

**CORRELACIÓN ENTRE INDICES DE ESPIROMETRÍA Y
OSCILOMETRÍA DE IMPULSO EN NIÑOS DE 5 A 16 AÑOS DE
EDAD CON DIAGNÓSTICO DE ASMA, ATENDIDOS EN EL
HOSPITAL SANTA CLARA E.S.E, EN EL AÑO 2015**

**IVÁN FRANCISCO ÁLVAREZ
RESIDENTE DE SEGUNDO AÑO DE NEUMOLOGIA PEDIATRICA
UNIVERSIDAD EL BOSQUE**

**OSCAR JAVIER RAMÍREZ C
RESIDENTE DE SEGUNDO AÑO DE NEUMOLOGIA PEDIATRICA
UNIVERSIDAD EL BOSQUE**

**RICARDO ARISTIZABAL
NEUMOLOGO PEDIATRA HOSPITAL SANTA CLARA
DIRECTOR DEL PROGRAMA DE NEUMOLOGIA PEDIATRICA
UNIVERSIDAD EL BOSQUE**

**CARLOS RODRÍGUEZ
NEUMÓLOGO PEDIATRA Y EPIDEMIÓLOGO HOSPITAL SANTA CLARA**

**LINA AGUDELO
FISIOTERAPEUTA
HOSPITAL SANTA CLARA**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
BOGOTÁ
2016**

TABLA DE CONTENIDO

1. TÍTULO
2. RESUMEN
3. PROBLEMA DE ESTUDIO
4. JUSTIFICACIÓN
5. REVISIÓN DE LA LITERATURA
6. OBJETIVOS
 - 6.1 Objetivo general
 - 6.2 Objetivos específicos
7. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS
8. METODOLOGÍA
 - 8.1 Tipo y diseño general del estudio
 - 8.2 Definiciones operacionales
 - 8.3 Universo
 - 8.4 Sujetos de estudio
 - 8.5 Selección y tamaño de la muestra
 - 8.6 Unidad de análisis y observación
 - 8.7 Criterios de inclusión y exclusión
 - 8.8 Planes de reclutamiento
 - 8.9 Procedimiento para la recolección de información
 - 8.10 Instrumentos a utilizar
 - 8.11 Métodos para el control de la calidad de los datos
 - 8.12 Métodos y asignación de los grupos de estudio
 - 8.13 Procedimiento para garantizar aspectos éticos en las investigación
9. Plan de análisis de los resultados
 - 9.1 Métodos y modelos de análisis de los datos según el tipo de variables
 - 9.2 Programas a utilizar para análisis de los datos
10. Organigrama
11. Cronograma
12. Presupuesto
13. Resultados
14. Discusión
15. Referencias bibliográficas
16. Anexos

**TITULO: CORRELACIÓN ENTRE INDICES DE ESPIROMETRÍA Y
OSCILOMETRÍA DE IMPULSO EN NIÑOS DE 5 A 16 AÑOS DE EDAD CON
DIAGNÓSTICO DE ASMA ATENDIDOS EN EL HOSPITAL SANTA CLARA
E.S.E, EN EL AÑO 2015**

2. RESUMEN

TITULO: Correlación entre índices de espirometría y oscilometría de impulso en un grupo de niños de 5 a 16 años de edad con diagnóstico de asma atendidos en el Hospital Santa Clara E.S.E de Bogotá, en el año 2015

AUTORES: Ricardo Aristizábal, Óscar Ramírez, Iván Francisco Álvarez, Carlos Rodríguez, Fisioterapeuta

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: no hay estudios en Colombia que correlacionen los índices de espirometría y de oscilometría de impulso pre y post broncodilatador en niños de 5 a 16 años con asma. Además, se requieren estudios que validen los resultados encontrados sobre correlación de estos índices en otras poblaciones.

JUSTIFICACIÓN: El asma es una enfermedad de alta prevalencia en Colombia y a nivel mundial. Considerando la disponibilidad de las dos pruebas en nuestro medio, aunque no en todos los centros, es posible realizar una mejor caracterización funcional de los pacientes pediátricos con asma y determinar si los índices que miden cada una de las pruebas se correlacionan, o se complementan, en especial en los niños de 5 a 16 años con esta patología.

OBJETIVO GENERAL: Correlacionar los índices de espirometría pre y post broncodilatador y de oscilometría de impulso, en niños de 5 a 16 años con asma.

METODOLOGÍA: Estudio analítico de corte transversal en el que los niños con diagnóstico de asma por especialista serán sometidos a evaluación funcional mediante espirometría y oscilometría de impulso pre y post broncodilatador. Los resultados de las dos pruebas (Resistencia y Reactancia a 5Hz, Diferencia de R5-R20, área de reactancia a 5 Hz y frecuencia de resonancia, respuesta a BD en R5 medidos por IOS; y VEF1, relación VEF/CVF, respuesta a BD en VEF1 medidos por espirometría) serán comparados entre sí para determinar su correlación en detectar obstrucción periférica y si los índices de una u otra prueba son superiores o complementarios para detectar obstrucción periférica.

3. PROBLEMA DE ESTUDIO

Se ha intentado establecer una correlación entre las mediciones de la IOS y la espirometría; sin embargo su pertinencia ha sido cuestionada ya que cada una de las pruebas utiliza maniobras específicas y estudia la mecánica respiratoria de manera diferente, favoreciendo la heterogeneidad en los resultados (3,5,22, 23,18). En este aspecto, se necesitan estudios adicionales y en nuestro medio para validar la correlación encontrada en estudios previos.

A pesar de la disponibilidad de las pruebas de función pulmonar en algunos centros, no hay estudios en Colombia que correlacionen los índices de espirometría y de oscilometría de impulso (IOS) pre y post broncodilatador en niños de 5 a 16 años con asma; aún cuando ésta es la enfermedad respiratoria más prevalente en la población infantil.

La espirometría ha sido útil en la valoración del niño con asma, sin embargo algunos pacientes escolares tienen dificultad para realizarla, y en muchos pacientes, a pesar de la gravedad y la falta de control de la enfermedad, los resultados son normales. La IOS es un método sencillo, que no requiere maniobras de espiración forzada y por tanto no está condicionada a una mayor cooperación del niño; lo que podría apoyar su uso de manera regular en la evaluación y acompañamiento funcional del niño con asma; no obstante, no está disponible en varios centros.

Cada prueba tiene ventajas y desventajas que generan la necesidad de establecer su correlación o complementariedad, buscando comprender su aplicabilidad en los pacientes pediátricos con asma.

4. JUSTIFICACIÓN

El asma es una enfermedad de alta prevalencia en Colombia y a nivel mundial (1). La comunidad científica ha mostrado un interés permanente por realizar mediciones objetivas de la función pulmonar que sustenten el diagnóstico, el tratamiento y el control de los niños con asma, de manera que hoy en día utilizar pruebas como la espirometría y la IOS con una interpretación estandarizada y teniendo en cuenta las particularidades de cada población, es fundamental para facilitar el estudio y seguimiento de los pacientes asmáticos de cualquier edad.

Considerando la disponibilidad de las dos pruebas en nuestro medio, aunque no en todos los centros, es posible realizar una mejor caracterización funcional de los pacientes pediátricos y determinar si los índices que miden cada una de las pruebas se correlacionan, o se complementan, en especial en los niños con asma de 5 a 16 años. Una posible correlación entre las pruebas podría apoyar la utilización de la IOS en niños escolares con asma en quienes no sea posible la realización de la espirometría como estudio de la evaluación de la función pulmonar, con la ventaja de no requerir con la IOS maniobras de espiración forzada y una mayor cooperación del paciente .

5. REVISIÓN DE LA LITERATURA

El asma es una enfermedad heterogénea usualmente caracterizada por la inflamación crónica de la vía aérea, cuyos síntomas varían con el tiempo y en intensidad, con limitación variable al flujo aéreo. A nivel mundial se calcula que afecta cerca de 300 millones de personas con una prevalencia que varía entre 2 y 20% y su mortalidad se estima en 250.000 muertes por año, siendo una de las enfermedades crónicas más frecuentes de la infancia (1). Particularmente en Colombia, el estudio más reciente sobre prevalencia, realizado en seis ciudades, muestra una prevalencia de síntomas de asma en niños de 5 a 17 años de 16% y con diagnóstico médico de 8.5%, con una alta carga de la enfermedad reflejada en un mayor número de consultas médicas, días de ausentismo laboral y escolar y costos de atención en los últimos 6 meses (2).

A pesar de que el diagnóstico de asma es fundamentalmente clínico, las pruebas de función pulmonar pueden ayudar a confirmar el diagnóstico, determinar la severidad, realizar un seguimiento de la enfermedad y/o establecer la respuesta al tratamiento. Las pruebas de mayor utilidad en el niño asmático son la curva de flujo volumen con respuesta al broncodilatador y las pruebas de provocación bronquial con ejercicio y/o metacolina, exámenes estandarizados para ser efectuados en niños mayores de 5 a 6 años (1). Otra prueba como la IOS puede tener un papel importante en la evaluación funcional no solo de pacientes escolares sino también en aquellos en edad preescolar ya que no requiere mayor colaboración para su realización (10) y se encuentra disponible en nuestro medio.

