SCHACHT  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEUMOLOGÍA PEDIATRICA Y CIRUGÍA DE TÓRAX



DR GABRIEL GUTIERREZ MORALES  
TUTOR DE TESIS



DRA PATRICIA CRAVIOTO QUINTANA  
ASESOR METODOLÓGICO



FIS. MAT. FERNANDO GALVAN CASTILLO  
ASESOR METODOLÓGICO

## ÍNDICE

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Marco teórico y antecedentes.....</b> | <b>2</b>  |
| <b>2. Planteamiento del problema.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>3. Justificación .....</b>               | <b>8</b>  |
| <b>4. Pregunta de Investigación.....</b>    | <b>8</b>  |
| <b>5. Objetivos.....</b>                    | <b>8</b>  |
| 5.1 Objetivo General .....                  | 8         |
| 5.2 Objetivos específico .....              | 8         |
| <b>6. Materiales y métodos.....</b>         | <b>9</b>  |
| 6.1 Diseño del estudio.....                 | 9         |
| 6.2 Universo de estudio.....                | 9         |
| 6.3 Criterios de inclusión.....             | 9         |
| 6.4 Críterios de exclusión.....             | 9         |
| 6.5 Variables.....                          | 10        |
| 6.6 Análisis Estadístico .....              | 12        |
| <b>7. Resultados.....</b>                   | <b>13</b> |
| <b>8. Discusión de resultados .....</b>     | <b>18</b> |
| <b>9. Conclusión .....</b>                  | <b>20</b> |
| <b>10. Referencias bibliográficas .....</b> | <b>21</b> |
| <b>11. Anexos.....</b>                      | <b>23</b> |

# **ASOCIACIÓN DIAGNÓSTICA ENTRE OSCILOMETRÍA DE IMPULSO BASAL Y LA ESPIROMETRÍA CONVENCIONAL EN NIÑOS CON PATOLOGÍA RESPIRATORIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA**

## **1. MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES**

El estudio de la función pulmonar es un aspecto básico para el diagnóstico, evaluación y seguimiento de los niños afectados por enfermedades respiratorias. Junto con los signos y síntomas clínicos, proporciona una información objetiva y precisa, de enorme ayuda para la toma de decisiones.<sup>1</sup> En Pediatría se disponen de diversas pruebas funcionales respiratorias (PFR), con sus indicaciones y limitaciones, relacionadas estas más con la edad que con otros factores.<sup>1</sup>

Aunque hay una variedad de pruebas, la espirometría es la prueba de función pulmonar más utilizada, porque cuenta con protocolos bien establecidos para su ejecución e interpretación.<sup>2</sup>

En los lactantes, los volúmenes pulmonares se pueden medir mediante pletismografía (que también puede medir la resistencia de las vías respiratorias) o lavado con gas inerte de múltiples respiraciones con el lactante durmiendo en posición supina con o sin sedación. También se utilizan otras pruebas para evaluar los bucles de volumen de flujo espiratorio forzado y la mecánica respiratoria en lactantes sedados. Sin embargo, todas estas técnicas son de difícil aplicación en la práctica clínica habitual y se realizan en unos pocos centros especializados.<sup>3</sup>

Para niños mayores, que pueden brindar una colaboración mínima, los volúmenes pulmonares y los flujos espiratorios forzados pueden evaluarse mediante espirometría utilizando criterios específicos de aceptabilidad. Se puede realizar pletismografía, técnica de interruptor y técnica de oscilación forzada para medir la resistencia respiratoria y la reactancia. Las pautas internacionales publicadas y los valores de referencia ahora pueden facilitar el uso clínico de algunas de estas pruebas.<sup>4</sup> Se ha introducido la oscilometría de impulsos (IOS) como una técnica alternativa para evaluar la función pulmonar con una aplicación particular a los niños más pequeños.<sup>1</sup>

La IOS, una técnica no invasiva que se realiza utilizando fluctuaciones de presión durante la respiración, que está ganando cada vez más aceptación en la comunidad científica empleada como método alternativo para evaluar la función pulmonar en niños que no pueden para realizar correctamente la espirometría o como una herramienta adicional para medir diferentes aspectos de la fisiología pulmonar.<sup>5</sup> El IOS evalúa la resistencia de las vías respiratorias en base a la producción de oscilaciones de pequeñas presiones aplicadas en la boca y transmitidas a los pulmones permitiendo así medir la resistencia y reactancia del sistema respiratorio.<sup>6</sup>

Debido a que es un examen que se ejecuta rápidamente y tiene una buena reproducibilidad, IOS se puede aplicar a todos los grupos de edad. Sin embargo, existe un gran interés en la población pediátrica, ya que es un método no invasivo, que solo requiere la cooperación pasiva del paciente y no utiliza maniobras espiratorias forzadas.<sup>5</sup>

Los principios de 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. Esta técnica fue olvidada hasta mediados de la década de 1970 y fue re-estudiada en 1980, pero solo fue reconocida y aplicada en la práctica clínica en la década de 1990.<sup>3</sup> En los últimos 15 años ha habido un gran incremento en el número de estudios y publicaciones con IOS, debido al auge de la tecnología computacional que facilitó su aplicabilidad técnica e interpretación clínica.<sup>7</sup>

El equipo IOS consta de un neumotacógrafo que contiene una pieza adaptadora en forma de Y, una pieza de boquilla y un tubo de impedancia. El generador externo, compuesto por el altavoz, es responsable de generar el estímulo pulsátil a través del adaptador en Y. Se aplican ondas de presión que se propagan a través del movimiento de la columna de aire en las vías respiratorias de conducción, dando como resultado la respuesta que será registrada por los sensores.<sup>7</sup>

**Maniobra de oscilometría:**

Con el paciente sentado, 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. Las oscilaciones de presión se aplican a una frecuencia fija (onda cuadrada) de 5 Hz, de la cual se derivan todas las demás frecuencias de interés.<sup>8</sup>

Las señales de baja frecuencia (5 Hz) penetran hasta la periferia del pulmón, mientras que las señales de alta frecuencia (20 Hz) solo llegan a las vías respiratorias proximales.

