



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DR.
ISMAEL COSÍO VILLEGAS**

**“CORRELACION DEL DIAGNÓSTICO FUNCIONAL EN
NIÑOS: ESPIROMETRÍA VS. OSCILOMETRIA DE
IMPULSO”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN
NEUMOLOGÍA PEDIÁTRICA**

PRESENTA

Ana Karen Gutiérrez Bautista

TUTOR: DRA. LAURA GRACIELA GOCHICOA RANGEL

CIUDAD DE MÉXICO

AGOSTO 2018





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AUTORIZACIONES

Dr. Juan Carlos Vázquez García
Dirección de Enseñanza
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas”.

Dra. Margarita Fernández Vega
Subdirectora de Enseñanza
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas”.

Dra. María del Carmen Cano Salas
Jefe del Departamento de Formación de Posgrado
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas”.

Dr. Alejandro Alejandro García
Jefe del Departamento de Neumología Pediátrica
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas”.

Dra. Laura Graciela Gochicoa Rangel.
Jefe del Departamento de Fisiología Respiratoria
Tutora Principal
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas”.

DEDICATORIA

Gracias a mis padres y a mi hermano quienes siempre han creído en mí.

A mi madre por darme fortaleza y comprensión cuando nadie más podía, por todos sus consejos que hasta ahora por fin entiendo.

A mi padre, por desvelarse entre el tráfico y mis llamadas, por lograr darme una sonrisa y por todas sus preguntas ocurrentes sin respuesta para poner a prueba mi paciencia.

A mi hermano, por ser mi confidente y compañero de bromas. Conservando ese sentimiento de admiración mutua a pesar del tiempo y la distancia.

A Pilar, mi tía favorita, quien siempre ha estado al pendiente de mí y de mi madre desde que recuerdo.

A la Dra. Gochicoa por impulsar esta idea y motivarme a continuar superandome a mí misma.

Tabla de contenido

RESUMEN	4
ANTECEDENTES	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
OBJETIVOS	18
Objetivos Específicos:	18
HIPÓTESIS	19
METODOS	20
Diseño del estudio:	20
Población de Estudio:	20
Criterios de Inclusión:	20
Criterios de Exclusión:	20
Criterios de Eliminación:	20
Descripción general del estudio	20
ANALISIS	22
RESULTADOS	

RESUMEN

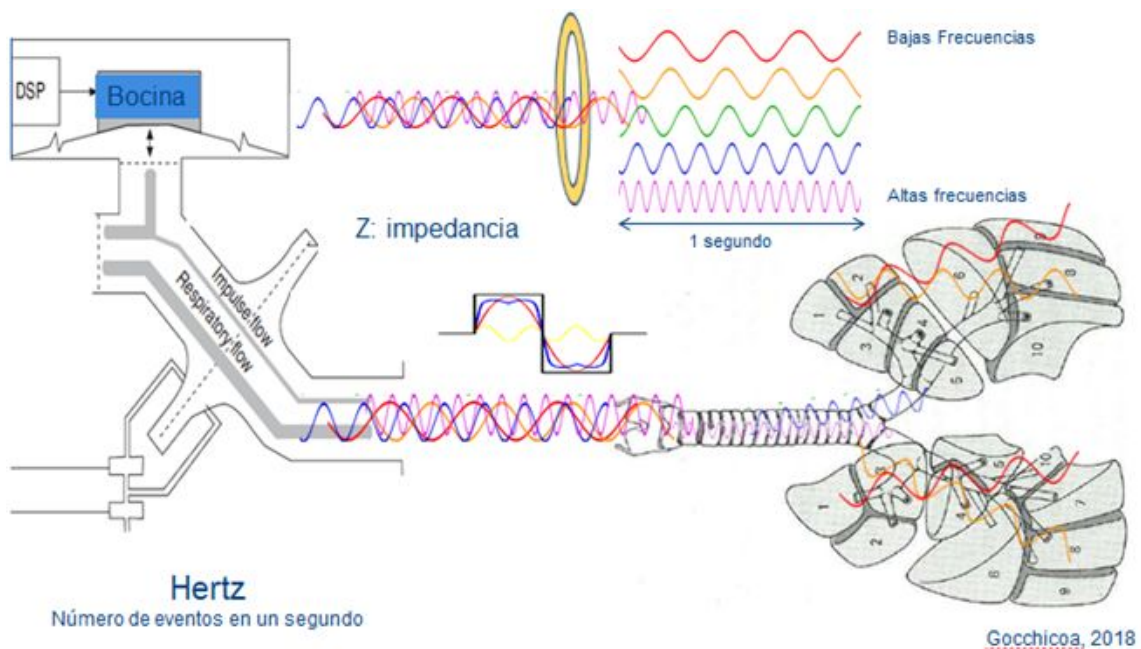
La espirometría ha sido la prueba diagnóstica de elección para el diagnóstico de asma. Sin embargo, en pacientes pediátricos es difícil obtener maniobras adecuadas de la misma para determinar si hay obstrucción de la vía aérea. Incluso pacientes sintomáticos presentan elevación de la resistencia de la vía aérea periférica. Se correlacionó el valor diagnóstico de cada prueba, encontrando que hasta en 5% de la población que presenta alteración de las resistencias mediante oscilometría, no se diagnosticaría por espirometría. Por lo tanto, la oscilometría de impulso (iOS) debe de solicitarse en caso de sospechar hiperreactividad de la vía aérea.