Historia de la IOS. Inicialmente en 1956, Dubois y colaboradores describieron la técnica de oscilación forzada (TOF) para medir las propiedades mecánicas del tórax y

los pulmones, aplicando la teoría de las ondas. La TOF consiste en la utilización de un generador sonoro externo que produce ondas de presión y flujo que se superponen a las ondas de presión y flujo de la respiración normal, y se registra la razón característica entre esas ondas de presión y flujo, para cada propiedad del sistema respiratorio a ser evaluada (específicamente el cálculo de la impedancia); con este método no se usan los músculos respiratorios como fuente de fuerza. En 1961, Mead describió un modelo de evaluación de la mecánica pulmonar centrado en los componentes de la impedancia: resistencia de la vía aérea y la distensibilidad respiratoria. Cogswell y colaboradores, en 1973, aplicaron por primera vez la TOF en niños entre 3 y 12 años de edad, sanos, asmáticos y con fibrosis quística, sugiriendo su utilidad en pediatría. En las décadas ochenta y noventa se retoma la medición de la resistencia pulmonar mediante la TOF, reconociéndose en los años noventa su papel promisorio en la práctica médica. En especial, se introduce la oscilometría de impulso (IOS), un tipo de TOF, como una técnica alternativa o complementaria a las pruebas de función pulmonar habituales, con la ventaja de su aplicabilidad en niños preescolares. En 2007, las guías ATS (American Thoracic Society) y ERS (European Respiratory Society) la incluyen como un método estandarizado de apoyo para la evaluación de la función pulmonar en el niño preescolar, sin limitar su uso a este grupo de edad. Actualmente la IOS se utiliza en diversas partes del mundo e inclusive ya se ha evaluado la correlación de sus mediciones con los índices espirométricos (3).

Definición y aspectos fundamentales de la IOS. La IOS es un método no invasivo, de rápida realización que evalúa las propiedades mecánicas del sistema respiratorio, detecta obstrucción de la vía aérea y mide la respuesta broncomotora a estímulos. En niños las mediciones más utilizadas son resistencia (a 5 y 20 Hz) y su cambio con el

uso del broncodilatador, reactancia (a 5 HZ), frecuencia de resonancia y área de reactancia.

Fisiología del sistema respiratorio. Teniendo en cuenta que en esta prueba se mide la impedancia respiratoria, es importante destacar algunos **conceptos de fisiología pulmonar** para mejorar su entendimiento.

1) La ventilación pulmonar es el proceso por el cual se movilizan los gases desde el medio ambiente hacia el pulmón y viceversa. Para que el sistema respiratorio (pared torácica, vía aérea y pulmones) realice este trabajo de movilización es necesario el funcionamiento adecuado de los músculos y la caja torácica, de las propiedades mecánicas de la vía aérea y de las unidades de intercambio gaseoso (4). Así mismo, movilizar el sistema respiratorio durante una respiración normal implica la aplicación de una fuerza (presión) que sea suficiente para superar los componentes elásticos,friccionales (resistivos) e inerciales de las diferentes partes de este sistema.

2) La impedancia, una de las propiedades del sistema respiratorio, es la fuerza neta necesaria para mover el gas dentro y fuera del sistema (5). Depende de la resistencia al flujo de aire a través de la vía aérea y de la reactancia respiratoria o distensibilidad, entendida como la capacidad del pulmón y la caja torácica para deformarse o cambiar de volumen al aplicar una determinada presión (4,5). Los valores de resistencia y reactancia reflejan la impedancia respiratoria. Estos valores cambian con la frecuencia de movimiento del gas; en los niños pequeños a bajas frecuencias la resistencia es mayor y la reactancia es menor (más negativa), y a altas frecuencias esta relación es inversa.

3) En relación con las propiedades mecánicas mencionadas, los niños muestran algunas particularidades con respecto a los adultos:

- El tórax, mientras menos edad tenga el niño, es más distensible (muy deformable), dada la inmadurez ósea, facilitando el colapso de las vías aéreas periféricas.
- Las resistencias de la vía aérea son proporcionalmente mayores, teniendo en cuenta el diámetro pequeño de ésta, de manera que cualquier condición que conlleva estrechez de la vía aérea produce un aumento significativo en la resistencia al paso del aire.
- En el lactante, las vías aéreas periféricas pueden contribuir hasta el 50% de la resistencia total de la vía aérea, y esta proporción no disminuye hasta cerca de los cinco años de edad, de ahí la afectación severa por enfermedades relacionadas con las vías aéreas pequeñas.
- El promedio de resistencia que ofrece la vía aérea superior equivale casi a la mitad de la resistencia respiratoria total, de modo que cualquier edema en la tráquea o la laringe puede representar un aumento muy importante en la resistencia, especialmente en un niño. (4).

En general, la oscilometría de impulso (IOS) consiste en la evaluación de la impedancia respiratoria que comprende resistencia de la vía aérea (R) y reactancia respiratoria (X), a través de la interpretación de impulsos oscilatorios sobrepuestos a la ventilación corriente, durante la aplicación de varias frecuencias simultáneas (de 5 a 35 Hz). (3,6)

La IOS utiliza la deflación de la membrana de un parlante, estimulada eléctricamente, para generar pulsos de presión, que se sobreponen a la ventilación espontánea del paciente. Dependiendo de las condiciones del pulmón, y por lo tanto de la respuesta de flujos generada por el mismo, se obtienen distintas relaciones de presión de impulso y flujo, para el cálculo de la impedancia. (6,7)

La resistencia de la vía aérea (energía requerida para propagar la onda de presión a través de la vía aérea, pasando a través de los bronquios y bronquiolos, para distender el parénquima pulmonar) es una medida del calibre de la vía aérea central y periférica que se describe como la diferencia de presión entre los alvéolos y la boca dividida por la velocidad del flujo; se calcula cuando la onda de presión entra a los pulmones sin la oposición de cualquier fuerza de retroceso. Su medición a una frecuencia de 5 Hz (R5) representa la resistencia total de la vía aérea y a 20 Hz (R20) indica la resistencia central de la vía aérea.

La reactancia (energía generada por el retroceso pulmonar, luego de su distensión por la onda de presión) es la medida resultante del movimiento del aire en las vías aéreas de conducción y las propiedades de retroceso elástico del tejido pulmonar. Representa la distensibilidad, es decir, la facilidad con que el pulmón y la caja torácica pueden cambiar de volumen al aplicar una presión dada. A bajas frecuencias el pulmón se distiende pasivamente, hay alta distensibilidad, un retroceso elástico pequeño, y baja reactancia. Cuando la frecuencia aumenta, la cantidad de energía impartida dentro del sistema pulmonar se incrementa, y los pulmones pasan de una distensión pasiva a un estiramiento activo. La frecuencia en la cual ocurre esta transición, es decir la frecuencia con la que el pulmón cambia de una distensión pasiva a un estiramiento activo en respuesta a la fuerza de la señal de la onda de presión es la frecuencia de resonancia (el punto en el cual la presión de inflación y el retroceso elástico se anulan); gráficamente corresponde a una reactancia igual a cero (3,6,8). En los niños ésta se registra a frecuencias más altas y se aumenta en trastornos de obstrucción de la vía aérea. El área de reactancia (AX) es el área bajo la curva de reactancia entre 5 Hz y la frecuencia de resonancia que refleja un índice compuesto para la reactancia. Esta área

representa los cambios de obstrucción de la vía aérea periférica y que permite evaluar de forma más sensible la respuesta broncodilatadora (9).

A continuación se presentan las figuras que ilustran el mecanismo de la IOS.

Figura 1 y 2 muestran la fisiología del IOs

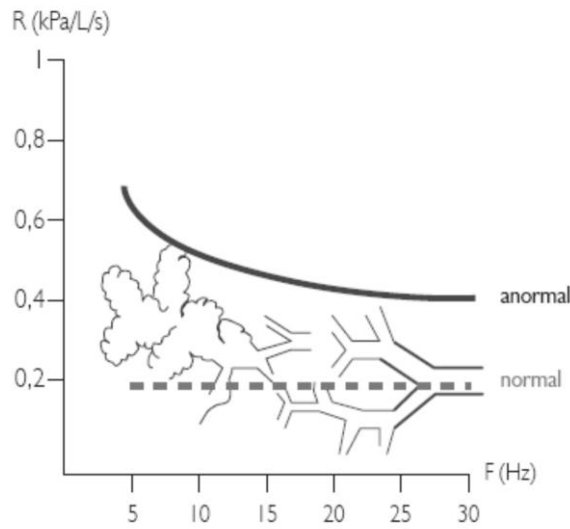


Figura1. Grafica que muestra la representación grafica de las Resistencia de la IOs, en el eje vertical se evidencia la resistencia, y en el eje horizontal las frecuencias, la imágenes de la vía aérea muestra que entre menor sea la frecuencia, mas periférica es la vía aérea, la línea continua muestra una anomalía en la representación y la línea punteada es la representación Normal.

Tomado y modificado de Klgo Meyer (5).