Se realizan tres mediciones de 30 segundos cada una, las cuales deben tener los siguientes 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.

Las mediciones deben de contar con los siguientes 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.

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. El paciente permanece en reposo por 20 minutos y se repite el procedimiento.<sup>8</sup>

Las resistencias resultantes incluyen, resistencia total de la vía aérea y se calculan a 5Hz como resistencia total (R5) y a 20Hz como resistencia central (R20), la diferencia entre ambas resulta en la resistencia periférica (R5 - R20). La respuesta reactiva es obtenida de X5 y sus derivados como frecuencia de resonancia (Fres) y área de reactancia (AX) que evalúan la periferia pulmonar y pared del tórax.<sup>9</sup>

Las enfermedades obstructivas distales, como el asma y la bronquitis crónica, dan como resultado un aumento de la resistencia dependiente de la frecuencia (R5-R20 alto) porque la onda de señal de presión que se propaga hacia la periferia pulmonar (R5) encuentra mayor resistencia que la más proximal, impulso de alta frecuencia (R20). La obstrucción distal también da como resultado una disminución de la reactancia porque la señal que regresa de la periferia del pulmón al sensor también tiene que navegar por estas mismas vías respiratorias estrechas.<sup>5</sup>

Las enfermedades pulmonares restrictivas darán como resultado una disminución de la reactancia, porque disminuirá el retroceso elástico y, por lo tanto, la capacidad del parénquima pulmonar para reflejar la señal de regreso. Los procesos restrictivos no deberían afectar la resistencia porque el diámetro de las vías respiratorias no cambia.<sup>10</sup>

En comparación con la espirometría estándar en la población preescolar, el IOS, que solo requiere cooperación pasiva, ha sido validado por estándares publicados de desempeño, interpretación y valores de referencia, y por lo tanto es una excelente alternativa.<sup>11</sup>

La espirometría es la prueba más accesible y reproducible para evaluar la mecánica de la espiración. Mide la cantidad de aire que un sujeto es capaz de desplazar (inhalar o exhalar) de manera forzada en función del tiempo, lo que depende del calibre de los bronquios, de las propiedades elásticas del tórax y de los pulmones, así como de la integridad de los músculos respiratorios.<sup>12</sup> Las principales mediciones de la espirometría son la capacidad vital forzada (CVF), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) y el cociente VEF1/ CVF. La CVF es el mayor volumen de aire, medido en litros (L), que se puede exhalar por la boca con máximo esfuerzo después de una inspiración máxima. El VEF1 es el volumen de aire exhalado durante el primer segundo de la maniobra de CVF. El cociente VEF1/CVF es la proporción de la CVF exhalada en el primer segundo de la maniobra de CVF.<sup>9</sup> La espirometría es el estándar de oro para medir la obstrucción bronquial y, por lo tanto, es de utilidad en el diagnóstico y seguimiento de diversas enfermedades respiratorias, como el asma o la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), entre otras.<sup>13</sup>

Antes de interpretar la prueba hay que verificar que exista la información suficiente para evaluar la calidad de la misma. Esta información incluye: nombre del paciente, datos generales (edad, género, peso y estatura), origen de los valores de referencia, los valores (CVF, VEF1, VEF1/CVF) de tres maniobras aceptables y las tres gráficas de volumen-tiempo y flujo-volumen. Otros parámetros opcionales son la fecha de la última calibración, datos ambientales y algoritmo de interpretación.<sup>13</sup> Existen dos criterios básicos para analizar la calidad de una espirometría. Los criterios de aceptabilidad hacen referencia a que la maniobra tenga un inicio súbito, se inscriba el flujo-pico y exista un descenso gradual hasta la línea de base. La duración de la espiración forzada debe de ser al menos de 6 segundos, deberá alcanzar una meseta (variaciones de < 25 mL en el volumen espirado) al menos de un segundo y no debe de haber artefactos tales como esfuerzo variable, tos,



cierre glótico, entre otros. La aceptabilidad de la maniobra se documenta en la curva flujo-volumen (permite evaluar principalmente el inicio de la maniobra) y la curva volumen-tiempo (evalúa especialmente el final de la maniobra). Una vez obtenidos los tres esfuerzos aceptables (hasta un máximo de 15 esfuerzos), se procede a evaluar la repetibilidad. Mediante el análisis de la repetibilidad podemos saber qué tanto se parece un esfuerzo al otro.<sup>12</sup> Recordemos que cuando un fenómeno es consistente existe menos posibilidad de error. La repetibilidad (la diferencia entre los valores de las dos mayores CVF y entre los dos valores mayores de VEF1, aunque provengan de maniobras diferentes) no debe de ser en condiciones ideales, mayor a 150 mL o a 100 mL cuando la CVF sea menor de 1 L. Se acepta que la repetibilidad pueda ser hasta un máximo de 200 mL.<sup>9</sup> Posteriormente se realiza un test de broncodilatación, el medicamento recomendado es el salbutamol, se administra el medicamento y se esperan 20 minutos, Pasado ese tiempos se procederá a realizar nuevamente la espirometría cumpliendo los mismos criterios de aceptabilidad y repetibilidad.<sup>13</sup> Los tres patrones funcionales que pueden identificarse en una espirometría son normal, obstructivo y sugerente de restricción, con o sin respuesta al test de broncodilatación.<sup>9</sup>