Figura 4 (5)

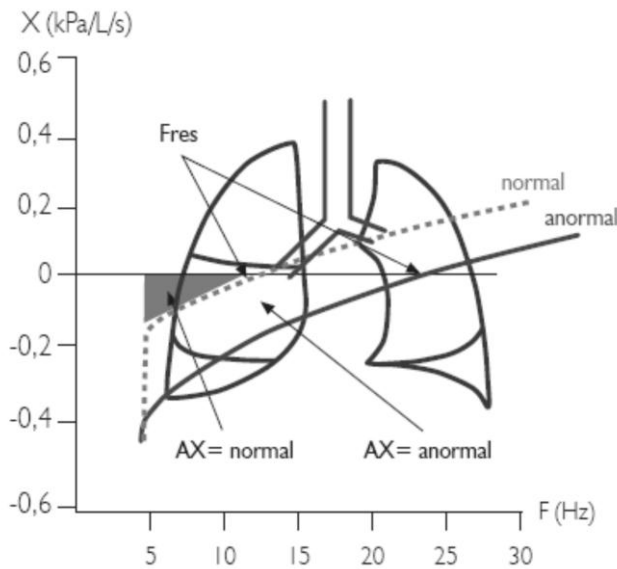


Figura2. Grafica que muestra la representación grafica de la Reactancia de la IOs, en el eje vertical se evidencia la reactancia y en el eje horizontal las frecuencias, la imágenes del pulmón muestra que entre mas negativa sea a reactancia menos capacidad de almacenar energía del pulmón. la línea continua muestra una anomalía en la representación y la línea punteada es la representación Normal.

Tomado y modificado de Klgo Meyer (5).

Proceso técnico IOS. La IOS es una versión comercial disponible de la técnica de oscilación forzada. La técnica IOS sigue los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad definidos internacionalmente a partir de algunos estudios sobre oscilación forzada, reconocidos por la ATS y la ERS (10). A continuación, en la Tabla 1, se describen los pasos para su realización.

Tabla 1 Pasos para la realización de la IOS

1. Verificación de calibración del equipo.
2. Preparación del paciente (sin uso de broncodilatador en las últimas 8 horas)
3. Explicación de las maniobras.
4. Niño en posición sentado, con el cuello en leve extensión, con nariz ocluída, respirando aire ambiente.
5. Colocación de la boquilla que está conectada al neumotacógrafo, entre los labios del paciente, evitándose el escape de aire por los lados de la boca.
6. Niño realiza el examen sosteniendo firmemente sus mejillas con ambas manos, para evitar el escape de los impulsos hacia las paredes de la boca.
7. Niño respira normalmente (volumen corriente) durante 30 segundos. Cada medición se realiza durante un período mínimo de 30 segundos sin interrupciones (apnea, deglución) y libre de artefactos (vocalización, tos), observada en tiempo real en la curva de flujo y presión en función del tiempo. Durante este periodo un generador sonoro emite sonidos en una frecuencia que varía entre 5 y 35 Hz, los cuales se superponen a los sonidos de la respiración normal.
8. Aceptación de curvas con una coherencia mayor de 90% sobre los 10 Hz.
9. Repetición del examen hasta obtención de tres mediciones aceptables.
10. Aplicación de broncodilatador inhalador dosis medida con espaciador (dosis de salbutamol 400 mcg).
11. Repetición del examen 20 minutos después de la aplicación del broncodilatador hasta obtención de tres mediciones aceptables.
12. Estímulo continuo al paciente durante las maniobras.
13. Registro de los resultados sobre la forma de un espectro de impedancia (resistencia respiratoria compleja sobre una escala de frecuencias).
14. Interpretación de resultados pre y post-broncodilatador.

Interpretación de la IOS y aplicaciones en asma. La IOS ha tenido como principal aplicación en niños, la evaluación funcional del paciente asmático, especialmente con la medición de la resistencia a 5 Hz, la medición de la respuesta al broncodilatador, la diferencia de R5-R20 y el área de reactancia a 5 Hz (AX).

En términos generales, las oscilaciones a baja frecuencia (5Hz) muestran índices de la integridad del sistema pulmonar periférico y central, y frecuencias superiores (20Hz) dan información sobre la vía aérea proximal. La resistencia a 5Hz (R5) se considera normal cuando la desviación estándar (DS) es $\pm 1,64$ del valor predicho, hay obstrucción leve si el valor está entre 1,64 y 2DS, moderada si es mayor a 2 DS y severa si es superior a 4DS (11). También se interpreta dentro de la normalidad un valor de resistencia que no sea mayor al 150% del valor predicho (Duiverman et al (1986), Van Noord et al (1989) y Bouaziz et al (1996) describen como valores normales de resistencia medida a 5 Hz (o resistencia total de la vía aérea) y resistencia a 20 Hz (o resistencia central de la vía aérea), aquellos que no exceden el 150% del valor predicho (12, 13, 14).

La obstrucción de la vía aérea se refleja en el incremento de R5 y el lugar de la obstrucción se determina teniendo en cuenta la frecuencia de oscilación. Si la obstrucción es de la vía aérea central únicamente, el aumento de la resistencia es independiente de la frecuencia de oscilación, y si es en la vía aérea periférica, la resistencia aumenta a baja frecuencia (R5) de oscilación y disminuye a altas frecuencias de oscilación. Otro índice útil para la evaluación de vía aérea periférica es la diferencia R5-R20 (11).

Es de señalar que los valores normales de R5 y R20 encontrados en varios pacientes no modifican o excluyen el diagnóstico de asma y se explican fisiológicamente por la disminución gradual de la resistencia de la vía aérea en los niños, en la medida que ellos van creciendo.

Concomitante a la evaluación de la resistencia de la vía aérea, la IOS mide la reactividad bronquial sin modificar el tono broncomotor ya que no se utilizan maniobras de expiración forzada (6,15). Permite la detección de obstrucción de la vía aérea con alta sensibilidad y especificidad, en los niños, a partir de la edad preescolar (3 a 5 años), teniendo en cuenta la respuesta al broncodilatador.

En relación al porcentaje de disminución de la resistencia de la vía aérea que indica una respuesta broncodilatadora significativa, existe diferencia de opinión entre los autores. Larsen et al (2009), Nielsen et al (2001) y Hellinckx et al (1998) citan una reducción en el rango de 20-25% de la resistencia de la vía aérea a 5 y/o 20 Hz como una respuesta broncodilatadora significativa (16,17,18). Beydon et al (2007) y Marotta et al (2003) reportan una respuesta broncodilatadora de 20 a 40% en R5 y de 15 a 30% en R10 como sugestiva de una obstrucción reversible en niños (10,19). Con la evidencia actual disponible acerca de función pulmonar en niños preescolares, se acepta una disminución post broncodilatador de 20% en la resistencia de la vía aérea a 5 Hz, medida por IOS, como diagnóstico de asma (10).

En los estudios de Hellinckx et al (1998) y Delacourt et al (2000), aunque se reconoce la respuesta broncodilatadora significativa citada anteriormente (disminución de 20% en R5 y/o R20), se sugiere como criterio de reversibilidad de obstrucción, una

disminución de 12% en la resistencia de la vía aérea respecto del valor basal, siempre y cuando los parámetros pre broncodilatador estén alterados (17,20).

En la Tabla 2 se presentan los porcentajes de cambio en la resistencia respiratoria, medidos a frecuencias de 5, 8 y 10 Hz, que identifican la respuesta al broncodilatador (BD), reportados en la literatura y mencionados en la documentación de ATS/ERS acerca de pruebas de función pulmonar en niños preescolares.

Estudio	Frecuencia (Hz)	Cambio post BD (%)
Nielsen KG et al, 2001	5	20-25
Marotta A et al, 2003		29
Hellincks J et al, 1998		40
Ducharme FM et al,1998	8	19
Marotta A et al, 2003	10	15-20
Malmberg LP et al, 2002		30

Tabla 2 Cambios porcentuales en la resistencia de la vía aérea que identifican la respuesta al broncodilatador (BD), reportados en la literatura.

Por otra parte es poca la información disponible con respecto a estudios en niños mayores o adolescentes que muestren la utilidad de la IOS para evaluar la respuesta broncomotora a estímulos; en adultos los trabajos son pocos, siendo el más representativo el estudio realizado por Mansur y colaboradores que demostró una correlación significativa entre la medición de resistencia respiratoria por IOS y los síntomas de asma inducidos con la aplicación de metacolina y una correlación pobre con los índices espirométricos.(21).

Correlación IOS y espirometría. Se ha intentado establecer una correlación entre las mediciones de la IOS y la espirometría; sin embargo su pertinencia ha sido cuestionada ya que cada una de las pruebas utiliza maniobras específicas y estudia la mecánica respiratoria de manera diferente, favoreciendo la heterogeneidad en los resultados. (5)

En los estudios de Nielsen (2001) y Hellinckx (1998) se encontró una respuesta significativa al broncodilatador mediante IOS y no hubo esta respuesta en la espirometría; con el estudio de Linares se identificaron alteraciones en los valores de la IOS y en los parámetros espirométricos, con o sin respuesta al broncodilatador. (3)

En el estudio de Komarow et al (2012), se evaluó la función pulmonar de un grupo de niños mediante IOS y espirometría, encontrándose con las mediciones por IOS (resistencia de la vía aérea a 5 y 10 Hz, reactancia y área de reactancia) una sensibilidad de 77% y una especificidad de 76% para determinar los niños con asma y aquellos que no lo tienen, teniendo en cuenta la respuesta al broncodilatador como indicador de obstrucción reversible. La IOS mostró índices reproducibles de función pulmonar, siendo más sensible y específica que la espirometría en diferenciar los niños asmáticos de los no asmáticos, con una respuesta al broncodilatador estadísticamente significativa, en especial a nivel de R10. Entre los niños que también realizaron espirometría, el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) no mostró diferencia entre los dos grupos de asmáticos y no asmáticos, mientras que el área de reactancia diferenció estos grupos.(22).

En otros estudios, con poblaciones pequeñas, la IOS ha sugerido una mayor sensibilidad frente a la espirometría para el diagnóstico de asma; de igual manera, sus

resultados se han correlacionado mejor con la condición clínica (síntomas respiratorios) del niño al momento de la medición, lo cual ha aumentado su utilización en el seguimiento de la enfermedad respiratoria (5).

Se dispone de un estudio en 48 niños con asma atópicos y 66 controles atópicos, con edades entre 7 a 15 años, que encontró una correlación significativa entre VEF1 y pico flujo espiratorio (PFE) y los valores de impedancia, resistencia a 5, 10 y 20 Hz. La capacidad vital forzada (CVF) se correlacionó con impedancia y resistencia a 10, 20 y 35 Hz en los dos grupos y no se demostró relación entre FEF(25-75%) y resistencias.(23).

Un estudio que evaluó niños entre 6 y 14 años con asma leve a moderada persistente sugirió que es posible que el área de reactancia medida durante la oscilometría de impulso pueda detectar alteraciones en la mecánica de la vía aérea que no siempre son reflejadas en la espirometría, siendo posible que su rol en el estudio de la función de la vía aérea pequeña en el paciente asmático sea prometedor (18).

Valores de referencia de la IOS. En niños, hay información sobre los valores de referencia en poblaciones específicas, según la talla, la cual es la variable independiente más fuerte (21). En el estudio de Dencker se establecieron valores de referencia para la impedancia del sistema respiratorio mediante IOS, en niños de 2 a 11 años de edad de Finlandia y de Suecia, relacionando fuertemente todas las variables (resistencia y

reactancia a 5, 10 y 20 Hz, impedancia total y la frecuencia de resonancia) con la talla, y débilmente con el peso. (24)

En nuestro país se realizó el estudio sobre valores de referencia de oscilometría de impulso en niños de 3-5 años de edad de la ciudad de Bogotá (con datos aún no publicados) que permitirá comprender mejor el comportamiento funcional de esta población, aún no se dispone de valores de normalidad para otros grupos de edad en nuestro medio.

El trabajo de Bozena et al (2008) acerca de los valores de referencia de la IOS en niños de 3 a 18 años de edad de Polonia cobijó 626 niños sanos de 3.1 a 18.9 años. La estatura fue el mejor predictor, las resistencias se describen mejor con modelos exponenciales y las reactancias con uno lineal, con un coeficiente de correlación r alcanzando el valor de 0.9. Las resistencias oscilométricas disminuyen con la estatura, en tanto que las reactancias aumentan (25).

Shi Y et al mostraron en su evaluación del control del asma a través de IOS, una asociación significativa entre las mediciones basales de vías aéreas pequeñas (diferencia de R5 y R20, X5, frecuencia de resonancia de la reactancia, área de reactancia) y asma no controlada en niños de 6 a 17 años de edad, de igual manera, observaron que los valores de resistencia y área de reactancia discriminaron de forma efectiva aquellos niños con asma controlada y no controlada, clasificando correctamente más del 80% de la población del estudio. (26)

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Correlacionar los índices de espirometría y oscilometría de impulso, pre y post broncodilatador, en niños escolares con asma.

6.2 Objetivos específicos

- Describir las alteraciones en niños asmáticos en los valores de IOS: resistencia a 5 hertz (R5), reactancia a 5 Hertz (X5), área de reactancia (AX), frecuencia de resonancia (Fres), diferencia entre resistencia a 5 y 20 Hertz (R5-R20), y el grado de respuesta al broncodilatador en R5.
- Describir las alteraciones en niños asmáticos en los valores de espirometría: volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), relación volumen espiratorio forzado en el primer segundo/ capacidad vital forzada (VEF/CVF) y el grado de respuesta al broncodilatador en VEF1
- Comparar y correlacionar los índices espirométricos VEF1, relación VEF/CVF con los índices oscilométricos R5, X5, AX, Fres para detectar la obstrucción periférica.

7. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

- Existe una correlación entre los índices IOS y espirométricos en niños con asma de 5-16 años, para el estudio de la función pulmonar y su estado del asma en un período determinado.

HIPOTESIS NULA

- No existe una correlación entre los índices IOS y espirométricos en niños con asma de 5-16 años, para el estudio de la función pulmonar y su estado del asma en un período determinado.

8. METODOLOGÍA

En este estudio analítico de corte transversal, los niños de 5 a 16 años de edad, atendidos en el Hospital Santa Clara, con diagnóstico de asma por especialista serán sometidos a evaluación funcional mediante espirometría y oscilometría de impulso pre y post broncodilatador, utilizando equipo Master Screen (Jaeger). Se diligenciará una ficha que reúna la información correspondiente al diagnóstico, el tratamiento y estado de control del asma.

A todos los niños se les practicarán las pruebas con los métodos estandarizados a nivel internacional, en primer lugar la IOS pre broncodilatador, seguida de la espirometría pre broncodilatador, y luego los exámenes post broncodilatador. Se obtendrán las siguientes mediciones: resistencia a 5 Hertz (R5), reactancia a 5 Hertz (X5), área de reactancia (AX), frecuencia de resonancia (Fres), diferencia entre resistencia a 5 y 20 Hertz (R5-R20), y el grado de respuesta al broncodilatador en R5 expresado en porcentaje, mediante IOS; y volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), relación volumen espiratorio forzado en el primer segundo/ capacidad vital forzada, y el grado de respuesta al broncodilatador en VEF1 expresado en porcentaje, mediante espirometría.

Se obtendrá consentimiento informado de los padres y asentimiento de los menores para realizar los exámenes.

Se diligenciará para cada uno de los participantes la ficha de recolección de datos con las variables mencionadas, incluyendo edad, peso y talla. Dos neumólogos pediatras evaluarán, de manera separada, la calidad técnica de las pruebas y realizarán la interpretación y lectura de las mismas, uno se encargará de las espirometrías, y el otro

de las oscilometrías. Se determinarán las alteraciones funcionales y el grado de respuesta al broncodilatador, y se compararán y se correlacionarán los índices entre sí.

Se realizará una descripción de la muestra con promedios, desviación estándar (DE) y valores mínimos y máximos de las variables continuas. Se evaluará la normalidad de estas variables por medio de la prueba Kolmogorov Smimow y se utilizará la prueba t de Student para muestras independientes para evaluar las diferencias entre los valores R5, R20 pre y post B2, X5, AX, VEF1, relación VEF/CVF y % de cambio con el BD. Se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson para la evaluación de los índices.

Además del análisis de las variables como variables continuas se hará un análisis como variables categóricas (proporción de pacientes con respuesta significativa post-broncodilatador con una y otra prueba).

Para el análisis estadístico se utilizará un programa STATA versión 10.

8.1 Tipo y diseño general del estudio

Estudio analítico de corte transversal.

8.2 Definiciones operacionales

Definición operativa de asma. Cuadro de tos, sibilancias, dificultad respiratoria, y opresión torácica, especialmente si los síntomas: son frecuentes y recurrentes, empeoran en la noche o en las madrugadas, se desencadenan o empeoran con el ejercicio, la

exposición a mascotas, el aire frío o húmedo, la risa y las emociones. Ocurren sin necesidad de un cuadro infeccioso del tracto respiratorio superior acompañante.; con .

- Se presentan cuando hay historia personal de atopia Ref 10,13,15 BTS, historia familiar de atopia y/ o asma Ref 10,16 BTS.

- Se acompañan de sibilancias generalizadas a la auscultación pulmonar.

- Mejoran, al igual que la función pulmonar, en respuesta a una adecuada terapia.

- No tienen una explicación alternativa Cuadro clínico de tos, sibilancias, disnea, opresión o dolor torácico, que se presenta de manera episódica recurrente o persistente, especialmente en el periodo nocturno o en la madrugada, o inducidos por ejercicio o por la exposición a desencadenantes ambientales, infecciones respiratorias o sustancias irritantes; síntomas que no se explican por otra causa o enfermedad pulmonar, con o sin historia familiar de asma (27,28).

Las demás definiciones operacionales se exponen en el anexo 2 Matriz de variables.

8.3 Universo

Se considera como universo del estudio los pacientes de 5 a 16 años de edad, con diagnóstico de asma, atendidos en la E.S.E Hospital Santa Clara, en el segundo semestre del presente año.

8.4 Sujetos de estudio

Los pacientes de 5 a 16 años de edad, con diagnóstico de asma, atendidos en la E.S.E Hospital Santa Clara, en el segundo semestre del presente año, que cuenten con consentimiento y asentimiento informado.

8.5 Selección y tamaño de la muestra

Se seleccionarán los pacientes de 5 a 16 años de edad, con diagnóstico de asma, atendidos en la E.S.E Hospital Santa Clara, en el segundo semestre del presente año, que cuenten con consentimiento y asentimiento informado. Se espera una muestra por conveniencia.

8.6 Unidad de análisis y observación

La unidad de análisis es el paciente pediátrico con asma y su función pulmonar.