Aunque son comparables en muchos aspectos, el IOS y la espirometría no son directamente intercambiables. Se percibe que el IOS genera mejores medidas de obstrucción de las vías respiratorias pequeñas mientras que la espirometría, que mide el flujo y el volumen, refleja más la función de las vías respiratorias en las vías respiratorias más grandes y la capacidad pulmonar general estimada por la capacidad vital forzada.<sup>14</sup> Se han demostrado diversos grados de correlación entre la función pulmonar medida por IOS y la espirometría en niños con asma <sup>15,16</sup>, en vía respiratorias pequeñas en bronquiectasias<sup>17</sup>, en niños con enfermedad de células falciformes<sup>18</sup>, fibrosis quística (FQ)<sup>19</sup>, así como en adultos con asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Además, los estudios longitudinales de niños con asma o sibilancias tempranas han demostrado que las medidas de IOS preescolares predicen los resultados espirométricos más tarde en la infancia y la adolescencia<sup>12</sup>

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las pruebas de función pulmonar han despertado interés en el neumólogo, para el diagnóstico y seguimiento de algunas patologías respiratoria. Existen una variedad de pruebas, sin embargo, la espirometría es la prueba de función pulmonar más utilizada, porque cuenta con protocolos bien establecidos para su ejecución e interpretación. Desafortunadamente, algunos grupos de pacientes, como los pacientes con retraso mental y los niños pequeños, no pueden realizar maniobras espiratorias forzadas. Durante la infancia, se pueden realizar otras pruebas de función pulmonar, pero la mayoría de ellas se limitan a los dos primeros años de vida y tienen algunos requisitos técnicos elevados y no contamos con equipos en nuestra institución para realizarlas.

Para los pacientes que no pueden realizar maniobras espiratorias forzadas, la IOS, realizada durante la respiración espontánea, puede ser una herramienta alternativa. Aunque son comparables en muchos aspectos, el IOS y la espirometría no son directamente intercambiables.

Se percibe que el IOS genera mejores medidas de obstrucción de las vías respiratorias pequeñas mientras que la espirometría, que mide el flujo y el volumen, refleja más la función de las vías respiratorias en las vías más grandes y la capacidad pulmonar general estimada por la capacidad vital forzada.

Existen varias publicaciones que han demostrado diversos grados de correlación entre la función pulmonar medida por IOS y la espirometría, de allí el interés de realizar este estudio y evaluar si estas dos pruebas de función respiratorias son comparables en patologías respiratorias en niños del instituto nacional de pediatría y observar la respuesta obtenida posteriormente al test de broncodilatación. Es importante establecer esta relación, para así reproducir estos resultados en patologías diferentes a las ya estudiadas en la literatura y dar seguimiento a los niños de nuestra institución con limitación para realizar maniobras forzadas.

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Son la oscilometría de impulso basal y la espirometría convencional, técnicas de estudios comparables, para evaluar patrones obstructivos y restrictivos, en pacientes pediátricos con enfermedades respiratorias del instituto Nacional de Pediatría, en el periodo comprendido entre enero de 2018 y abril de 2022?

### **4. JUSTIFICACION**

No se ha realizado en nuestra institución estudios que comparen estas dos pruebas de función pulmonar, por lo que se evaluará si existe esta asociación con IOS y espirometría en patologías respiratorias en pacientes del instituto nacional de pediatría.

Observar si hay concordancia al diagnosticar patrones obstructivos o restrictivos y la respuesta con el test de broncodilatación y en base a los hallazgos, realizar evaluación de la función pulmonar, diagnóstico, pronóstico y seguimiento con IOS en pacientes que tiene limitaciones al realizar maniobras forzadas.

El diagnóstico temprano y el control de estas enfermedades pulmonares representan un paso importante hacia la mejora de la calidad de vida de nuestros pacientes.

### **5. OBJETIVOS:**

#### **5.1. Objetivo General**

Establecer si la oscilometría de impulso basal y la espirometría convencional, son técnicas de estudios comparables, para evaluar patrones obstructivos y restrictivos, en pacientes pediátricos con enfermedades respiratorias del instituto Nacional de Pediatría, en el periodo comprendido entre enero de 2018 y abril de 2022.

#### **5.2. Objetivos Específicos**

- Concordancia diagnóstica entre oscilometría de impulso basal y espirometría para determinar patrones obstructivos o restrictivos.
- Observar si hay coherencia entre oscilometría de impulso basal y espirometría, en la respuesta al test de broncodilatación.
- Concordancia de espirometría y oscilometría en asma, fibrosis quística, enfermedades neuromusculares.

## **6. MATERIALES Y METODOS.**

### **6.1 Diseño de estudio:**

Se realizará un estudio OBSERVACIONAL, retrospectivo y analítico.

No se realiza muestreo en el presente estudio. Número de muestra a conveniencia.

### **6.2 Universo de estudio:**

Se incluirán pacientes con enfermedades respiratorias a quienes se les hayan realizado ambas pruebas de función respiratorias (espirometría y oscilometría), en el laboratorio de fisiología del Instituto Nacional de Pediatría en el periodo comprendido entre enero de 2018 y abril de 2022.

El marco de población serán las historias clínicas y archivo clínico de los pacientes, además de bases de datos institucionales. La unidad última corresponde entonces al expediente o historia clínica de las pacientes que cumplen con los criterios de selección.