8.7 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

Niños de 5 a 16 años con diagnóstico clínico de asma por neumólogo pediatra, remitidos al laboratorio pulmonar de la E.S.E Santa Clara para evaluación de la función pulmonar por espirometría, en el segundo semestre de 2015.

Criterios de exclusión

- Niños con alguna otra patología respiratoria crónica concomitante como displasia broncopulmonar, fibrosis quística, o cardiopatía congénita.
- Niños con retardo de neurodesarrollo, anomalías faciales o síndrome Down.
- Niños sin consentimiento y asentimiento informado.

8.8 Planes de reclutamiento

Para el reclutamiento de los pacientes se revisarán las programaciones de pacientes para consulta por neumología pediátrica y sus diagnósticos, aquellos con asma serán invitados a participar en el estudio.

8.9 Procedimiento para la recolección de la información

Se utilizará ficha de recolección de datos que reúna la información correspondiente al diagnóstico, tratamiento y estado de control del asma. Se registrará la información correspondiente a los valores funcionales de espirometría e IOS, pre y post broncodilatador, en una base de datos.

8.10 Instrumentos a utilizar

Se exponen en anexo 1

- Ficha de recolección de datos demográficos y clínicos generales.
- Cuestionario ACT (Asthma control test) versión validada al español.

8.11 Métodos para el control de la calidad de datos

Las pruebas de función pulmonar serán realizadas por dos fisioterapeutas, una estará encargada de las espirometrías, y la otra de las oscilometrías. Dos neumólogos pediatras efectuarán, de manera separada, la interpretación y la lectura de las pruebas, uno se encargará de las espirometrías, y el otro de las oscilometrías.

8.12 Métodos y asignación de los grupos de estudio

Hay un grupo único de pacientes asmáticos de 5 a 16 años de edad, a todos se les realizarán las pruebas funcionales y se compararán los índices obtenidos.

8.13 Procedimiento para garantizar aspectos éticos

Este estudio necesita aprobación por el comité de ética en investigación de la E.S.E Hospital Santa Clara y no tiene conflictos de interés.

Se requiere el consentimiento informado (Anexo 3) de uno de los padres o representante legal del niño, por la posibilidad de separación de los padres o abandono familiar, e implica absoluta confidencialidad de la información obtenida. Se entregará una copia del consentimiento informado debidamente diligenciado y firmado a uno de los padres o representante legal. Se requiere también asentimiento informado del menor (Anexo 4), el cual será aplicado con ayuda de la psicóloga de la E.S.E.

El estudio no tiene riesgos para la población incluida. La oscilometría de impulso y la espirometría son exámenes no invasivos. Se entregará una copia de los resultados a los padres o acudientes y en caso de resultados anormales se dará una orientación médica. No habrá incentivo económico para los participantes.

La investigación seguirá los parámetros descritos en la Declaración de Helsinki de 1975, enmendada en 1983 y 2008, y las normas sobre Bioética en Investigación vigentes en el territorio colombiano; normas señaladas en la Resolución No. 008430 de 1993, expedida

por el Ministerio de Salud del país, denominadas como el “Código de Bioética en la Investigación”.

Según el artículo 11 de la Resolución 008430 de 1993, el presente estudio se clasifica como una investigación sin riesgo para los participantes, se recolectará la información a partir de las pruebas de función pulmonar realizadas a los pacientes y se registrarán los datos mediante un cuestionario.

Cada uno de los investigadores mediante compromiso de confidencialidad velará por la privacidad de la información y se protegerá en todo momento la identificación de los participantes.

El componente ético se seguirá según los lineamientos establecidos en dicha Resolución y el protocolo de investigación será sometido a evaluación y aprobación. Además de acuerdo a la declaración de Helsinki, tendremos absoluto respeto por el individuo, se realizará un consentimiento informado para participar en la investigación, se reconoce que el bienestar del sujeto debe ser siempre el precedente sobre los intereses de la ciencia o de la sociedad.

Posteriormente con la aprobación por parte del Comité de Ética, se iniciará la recolección de la información y la realización de las pruebas de función pulmonar. Se mantendrá en confidencialidad el nombre del paciente, y datos obtenidos en el cuestionario y en las pruebas funcionales.

9. PLAN DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

9.1 Métodos y modelos de análisis de los datos según el tipo de variables

Se realizará una descripción de la muestra con promedios, desviación estándar (DE) y valores mínimos y máximos de las variables continuas.

Las variables continuas se presentan como promedio (desviación estándar = DE) o como mediana (rango intercuartílico = RI):

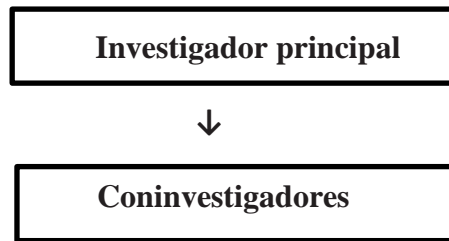
Se realizarán las correlaciones bivariadas entre variables continuas de la espirometría, la oscilometría de impulso y el ACT (Asma Control Test), mediante coeficiente de Pearson si son paramétricas o mediante Rho Spearman si son no paramétricas.

Además del análisis de las variables como variables continuas se hará un análisis como variables categóricas (proporción de pacientes con respuesta significativa post-broncodilatador con una y otra prueba).

9.2 Programas a utilizar para análisis de datos

Para el análisis estadístico se utilizará un programa STATA versión 10.

10. ORGANIGRAMA



11. CRONOGRAMA

Actividad	07/- 2015	08- 2015	09- 2015	10- 2015	11 2015	12- 2015	01 2016
Actualización Bibliográfica	X	X	X	X	X		
Captura de pacientes y Realización de Pruebas	X	X	X	X			
Observación y Análisis de resultados				X	X		
Análisis Estadístico					X	X	
Preparación Informe final					X	X	
Entrega del Informe final							X

12. PRESUPUESTO

RUBROS	INVESTIGADORES	TOTAL INVESTIGACION.
PERSONAL	\$ 400.000	\$ 400.000
MATERIALES	\$ 200.000	\$ 200.000
PUBLICACIONES Y PATENTES	\$ 150.000	\$ 150.000
SERVICIOS TÉCNICOS	\$ 150.000	\$ 150.000
ADMINISTRACION	\$ 100.000	\$ 100.000
TOTAL	\$ 1.000.000	\$1.000.000

13. RESULTADOS

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital Santa Clara, todos los participantes contaron con consentimiento informado y asentimiento.

En total participaron 90 pacientes, 37 (41%) fueron niñas y 53 (58%) niños, la edad promedio para ambos sexos fue de 10,3 años.

Demografía de la población	Total	Porcentaje	Max –min edad
Niños	53	58%	16 años – 5 años
Niñas	37	41%	
	Edad promedio ambos sexos 10.38 años		

A todos los pacientes se les practicó el ACT (Asma Control Test), la espirometría y la oscilometría de impulso, y luego se les realizó el respectivo control post broncodilatador (β_2).

RESULTADOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE VARIABLES CATEGORICAS

Se realizaron en total 90 espirometrías, de las cuales 78 (86.7%) mostraron resultados normales sin cambios significativos post β_2 , 8 (8.9%) fueron normales pero presentaban cambios significativos post β_2 , y 4 (4.4%) indicaron obstrucción, con cambios significativos post β_2 .

También se practicaron 90 oscilometrías de impulso, 51 (56.7%) mostraron resistencias normales sin cambio post β_2 , 35 (38.9%) fueron resistencias normales, con cambios significativos post β_2 , 2 (2.2%) presentaron resistencias elevadas, sin cambio

significativo post β_2 y 2 (2.2%) indicaron resistencias elevadas con cambios significativos post β_2 .

En cuanto al cuestionario de ACT (Asma Control Test), 34 (37.8%) pacientes refirieron que no tenían adecuado control del asma, y 56 (62%) pacientes presentaron un adecuado control del asma.

RESULTADOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA VARIABLES CONTINUAS

Las variables continuas se presentan como promedio (desviación estándar = DE) o como mediana (rango intercuartílico = RI):

Con relación a los valores de espirometría pre broncodilatador los resultados fueron: %CVF con un promedio de 107.4% (DE= 13.6%), para %VEF1 el promedio fue 104.3% (DE= 15.9%), para la relación %VEF1/CVF el promedio fue 100.9% (DE=17.1%); para los valores de espirometría post broncodilatador el promedio de %CVF fue 108.9% (DE= 13.3%), para %VEF1 el promedio fue 110.3% (DE= 14.6%), para la relación %VEF1/CVF el promedio obtenido fue 108.0% (DE=15.9%). Con respecto al porcentaje de cambio del %VEF1 post broncodilatador el promedio fue de 7,4% (DE=6.4%) (ver tabla 2)

En cuanto a la oscilometría de impulso pre broncodilatador, la mediana del %R5 fue 89% (RI=77,4-99.8), para la reactancia X5 el promedio fue -1.905 (DE= 0,992), para frecuencia de resonancia FR la mediana obtenida fue 22.3 (RI= 16,9-27,6) y para la diferencia %R5-%R20 la mediana fue 1.295 (RI= 0,720-2,138). Para los valores de oscilometría post broncodilatador la mediana obtenida del %R5 fue 75,1% (RI=63,1-83.3), para la reactancia X5 la mediana fue -1.543 (DE= -8.6) y para la frecuencia de resonancia FR el promedio fue 18,2 (DE= 7.5). En el porcentaje de cambio de %R5 la mediana fue -17,2 (RI= -22,3 - 5,8), y en el porcentaje de cambio de %R5-%R20 la mediana fue 22,4 (RI= 17,7 – 32,04) (ver tabla 3)