### **6.3 Criterios de inclusión.**

- Pacientes con patologías respiratorias que se hallan realizado en el del Instituto Nacional de pediatría estudios de función respiratoria, desde enero 2018 hasta abril 2022 que incluyan: oscilometría de impulso basal y espirometría.
- Oscilometrías de impulso basal, que cumplan con criterios de aceptabilidad y repetibilidad.
- Espirometría con criterios de aceptabilidad calidad A

### **6.4 Criterios de exclusión.**

- Pacientes a quien no se le haya realizado test post-broncodilatador
- Estudios de función respiratorias realizados antes del 2018
- Paciente con neumonectomías o lobectomías

## 6.5 Variables

Las variables que se incluirán en el presente estudio se enumeran a continuación:

| Nombre de la Variable               | Definición Conceptual  | Tipo de Variable | Medición de la Variable   |
|-------------------------------------|--|------------------|---|
| <b>Diagnóstico</b>                  | Del griego <i>diag</i> que significa a través de, <i>gnosis</i> sinónimo de conocimiento y el sufijo <i>tico</i> que es relativo a.<br>Es el procedimiento por el cual se identifica una enfermedad, recabando datos clínicos, de imagen y laboratorio para interpretarlos y llegar a una conclusión | Nominal          | 1= Enfermedades sistémicas, con afección pulmonar<br>2=Enfermedades neurológicas, con afección pulmonar<br>3= asma<br>4=FQ<br>5. Patologías oncológicas<br>6= Otros |
| <b>Edad al momento del estudio</b>  | Es el tiempo de vida desde el nacimiento hasta la fecha actual.  | Ordinal          | Preescolares<br>Escolares<br>Adolescentes   |
| <b>Sexo</b>                         | Estará acorde a los genitales externos del paciente. Ésta variable es importante para determinar la frecuencia en el genero  | Nominal          | 1= Femenino<br>2= Masculino   |
| <b>Peso al momento del estudio</b>  | Unidad de medida de la masa de un cuerpo   | Continuas        | Kilogramos  |
| <b>Talla al momento del estudio</b> | Estatura o altura de las personas  | Continuas        | centímetros   |
| <b>PFR</b>                          | Son pruebas para evaluar la fisiología pulmonar, de utilidad en el diagnóstico de enfermedades respiratorias, permiten evaluar la respuesta a tratamientos, vigilar la progresión funcional y pronóstico.  | Nominal          | 1.- Oscilometría<br>2.-Espirometría   |

|                                |   |          |  |
|--------------------------------|---|----------|--|
| <b>Espirometría</b>            | Prueba de función respiratoria que evalúa las propiedades mecánicas del sistema respiratorio  | Nominal  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Patron Normal</li> <li>2. Patron Obstructivo</li> <li>3. Patron Sugerente de restricción</li> </ol>        |
| <b>VEF1</b>                    | Volumen espiratorio forzado en el primer segundo, medido por espirometría   | Continua | Litros y porcentaje  |
| <b>FVC</b>                     | Capacidad vital forzada, medida por espirometría  | Continua | Litros y porcentaje  |
| <b>Oscilometría</b>            | Prueba de función respiratoria que evalúa la impedancia, resistencias y la reactancia de las vías respiratorias.                                  | Nominal  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resistencias normales</li> <li>2. Sugerente de obstrucción</li> <li>3. Sugerente de restricción</li> </ol> |
| <b>R5</b>                      | Representa la resistencia total de las vías respiratorias distales, medida por oscilometría.  | Continua | Porcentaje   |
| <b>R20</b>                     | Representa la resistencia total de las vías respiratorias centrales, medida por oscilometría  | Continua | Porcentaje   |
| <b>Área de reactancia (AX)</b> | Representa la reactancia total, incluye el área total de la capacitancia y refleja las propiedades elásticas del pulmón, medido por oscilometría. | Continua | Porcentaje   |

|  |   |         |  |
|--|---|---------|--|
| <b>Resultado al test de broncodilatación</b> | Se refiere al efecto, consecuencia o conclusión de una acción, un proceso, un cálculo, cosa o manera en que termina algo. | Nominal | 1= Con respuesta al broncodilatador<br>2= Sin respuesta al broncodilatador |
|--|---|---------|--|

## 6.6 ANALISIS ESTADISTICO.

Se realizará un estudio observacional, retrospectivo y analítico usando una cohorte de pacientes pediátricos con patologías respiratorias, que cuenten con ambas pruebas de función respiratorias (espirometría y oscilometría). Se realizará un análisis descriptivo de las características generales de la población. Las variables categóricas se presentarán en números y porcentajes, mientras que las variables continuas serán expresadas a través de medias y medianas y desviaciones estándar. Las variables categóricas serán sometidas a un análisis estadístico mediante la prueba estadística Chi cuadrada, mientras que las variables continuas serán analizadas utilizando la prueba de T de Student ó Wilcoxon según corresponda. Se evaluará la concordancia diagnóstica entre ambas pruebas de función pulmonar (espirometría y oscilometría) utilizando la comparación de medias, coeficiente de correlación o modelo de regresión logística según corresponda.

## 7. RESULTADOS

| <b>Tabla 1: Características basales de los pacientes</b> | <b>N: 62</b>       |
|--|--------------------|
| <b>Edad</b>  |                    |
| Pre-escolares  | 0                  |
| Escolares  | 24 (38.7%)         |
| Adolescentes   | 38 (61.3%)         |
| <b>Sexo</b>  |                    |
| Femenino   | 41 (66.1%)         |
| Masculino  | 21 (33.9%)         |
| <b>Diagnóstico</b>                                       |                    |
| Enfermedades sistémicas con afección pulmonar            | 11 (17.7%)         |
| Enfermedades neurológicas con afección pulmonar          | 1 (1.6%)           |
| Asma   | 20 (32.3%)         |
| Fibrosis Quística  | 3 (4.8%)           |
| Cáncer   | 9 (14.5%)          |
| Otros  | 18 (29%)           |
| <b>Peso (kg)</b>   |                    |
| 5-10   | 0                  |
| 11-20  | 4 (6.5%)           |
| 21-30  | 14 (22.6%)         |
| 31-40  | 9 (14.5%)          |
| 41-50  | 17 (27.4%)         |
| >50kg  | 18 (29%)           |
| <b>Talla</b>   | 141.33 (1.10-1.82) |
| <b>Espirometría</b>                                      |                    |
| Patron Normal  |                    |
| Patron Obstrutivo  | 32 (52.5%)         |
| Patron Sugestivo Restrictivo                             | 19 (31.1%)         |
|  | 10 (16.4%)         |
| <b>Calidad de la espirometría</b>                        |                    |
| Calidad A  | 100%               |
| <b>Oscilometría de Impulso</b>                           |                    |
| Patron Normal (resistencias normales)                    | 26 (41.90%)        |
| Patrón sugerente de obstrucción                          | 12 (19.40%)        |
| Patrón sugerente de restricción                          | 24 (38.70%)        |
| <b>Respuesta al test de broncodilatación</b>             |                    |
| Con respuesta al broncodilatador                         |                    |
| Espirometria   | 19 (31%)           |
| Oscilometira   | 8 (12%)            |
| Sin respuesta al broncodilatador                         |                    |
| Espirometria   | 55 (88%)           |
| Oscilometria   | 44 (69%)           |

En la tabla 1 se muestran las características basales de los pacientes; se incluyó un total de 95 pacientes a los cuales se realizaron ambas pruebas de función respiratoria (oscilometría de impulso basal y espirometría) en el periodo determinado para el estudio,



de los cuáles se excluyeron 33: Por no contar con expediente completo (13), espirometrías con calidad B, C o D (8), pacientes con antecedentes de neumonectomía ó lobectomía (4), falta de test con broncodilatador (6), pacientes fallecidos sin poder acceder al expediente (2). Para el análisis estadístico definitivo se incluyó un total de 62 pacientes.

De los 62 pacientes, 41 correspondían al sexo femenino (66%) y el 61% correspondían a pacientes adolescentes (10 – 18 años); el diagnóstico más frecuente fue asma (32%), en segundo lugar los diagnósticos englobados en otros (29%) siendo las afecciones esqueléticas las de predominio en este grupo (escoliosis, pectum excavatum). La talla promedio fue de 1.41 metros y mayor número de pacientes tenían un peso mayor de 50kg (29%). El total de los pacientes (100%) tenían ambas pruebas de función respiratoria (espirometria y oscilometría), todas ellas realizadas con prueba de reto con broncodilatador y todas las espirometrías de calidad A. El patrón espirométrico más frecuentemente observado fue normal 52%, seguido de patrón obstructivo 31.10% y finalmente patrón sugerente de restricción 16%. En cambio, en la oscilometría el patrón más frecuentemente observado fue patrón normal (Resistencias de las vías aéreas normales) (41%) seguido de patrón sugerente de restricción 38% y finalmente patrón sugerente de obstrucción 19%.

**Tabla 2. Concordancia Espirometria - Oscilometria**

|              |                                 | Espirometría |           | Obstructivo | Sugerente de Restricción |       |
|--------------|---------------------------------|--------------|-----------|-------------|--------------------------|-------|
|              |                                 | Normal       |           |             |                          |       |
| Oscilometria | <b>Normal</b>                   | Número       | <b>21</b> | 3           | 1                        | 25    |
|              |                                 | %            | 33.9%     | 4.8%        | 1.6%                     | 40.3% |
|              | <b>Sugerente de Obstrucción</b> | Número       | 3         | <b>8</b>    | 1                        | 12    |
|              |                                 | %            | 4.8%      | 12.9%       | 1.6%                     | 19.4% |
|              | <b>Sugerente de Restricción</b> | Número       | 9         | 8           | <b>8</b>                 | 25    |
|              |                                 | %            | 14.5%     | 12.9%       | 12.9%                    | 40.3% |
| Total        | Número                          | 33           | 19        | 10          | 62                       |       |
|              | %                               | 53.2%        | 30.6%     | 16.1%       | 100.0%                   |       |

**Tabla 3. Concordancia Espirometria - Oscilometria**

|                                     |              | Valor       | Error Estándar | Aproximación<br>T <sup>b</sup> | Significancia<br>aproximada |
|-------------------------------------|--------------|-------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <b>Medición de<br/>Concordancia</b> | <b>Kappa</b> | <b>.401</b> | .085           | 4.698                          | <.001                       |
| Número de Casos Válidos             |              | 62          |                |                                |                             |

En la tabla 2 se muestra la concordancia entre los resultados encontrados en la espirometría convencional y la oscilometría de impulso. Se observó que existió concordancia entre espirometria y oscilometria de impulso en 21 pacientes que tuvieron patrón normal (33.9%), patrón obstructivo 8 (12.9%) y patrón sugerente de restricción 8 (12.9%). En la tabla 3 se realizó un análisis estadístico con índice de Kappa en donde se observó que la concordancia estadística entre la espirometria y oscilometria de impulso fue de 0.401 con un nivel de P estadísticamente significativo <0.01; lo anterior sugiere que existe asociación moderada entre los resultados de los patrones espirométricos obtenidos y de oscilometría de impulso.