En cuanto al ACT (Asma Control Test) la mediana fue 21,3 (RI= 16 – 24) (ver tabla 4)

Variable espirometría	Promedio/Mediana
%CVF pre broncodilatador	107.4% (DE= 13.6%)*
% VEF1 pre broncodilatador	104.3% (DE= 15.9%)*
% VEF1/CVF pre broncodilatador	100.9% (DE=17.1%)*
%CVF post broncodilatador	108.9% (DE= 13.3%)*
% VEF1 post broncodilatador	110.3% (DE= 14.6%)*
% VEF1/CVF post broncodilatador	108.0% (DE=15.9%)*
% de cambio VEF1 post broncodilatador	7,4% (DE=6.4%)*

Tabla 2 (variables continuas de espirometría Promedio* Mediana**)

Variable oscilometría de impulso	Promedio/Mediana
%R5 pre broncodilatador	89% (RI=77,4-99.8)**
X5 pre broncodilatador	-1.905 (DE= 0,992)*
FR pre broncodilatador	22.3 (RI= 16,9-27,6)**
%R5-%R20 pre broncodilatador	1.295 (RI= 0,720-2,138)**
%R5 post broncodilatador	75,1% (RI=63,1-83.3)**
X5 post broncodilatador	-1.543 (DE= -8.6)*
FR post broncodilatador	18,2 (DE= 7.5)*
% cambio R5	-17,2 (RI= -22,3 - -5,8)**
% cambio R5-%R20	22,4 (RI= 17,7 – 32,04)**

Tabla 3 (variables continuas de oscilometría de impulso Promedio* Mediana**)

Variable ACT	Promedio/Mediana
ACT (Asma Control Test)	21,3 (RI= 16 – 24)**

Tabla 4 (variables continuas de ACT Promedio* Mediana**)

RESULTADOS DE CORRELACIONES BIVARIADAS ENTRE VARIABLES CONTINUAS

Se realizaron las correlaciones bivariadas entre variables continuas de la espirometría, la oscilometría de impulso y el ACT (Asma Control Test), mediante fórmula de Pearson si son paramétricas o mediante Rho Spearman si son no paramétricas; se efectuaron las siguientes correlaciones: (%VEF1 - %R5), (% VEF1-%R20), (% VEF1-%X5), (%CVF – %X5), (%CVF - %R5), (% VEF1/CVF-%R5), (Cambio %VEF1 – Cambio %R5), (cambio %VEF1 - / Cambio %AX), (Cambio %VEF1 - / Cambio %R20) , (Cambio

%CVF – Cambio %R5), (Cambio %CVF – Cambio %AX), tanto para los datos pre broncodilatador como post broncodilatador, los cuales se plasman en la tabla 5.

Tabla 5. Correlaciones variables continuas

Valor variable continua	Coefficiente de correlación Pearson (r) /Rho Spearman (p)
(%VEF1 - %R5) pre broncodilatador	($\rho = -0,305$, p 0,004)
(%VEF1-%R20) pre broncodilatador	($r = -0,153$, p 0,158)
(%VEF1-%X5) pre broncodilatador	($\rho = -0,308$, p 0,003)
(%CVF –%X5) pre broncodilatador	($\rho = -0,194$, p 0,071)
(%CVF - %R5) pre broncodilatador	($\rho = -0,082$, p 0,450)
(%VEF1/CVF-%R5) pre broncodilatador	($\rho = -0,213$, p 0,46)
(%VEF1 - %R5) post broncodilatador	($\rho = -0,199$, p 0,65)
(%VEF1-%R20) post broncodilatador	($r = -0,137$, p 0,298)
(%VEF1-%X5) post broncodilatador	($\rho = -0,133$, p 0,219)
(%CVF –%X5) post broncodilatador	($\rho = -0,110$, p 0,302)
(%CVF - %R5) post broncodilatador	($\rho = -0,051$ p 0,640)
(%VEF1/CVF-%R5) pre broncodilatador	($\rho = -0,011$, p 0,924)
(Cambio %VEF1 – Cambio %R5)	($r = -0,260$, p 0,013)
(Cambio %VEF1 - / Cambio %AX)	($r = -0,260$, p 0,013)
(Cambio %VEF1 - / Cambio %R20)	($r = -0,083$, p 0,441)
(Cambio %CVF – Cambio %R5)	($r = -0,154$, p 0,147)
(Cambio %CVF – Cambio %AX)	($r = -0,117$, p 0,300)

TABLA 6. CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE ESPERIMETRÍA, OSCILOMETRÍA DE IMPULSO Y ACT BASAL							
	%R5	%R20	%X5	%CVF	%VEF1	%RELACIÓN VEF1/CVF	%PEF
%R5 rho	1.00	0.68	0.39	-0.08	-0.30	-0.21	-0.25
P		0.00	0.00	0.45	0.00	0.04	0.02
%R20 rho	0.68	1.00	0.02	0.10	-0.16	-0.10	-0.13
P	0.00		0.00	0.31	0.13	0.33	0.21
%X5 rho	0.39	0.27	1.00	-0.19	-0.30	-0.19	-0.13
p	0.00	0.00		0.71	0.00	0.07	0.23
%CVF rho	-0.82	0.10	-0.19	1.00	0.72	0.34	0.16

P	0.45	0.31	0.71		0.00	0.00	0.14
%VEF1 rho	-0.30	-0.16	-0.30	0.72	1.00	0.70	0.62
P	0.00	0.13	0.00	0.00		0.00	0.00
%Relación VEF1/CVF rho	-0.21	-0.10	-0.19	0.34	0.70	1.00	0.61
P	0.04	0.33	0.71	0.00	0.00		0.00
%PEF rho	-0.25	-0.13	-0.13	0.16	0.62	0.61	1.00
P	0.02	0.21	0.23	0.14	0.00	0.00	

En el presente estudio se observó en los niveles basales de ¿espirometría? una correlación negativa muy alta entre (sombreados con azul), pero no es estadísticamente significativa. Una relación positiva alta y significativa fue encontrada entre los niveles basales de (todos los que tienen amarillo). Igualmente se encontró una correlación postiva baja significativa entre (resaltado morado) y una relación negativa baja entre (sombreado azul oscuro)

TABLA 7. CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE ESPERIMETRÍA, OSCILOMETRÍA DE IMPULSO Y ACT POSTERIOR A USO B2 AGONISTA							
	%R5	%R20	%X5	%CVF	%VEF1	%RELACIÓN VEF1/CVF	%PEF
%R5 rho	1.00	0.72	0.43	-0.05	-0.19	-0.01	-0.21
P		0.00	0.00	0.64	0.06	0.06	0.06
%R20 rho	0.72	1.00	0.28	0.03	-0.14	-0.07	-0.17
P	0.00		0.07	0.71	0.18	0.47	0.14
%X5 rho	0.43	0.28	1.00	-0.11	-0.13	0.14	-0.18
p	0.00	0.00		0.30	0.21	0.17	0.11
%CVF rho	-0.51	0.39	-0.11	1.00	0.75	0.30	0.09
P	0.64	0.71	0.30		0.00	0.00	0.43
%VEF1 rho	-0.19	-0.14	-0.13	0.75	1.00	0.59	0.13
P	0.06	0.18	0.21	0.00		0.00	0.26
%Relación VEF1/CVF rho	-0.01	-0.07	0.14	0.30	0.59	1.00	-0.00
P	0.92	0.47	0.17	0.00	0.00		0.96
%PEF rho	-0.21	-0.17	-0.18	0.09	0.13	-0.05	1.00
P	0.06	0.14	0.11	0.43	0.26	0.96	

Después de administrar los B2 agonistas, se obtuvo una correlación positiva alta entre (azul) siendo estadísticamente significativo. Una relación positiva moderada y significativa fue encontrada entre (verde). Mientras que una correlación negativa moderada pero no significatia se presentó entre (sombreado verde, letra roja). Y entre (amarillo) fue positiva baja y estadísticamente significativo.