**Tabla 4. Concordancia al test de broncodilatación**

|                                       |                          | Espirometria Post-Broncodilatador |               | Total  |
|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------|--------|
|                                       |                          | Sin respuesta                     | Con respuesta |        |
| Oscilometria post-<br>Broncodilatador | <b>Sin<br/>respuesta</b> | Número<br><b>41</b>               | 12            | 53     |
|                                       |                          | %<br>66.1%                        | 19.4%         | 85.5%  |
|                                       | <b>Con<br/>respuesta</b> | Número<br>2                       | <b>7</b>      | 9      |
|                                       |                          | %<br>3.2%                         | 11.3%         | 14.5%  |
| Total                                 |                          | Número<br>43                      | 19            | 62     |
|                                       |                          | %<br>69.4%                        | 30.6%         | 100.0% |

**Tabla 5 Índice de kappa en el test de broncodilatación**

|                                 | Valor        | Error Estándar | Aproximación<br>T <sup>b</sup> | Significancia<br>aproximada |       |
|---------------------------------|--------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|-------|
| <b>Medición de concordancia</b> | <b>Kappa</b> | <b>.377</b>    | .126                           | 3.317                       | <.001 |
| Número de casos válidos         |              | 62             |                                |                             |       |

En la tabla 4 se documentó la concordancia entre la respuesta al test de broncodilatación en la espirometría y oscilometría de impulso; se encontró que 41 pacientes no tuvieron respuesta al broncodilatador ni el espirometría y tampoco en la oscilometría, mientras que solamente 7 pacientes tuvieron respuesta al broncodilatador en ambos estudios; en la tabla 5 se muestra el índice de Kappa de 0.37 con un nivel de P estadísticamente significativo lo cual demostró que existe concordancia leve en la respuesta al broncodilatador entre ambos estudios.

**Tabla 6. Análisis Subgrupos Estudio - Espirometría**

|                               |  |        | Asma      | Patología<br>Sistémica | Enfermedad<br>NM | Total |
|-------------------------------|--|--------|-----------|------------------------|------------------|-------|
| <b>Resultado Espirometría</b> | <b>Patrón Normal</b>                   | Número | <b>26</b> | 0                      | 7                | 33    |
|                               |  | %      | 41.9%     | 0.0%                   | 11.3%            | 53.2% |
|                               | <b>Patrón Obstructivo</b>              | Número | 3         | <b>9</b>               | 7                | 19    |
|                               |  | %      | 4.8%      | 14.5%                  | 11.3%            | 30.6% |
|                               | <b>Patrón sugerente de Restricción</b> | Número | 1         | 1                      | <b>8</b>         | 10    |
|                               |  | %      | 1.6%      | 1.6%                   | 12.9%            | 16.1% |
| Total                         | Count                                  | 30     | 10        | 22                     | 62               |       |
|                               | %                                      | 48.4%  | 16.1%     | 35.5%                  | 100.0%           |       |

**Tabla 7. Análisis Subgrupos Estudio – Oscilometría de impulso basal**

| Resultado Oscilometria | Patron                          | Número | Diagnóstico |                     |               | Total |
|------------------------|---------------------------------|--------|-------------|---------------------|---------------|-------|
|                        |                                 |        | Asma        | Patología sistémica | Enfermedad NM |       |
|                        | Normal                          | Número | 21          | 1                   | 3             | 25    |
|                        |                                 | %      | 33.9%       | 1.6%                | 4.8%          | 40.3% |
|                        | Patrón obstructivo              | Número | 4           | 6                   | 2             | 12    |
|                        |                                 | %      | 6.5%        | 9.7%                | 3.2%          | 19.4% |
|                        | Patrón sugerente de restricción | Número | 5           | 3                   | 17            | 25    |
|                        |                                 | %      | 8.1%        | 4.8%                | 27.4%         | 40.3% |
| Total                  | Número                          | 30     | 10          | 22                  | 62            |       |
|                        | %                               | 48.4%  | 16.1%       | 35.5%               | 100.0%        |       |

En la tabla 6 se realizó un análisis de subgrupos clasificando los distintos patrones espirométricos en función de la patología de los pacientes estudiados; se documentó que la mayoría de los pacientes con asma tenían un patrón espirométrico normal 41,9%, mientras que los pacientes con patologías neuromusculares tenían una espirometría sugerente de restricción; en la tabla 7 se realizó un análisis de subgrupos clasificando los distintos patrones obtenidos en la oscilometría de impulso en función de la patología estudiada. Se encontró que el patrón sugerente de restricción era de predominio en pacientes con enfermedad neuromuscular (24.7%) y los pacientes con asma tenían espirometría normal.

## 8. DISCUSIÓN

La espirometría es una prueba de función pulmonar estandarizada y su fiabilidad ha sido probada. Si la reversibilidad y la obstrucción detectadas por espirometría, que generalmente se acepta como el método estándar de oro, también pueden ser detectadas por IOS, entonces parecería razonable utilizar IOS en la práctica clínica como un método alternativo a la espirometría.<sup>3</sup>

Existen muchos estudios que comparan IOS con espirometría. En el estudio de Vink et al., En 19 niños asmáticos, se investigó la correlación del FEV1 con los parámetros del IOS, y se informó una alta correlación, especialmente en las frecuencias bajas<sup>21</sup>. En el estudio de Nair et al., En asmáticos y sujetos sanos, se encontró que el parámetro IOS R5 estaba correlacionado con el FEV1<sup>20</sup>.

Estos estudios, por tanto, han podido demostrar que muchos parámetros de la espirometría y del IOS están correlacionados entre sí en el asma y otras enfermedades pulmonares obstructivas. En nuestro estudio se encontró concordancia entre espirometría y oscilometría de impulso en pacientes con ambos estudios normales 33.9%, pacientes con patrón obstructivo en un 12.9% y patrón sugerente de restricción 12.9%, con una asociación moderada, estadísticamente significativa  $p < 0.01$ .