Se realizó una estadística descriptiva de las pruebas de función pulmonar, y dos recodificación en la interpretación de las pruebas de espirometría y oscilometría de impulso para efectuar una correlación de cada una de las pruebas de función pulmonar en forma de tabla de 2x2 y poder realizar correlaciones mediante Chi cuadrado entre los estudios y el ACT; resultados que se enmarcan en las siguientes tablas:

Interpretación espirometría (1)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Espirometría normal sin cambio	78	86,7	86,7	86,7
	Otra interpretación	12	13,3	13,3	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Tabla 6. Recodificación espirometría

Interpretación oscilometría (1)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Oscilometría normal sin cambio	51	56,7	56,7	56,7
	Otra interpretación	39	43,3	43,3	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Tabla 7. Recodificación oscilometría de impulso

Interpretación ACT (1)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Asma controlada	56	62,2	62,2	62,2
	Asma no controlada	34	37,8	37,8	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Tabla 8. Recodificación oscilometría de impulso

Análisis bivariado

Tabla de contingencia Interpretación oscilometría (1) * Interpretación espirometría (1)

Recuento		Interpretación espirometría (1)		Total
		Espirometría normal sin cambio	Otra interpretación	
Interpretación oscilometría (1)	Oscilometría normal sin cambio	47	4	51
	Otra interpretación	31	8	39
Total		78	12	90

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,070 ^a	1	,080		
Corrección por continuidad ^b	2,071	1	,150		
Razón de verosimilitudes	3,060	1	,080		
Estadístico exacto de Fisher				,117	,076
Asociación lineal por lineal	3,036	1	,081		
N de casos válidos	90				

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 5,20.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla de contingencia Interpretación ACT (1) * Interpretación espirometría (1)

Recuento

		Interpretación espirometría (1)		Total
		Espirometría normal sin cambio	Otra interpretación	
Interpretación ACT (1)	Asma controlada	51	5	56
	Asma no controlada	27	7	34
Total		78	12	90

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,489 ^a	1	,115		
Corrección por continuidad ^b	1,582	1	,208		
Razón de verosimilitudes	2,408	1	,121		
Estadístico exacto de Fisher				,199	,105
Asociación lineal por lineal	2,461	1	,117		
N de casos válidos	90				

a. 1 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,53.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla de contingencia Interpretación puntaje ACT * Interpretación oscilometría (1)

Recuento

		Interpretación oscilometría (1)		Total
		Oscilometría normal sin cambio	Otra interpretación	
Interpretación puntaje ACT	Asma no controlada	16	18	34
	Asma controlada	35	21	56
Total		51	39	90

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,054 ^a	1	,152		
Corrección por continuidad ^b	1,473	1	,225		
Razón de verosimilitudes	2,050	1	,152		
Estadístico exacto de Fisher				,190	,112
Asociación lineal por lineal	2,031	1	,154		
N de casos válidos	90				

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 14,73.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Interpretación oscilometría (recodificación 2)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Resistencias normales o aumentadas CON cambio post-beta2	37	41,1	41,1	41,1
	Otra	53	58,9	58,9	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Interpretación espirometría (recodificación 2)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Espirometría normal u obstructiva CON cambio post-beta 2	12	13,3	13,3	13,3
	Otra	78	86,7	86,7	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Tabla de contingencia Interpretación oscilometría (recodificación 2) * Interpretación espirometría (recodificación 2)

Recuento

		Interpretación espirometría (recodificación 2)		Total
		Espirometría normal u obstructiva CON cambio post-beta 2	Otra	
Interpretación oscilometría (recodificación 2)	Resistencias normales o aumentadas CON cambio post- beta2	8	29	37
	Otra	4	49	53
Total		12	78	90

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,735 ^a	1	,053		
Corrección por continuidad ^b	2,616	1	,106		
Razón de verosimilitudes	3,686	1	,055		
Estadístico exacto de Fisher				,065	,054
Asociación lineal por lineal	3,694	1	,055		
N de casos válidos	90				

a. 1 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,93.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla de contingencia Interpretación puntaje ACT * Interpretación espirometría (recodificación 2)

Recuento

		Interpretación espirometría (recodificación 2)		Total
		Espirometría normal u obstructiva CON cambio post-beta 2	Otra	
Interpretación puntaje ACT	Asma no controlada	7	27	34
	Asma controlada	5	51	56
Total		12	78	90

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,489 ^a	1	,115		
Corrección por continuidad ^b	1,582	1	,208		
Razón de verosimilitudes	2,408	1	,121		
Estadístico exacto de Fisher				,199	,105
Asociación lineal por lineal	2,461	1	,117		
N de casos válidos	90				

a. 1 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,53.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla de contingencia Interpretación puntaje ACT * Interpretación oscilometría (recodificación 2)

Recuento

		Interpretación oscilometría (recodificación 2)		Total
		Resistencias normales o aumentadas CON cambio post-beta2	Otra	
Interpretación puntaje ACT	Asma no controlada	17	17	34
	Asma controlada	20	36	56
Total		37	53	90

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,783 ^a	1	,182		
Corrección por continuidad ^b	1,242	1	,265		
Razón de verosimilitudes	1,776	1	,183		
Estadístico exacto de Fisher				,194	,133
Asociación lineal por lineal	1,764	1	,184		
N de casos válidos	90				

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 13,98.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

15. DISCUSIÓN

Este estudio fue llevado a cabo en el Hospital Santa Clara de la ciudad de Bogotá, durante el segundo semestre del 2015, el hospital de Santa Clara es un centro de referencia Neumológico tanto para adultos como para niños y atiende la población subsidiada de la capital; durante este periodo de tiempo se pudieron reclutar 93 pacientes, los cuales tenían diagnóstico realizado por neumólogo pediatra de Asma de los cuales 3 fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión, dejándonos una población de 90 paciente, mas del 50% eran niños, la edad promedio de toda la población es de 10.3 años, a todos los pacientes se les practico previo a las pruebas de función pulmonar el *Test de control del asma ACT* y posteriormente se realizo a cada paciente tanto espirometría como oscilometría de impulso, estas fueron leídas por 2 neumólogos pediatras de forma independiente.

Se realizo un análisis descriptivo como variable categórica a las pruebas de función pulmonar y al ACT, donde nos arrojo que la gran mayoría de las espirometría eran normales sin cambios post broncodilatador (78%), solo se encontraron 8 espirometría sin patrón obstructivo pero con cambios post broncodilatador (8.9%) y 4 espirometría con cambios obstructivos y cambios post broncodilatador; En cuanto a la oscilometría un poco mas de la mitad 51 (56.7%) tuvieron las resistencias normales , sin cambios post broncodilatador, 35 (38,6%) presentaban cambios post broncodilatador, 2 (2.2%) presentaron resistencia elevadas sin cambios post broncodilatador y 2 (2.2%) presentaron resistencias elevadas con cambios post broncodilatador.

Posteriormente se realizo un análisis de ambas pruebas de función pulmonar y del ACT como variable continua, a cada una se les realizo promedio con desviación estándar o mediana con rango intercuartilico según si la variable tenia una comportamiento paramétrico o no paramétrico, lo que nos arrojo datos interesantes: evidenciamos valores medios de VEF1 (104.3% DE = 15.9%) mas altos de los esperable para la edad y talla, con CVF también en rangos elevados, que puede ser justificado por la hiperventilación que se presenta en la altura, en cuanto a as resistencias la mediana fue 89% (RI=77,4-99.8), lo que puede interpretarse que posiblemente los valores de resistencia pueden ser menores en la altura, también se realizaron el análisis como variable continua de %CVF, relación %VEF1/CVF para a espirometría y para la oscilometría de %R20, %X5, FR, %AX los cuales concordaban con la literatura.

Se procedió luego a realizar las correlaciones de las variables continuas de espirometría y de oscilometría, donde encontramos coeficientes de relación negativa con mayor significancia para %VEF/%R5 pre broncodilatador ($\rho = -0,305$, $p 0,004$) que esta descuerado con la literatura y la función pulmonar, ya que a mayor resistencia de la vía aérea, menor va ser el %VEF1 de un individuo, y una relación negativa con %VEF1/CVF-%R5 pre broncodilatador ($\rho = -0,213$, $p 0,46$), y fue interesante encontrar que existe correlaciones entre las variables post cambio del broncodilatador - Cambio %VEF1 – Cambio %R5 ($r = -0,260$, $p 0,013$) y Cambio %VEF1 - / Cambio %AX ($r = -0,260$, $p 0,013$) que pueden ser tomadas como valores importantes para la evaluación del la función pulmonar en niños con oscilometría de impulso, dado que por el mismo principio en la fisiología pulmonar, si existe menor resistencia, la relación %VEF1/CVF debe ser mejor y con mejoría del %VEF1 post broncodilatador, el pulmón tiene mejor capacidad de almacenar energía, ya que se encuentra menos distendido.

Se realizo dos re categorizaciones de las variables continuas de ambos estudios de función pulmonar, de esta forma quedaron agrupadas tanto las espirometrías como las oscilometrías en 2 categorías; en espirometrías normales y otras y oscilometrías normales y otras, lo que nos permitió realizar tablas de 2x2 para sacar la relación mediante Chi cuadrado entre ambas pruebas de función pulmonar y también comparado con el ACT, los resultados fueron interesantes; las espirometrías y las oscilometrías que tenían algún cambio tienen una correlación entre si, lo que puede validar en nuestro medio el uso de la oscilometría de impulso como prueba de valoración de función pulmonar en niños.

También se realizo una re categorización en las espirometrías y de las oscilometrías que presentaban cambios post broncodilatador vs otras y las espirometrías y oscilometrías con cambios post broncodilatador tenían una relación en as tablas 2x2 con Chi cuadrado.

Evidenciamos también que las pruebas de función pulmonar (tanto la espirometría como la oscilometría de impulso) tiene baja correlación con el ACT, lo que es plasmado en la literatura⁽¹⁵⁾, con la literatura donde la gran mayoría de los estudios muestran la pobre relación de la función de la función pulmonar con el estado del asma.