Hay estudios que compararon los valores medios prebroncodilatadores y de reversibilidad de los parámetros del IOS en niños sanos y niños con enfermedad obstructiva de las vías respiratorias para evaluar si el IOS podría ser un método alternativo o complementario a la espirometría.<sup>8,16</sup> La evaluación del efecto de los broncodilatadores es especialmente importante para los niños en edad preescolar para determinar el fenotipo y la etiología de las sibilancias.

En algunos estudios que comparan los valores medios prebroncodilatadores de IOS y espirometría entre niños asmáticos y sanos, no se encontraron diferencias excepto para el parámetro R5 basal en el estudio de Song et al,<sup>15</sup> Mientras que después de la inhalación de salbutamol, las puntuaciones medias de reversibilidad de  $\Delta R5$ ,  $\Delta R20$ ,  $\Delta AX$  fueron diferentes entre los grupos, pero los valores de reversibilidad espirométrica no mostraron diferencias. Estos estudios concluyeron que el IOS era superior a la espirometría en la

detección de la respuesta a los agentes broncodilatadores y que el parámetro más confiable para detectarla respuesta broncodilatadora era R5.<sup>15</sup>

Hirsh D. Komarow et al,<sup>5</sup> comparó a niños de 4 años con antecedentes clínicos de asma con niños sin asma, el IOS detectó respuestas posbroncodilatadoras significativas en áreas de resistencia y casi significativas en reactancia dentro del grupo asmático. Esta distinción no se detectó mediante espirometría convencional.

En nuestro estudio se encontró una asociación débil, al comprar la respuesta broncodilatadora en espirometría y oscilometría, con un índice de Kappa de 0.37 con un nivel de P estadísticamente significativo. Este resultado puede ser explicado porque el universo de nuestro estudio incluía diversas enfermedades respiratorias sin obstrucción, como enfermedades sistémicas con afección pulmonar, enfermedades neuromusculares, pacientes oncológicos, enfermedades musculoesqueléticas que no presentan reversibilidad al broncodilatador.

A diferencia de lo documentado en la literatura, encontramos que la respuesta al broncodilatador fue mayor en la espirometría 31% vs 12% en oscilometría. Este hallazgo puede ser explicado al revisar el análisis de subgrupos, en donde la mayor parte de la muestra correspondió a pacientes con diagnóstico de asma que tenían espirometría y oscilometría normal y en quienes se espera respuesta a broncodilatador.

## 9. CONCLUSIONES

Los patrones espirométricos normales, obstructivos y sugerente de restricción mostraron concordancia moderada y estadísticamente significativa con los patrones obtenidos en la oscilometría de impulso en la población pediátrica. La mayoría de los pacientes con asma tuvieron patrón normal tanto en espirometría y oscilometría.

La oscilometría documentó de forma significativa patrones restrictivos en los pacientes con enfermedad neuromuscular; existe concordancia leve entre la respuesta al broncodilatador entre espirometría y oscilometría.

En resumen, mostramos que los resultados encontrados en espirometría se correlacionaron significativamente con los resultados de IOS, con una mayor asociación en pacientes que sus resultados fueron patrones normales. El IOS podría usarse como una medida adecuada de la función pulmonar cuando no se puede realizar la espirometría en pacientes pediátricos con enfermedades respiratorias.

## 10. BIBLIOGRAFIA.

1. Sardon Prado O, Fidalgo Marron L, Gonzalez Perez-Yarza E. Evaluación básica de la función pulmonar en el niño colaborador. *Protoc diagn ter pediatr*. 2017; 1:31-47
2. PP de Oliveira Jorge , JHP de Lima . Oscilometría de impulsos en la evaluación de la función pulmonar de los niños. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2019;47(3):295-302
3. Batmaz SB, Kuyucu S, Arikoglu T, Tezol O, Aydogdu A. Oscilometría de impulsos en niños asmáticos agudos y estables: una comparación con la espirometría. *Journal of Asthma*. 2016;53(2):179-86. doi: 10.3109/02770903.2015.1081699. Epub 2015 Sep 14. PMID: 26367097.
4. Fainardi V, Lombardi E. Lung function tests to monitor respiratory disease in preschool children. *Acta Biomed*. 2018 Jun 14;89(2):148-156. doi: 0.23750/abm.v89i2.7155. PMID: 29957746; PMCID: PMC6179029.
5. Hirsh D, Komarow, Ian A. Myles, Ashraf Uzzaman, Dean D. Metcalfe. Oscilometría de impulsos en la evaluación de enfermedades de las vías respiratorias en niños. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2011 Mar; 106 (3): 191-199. Publicado en línea el 6 de enero de 2011 doi: 10.1016 / j.anai.2010.11.011.
6. Pedro Castro Ana Caroline Dela Bianca, Emanuel Sarinho, Jaqueline Figueirôa Araújo. Oscilometría de impulsos: evaluación de la función pulmonar en niños en edad preescolar. *Expert Review of Respiratory Medicine*. Volumen 14, 2020 - Número 12
7. Klgo. Mg. Rodolfo F Meyer P. Espirometría forzada versus oscilometría de impulso. *Neumol Pediatr* 2017; 12 (4): 187 – 193.
8. Laura Gochicoa-Rangel, Gabriela Cantú-González, José Luis Miguel-Reyes, Oscilometría de impulso. Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Torax*. 2019; 78 (Supl 2): S124-S134
9. Claudia Vargas-Domínguez, Laura Gochicoa-Range. Pruebas de función respiratoria, ¿cuál y a quién? *Neumol Cir Torax*, Vol. 70, No. 2, Abril-junio 2011
10. R. Pellegrino, G. Viegi, V. Brusasco. Estrategias de interpretación de las pruebas de función pulmonar. *Arch Prev Riesgos Labor* 2007; 10 (4): 196-218
11. Shin YH, Jang SJ, Yoon JW, Jee HM, Choi SH, Yum HY, Han MY. Respuesta broncodilatadora oscilométrica y espirométrica en preescolares con y sin asma. *Can Respir J*. 2012 Jul-Aug;19(4):273-7. doi: 10.1155/2012/560323. PMID: 22891189; PMCID: PMC3411394
12. Sheen YH, Jee HM, Ha EK, Jang HM, Lee SJ, Lee S, Lee KS, Jung YH, Choi SH, Sohn MH, Han MY. La oscilometría de impulso y la espirometría exhiben diferentes características de la función pulmonar en la broncodilatación. *Journal of Asthma*. 2018 Dec;55(12):1343-1351. doi: 10.1080/02770903.2017.1418884. Epub 2018 Jan 4. PMID: 29300537