Este estudio es importante ya que es el primer estudio en Colombia que evalúa la correlación entre los parámetros de espirometría y oscilometría de impulso en un grupo de pacientes asmáticos de 5 a 16 años en quienes se realizaron las pruebas funcionales según estándares ATS. Nos mostro datos donde subestimamos los valore de función

pulmonar en las alturas, por lo cual abre la posibilidad de desarrollar mas estudios de esta índole, también nos permitió correlacionar 2 pruebas de amplio uso en la valoración de la función pulmonar, una de ellas, la oscilometría que aun no tiene gran aceptación dentro de los médicos, ya que hacen falta estudios de correlación contra la espirometría para validar sus datos, y fue muy impórtate también valorar ambos estudios comparado con lo que siente el paciente, ya que este estudio permitió compara que tan bien se siente los pacientes con asma acerca de su control y se pudo contrastar que las pruebas de función pulmonar no valoran adecuadamente el control del asma, esto puede ser dado a varias razones: una es por que no podemos medir con las pruebas de función pulmonar con el grado de inflamación de la vía aérea, también puede ser dado por que los valores en la altura para ambas pruebas de función pulmonar aun no están adecuadamente determinadas, así esto puede influenciar en la valoración de los resultados.

Una de las debilidades de nuestro estudio fue que al comparar los índices espirométricos y oscilométricos, pre y post broncodilatador, para detectar obstrucción periférica, no se observó una correlación significativa entre ellos, contrario a los resultados de varios estudios realizados previamente en otras poblaciones pediátricas (3,15). La falta de correlación posiblemente se explique por la fisiopatología diferente de la obstrucción de la vía aérea y las características técnicas de cada medición funcional. Particularmente, los cambios en los valores del VEF1 se relacionan con limitación en el flujo aéreo, y los cambios a nivel de R5 con el calibre de la vía aérea. La espirometría requiere maniobras de espiración forzada y la oscilometría se efectúa con respiración a volumen corriente (23).

Otra de las limitaciones observadas en el estudio fue la no comparación de grupos de pacientes asmáticos con individuos sanos, Como fortaleza se menciona el tamaño de la muestra y la interpretación adecuada de las pruebas. Este estudio podría reflejar la caracterización funcional del niño con asma en esta región y sugiere particularidades o variaciones en la función pulmonar de acuerdo con cada población.

Los datos espirométricos (CVF, VEF1, relación VEF/CVF) y oscilométricos (R5, R20, X5, Fres, AX) indican una función pulmonar normal en la mayoría de los pacientes que participaron en este estudio. Los cambios post broncodilatador promedio obtenidos en VEF1 (7%) y en R5 (17%) se consideran normales, cuando se comparan con los

criterios ATS que definen como respuesta significativa a broncodilatador un 12% con la espirometría y sugieren una variación entre 20 y 40% con la oscilometría. Con este estudio se podría inferir un grado de respuesta al broncodilatador de 17% en R5 como sugestivo de asma controlada (10).

Si bien el cuestionario ACT es una herramienta que contribuye al monitoreo del paciente con asma, no substituye la realización de otras mediciones para el seguimiento del niño asmático (29,30).

Podemos concluir que la espirometría y la oscilometría impulso tiene algunas variables que se correlacionen entre si y lo que puede favorecer la implementación de la oscilometría de impulso para la valoraciones de la función de la vía aérea en niños pequeños, sin embargo estas pruebas de función pulmonar en la edad pediátrica no tienen una adecuada correlación con el control del asma

Consideramos que se deben se debe realizar mas estudios con población mas homogéneas para poder realizar mas estudios de correlación para validar mas valores entre estos estudios.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Global Initiative for asthma. 2015. Global Strategy for Asthma Management and Prevention Disponible en www.ginasthma.org
2. Dennis et al. Prevalence of asthma and other allergic conditions in Colombia 2009-2010. BMC Pulmonary Medicine 2012.
3. Linares M et al. Correlación entre la espirometría y la resistencia y reactancia respiratoria medida por oscilometría de impulso en niños asmáticos. Rev, chil. enferm. Respir. v.18 n.2 Santiago abr.2002
4. Aristizabal, R. Fisiología pulmonar básica. En: Neumología pediátrica. Editorial Médica Panamericana, Bogotá, 2006
5. Klgo. Rodolfo Meyer Peirano. Oscilometría de Impulso (IOS) en niños. Laboratorio de Función Pulmonar infantil. Hospital Padre Hurtado- Chile. Disponible en <http://www.neumologia-pediatria.cl> Revista Chilena de Neumología Pediátrica-
6. Valle, Eno. Resistencia das vias aéreas: técnica da oscilacao forzada. J Pneumol 28 (Supl 3) – outubro de 2002
7. Arets, Hubertus et al. Measurements of airway mechanics in spontaneously breathing young children. Pediatric Respiratory Reviews (2004) 5. 77-84
8. Hammer J and Eber E. Paediatric Pulmonary Function Testing. Progress in Respiratory Research Vol. 33. Karger AG. Switzerland 2005. 66-75
9. Komarow HD, Myles IA, Uzzaman A, Metcalfe DD. Impulse oscillometry in the evaluation of diseases of the airways in children. Ann Allergy Asthma Immunol. 2011;106(3):191-9. Epub 2011/03/01
10. Beydon N. et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children. Am J Respir Crit Care Med 2007; 175:1304-1345
11. Rodolfo MP. Oscilometría de Impulso (IOS) en niños. Revista de Neumologia Pediátrica Sociedad Chilena de Neumologia Pediátrica 2010;5(2):89-95
12. Duiverman Ej, Neijens HJ, Van der Snee-van Smaalen, Kerrebijn KF. Comparison of forced oscillometry and forced expirations for measuring dose-related responses to inhaled methacholine in asthmatic children. Bull Eur Physiopathol Respir 1986;22:33-36.
13. Van Noord J, Clément J. Van de Woestijne K, Demedts M. Total respiratory resistance and reactance as a measurement of response to bronchial challenge with histamine. Am Rev Respir Dis 1989;139:921-26.
14. Bouaziz N, Beyaert C, Gauthier R, Monin P, Peslin R, Marchal F. Respiratory system reactance as an indicator of the intrathoracic airway response to methacholine in children. Pediatr Pulmonol 1996;22:7-13.
15. Olaguíbel J.M. et al. Comparative analysis of the bronchodilatador response measured by impulse oscillometry (IOS), spirometry and body plethysmography in asmathic children. J Invest Allergol Clin Inmunol 2005; Vol 15(2): 102-106
16. Nielsen KG, Bisgaard H. Discriminative capacity of broncodilatador response measured with three different lung function techniques in asthmatic and healthy children aged 2 to 5 years. Am J Respir Crit Care Med 2001; 164:554-9.

17. Hellinckx J, De Boeck K, Bande-Knops J, van der Poel M, Demedts M. Bronchodilator response in 3-6.5 year old healthy and stable asthmatic children. *Eur Respir J* 1998; 12:438-43.
18. Larsen GK, Morgan W, et al. Impulse oscillometry versus spirometry in a long term study of controller therapy for pediatric asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2009; 123:861-7.
19. Marotta A, Klinnert MD, Price MR, Larsen GL, Liu AH. Impulse oscillometry provides an effective measure of lung dysfunction in 4-year-old children at risk of persistent asthma. *J Allergy Clin Immunol*. 2003;112:317-322.
20. Delacourt C, Lorino H, Herve-Guillot M, Reinert P, Harf A, Housset B. Use of the forcé oscillation technique to assess airway obstruction and reversibility in children. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:730-6.
Mansur A, Manney S, Ayres J. Methacholine-induced asthma symptoms correlate with impulse oscillometry but not spirometry. *Respiratory Medicine* (2008) 102, 42–49.
21. Komarow HD1, Skinner J, Young M, Gaskins D, Nelson C, et al. (2012) A study of the use of impulse oscillometry in the evaluation of children with asthma: analysis of lung parameters, order effect, and utility compared with spirometry. *Pediatr Pulmonol* 47: 18-26
22. Song TW, Kim KW, Kim ES, Kim KE, Sohn MH. Correlation between spirometry and impulse oscillometry in children with asthma. *Acta paediatr* 2008 Jan;97(1):51-4. Epub 2007 Dec 10.
23. Dencker M, Malmberg LP, Valind S, Thorsson O, Karlsson MK, Pelkonen A, Pohjanpalo A, Haahtela T, Turpeinen M, Wollmer P. Reference values for respiratory system impedance by using impulse oscillometry in children aged 2-11 years. *Clin Physiol Funct imaging* 2006 Jul;26(4):247-50.
24. Bozena N, Tomalak W, Radlinski J, Siergiejko G, Latawiec W, Kaczmarski M. Transient Reference Values for Impulse Oscillometry for children Aged 3-18 years. *Pediatr Pulmonol* 2008; 43: 1193- 1197.
25. 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.
26. British Thoracic Society. Guideline on the management of asthma, 2008.
27. Ministerio de Salud y Protección Social. Guía Colombiana para la atención y seguimiento de niños y niñas con asma, 2013.
28. Schatz M, Sorkness CA, Li JT, Marcus P, Murray JJ, Nathan RA, et al. Asthma Control Test: reliability, validity, and responsiveness in patients not previously followed by asthma specialists. *J Allergy Clin Immunol* 2006; 17:549-56.
29. Liu A, Zeiger R, Sorkness C, Ostrom N, Chips BE, Rosa K, Watson ME, Kaplan MS, Meurer J, Mahr T, Blaiss MS, Piant-Louis E, McDonald J. The Childhood Asthma Control Test*: Retrospective determination and clinical validation of a cut point to identify children with very poorly controlled asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2010;126:267-73.