13. Rosaura Esperanza Benítez-Pérez, Luis Torre-Bouscoulet, Nelson Villca-Alá, Rodrigo Francisco Del-Río-Hidalgo. Espirometría: recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Torax*, Vol. 75, No. 2, Abril-junio 2016
14. Jörn L, Erik M, Per T, Mikael N, Jenny H. Concordancia entre la espirometría y la oscilometría de impulso para la evaluación de la función pulmonar en niños de 6 años nacidos extremadamente prematuros y a término. *Pediatr Pulmonol*. 2020 Oct;55(10):2745-2753. doi: 10.1002/ppul.24976. Epub 2020 Aug 4. PMID: 32755073; PMCID: PMC7539975..
15. Song TW, Kim KW, Kim ES, Kim KE, Sohn MH. Correlación entre espirometría y oscilometría de impulso en niños con asma. *Acta Paediatrica*. 2008 Jan;97(1):51-4. doi: 10.1111/j.1651-2227.2007.00526.x. Epub 2007 Dec 10. Erratum in: *Acta Paediatr*. 2008 Apr;97(4):520. PMID: 18076725.
16. Hirsh D, Komarow, MD, Jeff Skinner, MS, Michael Young, RN, Donna Gaskins. Un estudio del uso de la oscilometría de impulsos en la evaluación de niños con asma: análisis de los parámetros pulmonares, el efecto del orden y la utilidad en comparación con la espirometría. *Pediatric Pulmonology* 47:18–26 (2012). doi: 10.1002 / ppul.21507. PMID: 22170806
17. Guan WJ, Yuan JJ, Gao YH, Li HM, Zheng JP, Chen RC, Zhong NS. Oscilometría de impulso y espirometría Parámetros de vías respiratorias pequeñas en bronquiectasias leves a moderadas. *Respir Care*. 2016 Nov;61(11):1513-1522. doi: 10.4187/respcare.04710. Epub 2016 Aug 2. PMID: 27484107.
18. Mondal P, Yirinec A, Midya V, Sankoorikal BJ, Smink G, Khokhar A, Abu-Hasan M, Bascom R. Valor diagnóstico de la espirometría vs oscilometría de impulso: un estudio comparativo en niños con enfermedad de células falciformes. *Pediatr Pulmonol*. 2019 Sep;54(9):1422-1430. doi: 10.1002/ppul.24382. Epub 2019 Jun 18. PMID: 31211524.
19. Kartal Öztürk G, Eşki A, Gülen F, Demir E. Is Impulse Oscillometry System a Useful Method for the Evaluation and Follow-Up of Patients with Cystic Fibrosis? *Pediatr Allergy Immunol Pulmonol*. 2021 Mar;34(1):15-22. doi: 10.1089/ped.2020.1317. PMID: 33734877; PMCID: PMC8082034
20. Nair A, Ward J, Lipworth BJ. Comparación de la respuesta broncodilatadora en pacientes con asma y sujetos sanos mediante espirometría y oscilometría 2011;107:317–322
21. Vink GR, Arets HG, van der Laag J, van der Ent CK. Oscilometría de impulso: una medida para la obstrucción de las vías respiratorias. *Pediatr Pulmonol* 2003;35:214–219

## 11. ANEXOS

### HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

|  |
|--|
| <b>SEXO:</b>   |
| Masc:  |
| Fem:   |
| <b>EDAD:</b>   |
| <b>DIAGNÓSTICO</b>   |
| Enfermedades sistémicas con afección pulmonar<br>Enfermedades neurológicas con afección pulmonar<br>Asma<br>Fibrosis Quística<br>Cáncer<br>Otros |
| <b>PESO</b>  |
| 5 a 10 kg<br>11 a 20 kg<br>21 a 30 kg<br>31 a 40 kg<br>41 a 50kg<br>>50 kg   |
| <b>TALLA</b>   |
| <b>ESPIROMETRÍA</b>  |
| Patron Normal<br>Patron Obstructivo<br>Patron Sugestivo Restrictivo  |
| <b>CALIDAD DE LA ESPIROMETRÍA</b>  |
| Calidad A<br>Calidad B<br>Calidad C<br>Calidad F   |
| <b>OSCILOMETRÍA DE IMPULSO BASAL</b>   |
| Patron Normal<br>Patron obstructivo<br>Patron Restrictivo  |
| <b>TEST DE BRONCODILATACIÓN</b>  |
| Con respuesta al broncodilatador<br>Sin respuesta al broncodilatador   |