ANTECEDENTES

Recientemente se dispone de una técnica no invasiva que mide diversos parámetros funcionales respiratorios, la cual ha tomado auge últimamente dentro de las pruebas de función respiratoria, ya que además de que las mediciones son realizadas durante la respiración tranquila permite diferenciar el componente respiratorio que está siendo afectado. A esta técnica se le conoce como sistema de oscilometría de impulso (IOS, por sus siglas en inglés) y mide la resistencia y reactancia del pulmón. Esta técnica se basa en el envío al aparato respiratorio de pequeños impulsos de presión a diferentes frecuencias de oscilación (5, 10, 15 y 20 Hz). Al evaluar el efecto que estos impulsos tienen sobre el flujo respiratorio normal el equipo es capaz de calcular la impedancia del sistema respiratorio (Z_{rs}), descompuesta en sus dos componentes, la resistencia (R_{rs}) y la reactancia (X_{rs}) a cada una de las diferentes frecuencias de oscilación (Figura 1). Mientras que la espirometría solo evalúa la función

pulmonar de forma global a través de la cuantificación de volúmenes pulmonares, la IOS permite diferenciar si la región anatómica es central (oscilación a 20 Hz) o distal (oscilación a 5 Hz), y si la afectación está a nivel del componente resistivo (resistencias), o de la combinación del componente capacitativo e inercial (reactancias). Por lo tanto, esta herramienta podría dar información más precisa que la espirometría acerca del sitio y elementos que están siendo afectados por el tejido graso.

La oscilometría es un método simple para detectar cambios en la resistencia respiratoria. Estudios previos han evaluado la capacidad de esta prueba para detectar niños con características clínicas de asma en niños en edad escolar, comprobando respuesta significativa a broncodilatador con la prueba.

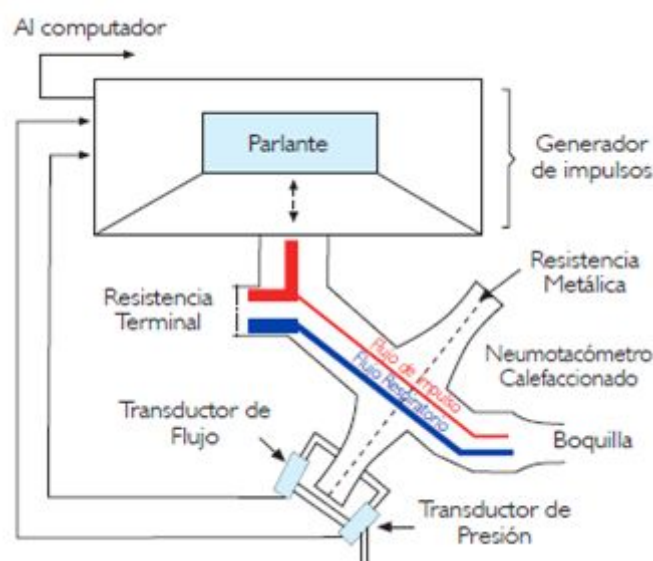


Estudios en poblaciones caucásicas, reportan que en niños asmáticos con espirometría basal normal, se produce una reversibilidad significativa en tan sólo el 4.9% de los casos.

Se trata de un procedimiento ya estandarizado, seguro y factible de utilizar. En estudios previos en población pediátrica de 4 a 8 años de edad con silbantes y niños sanos, se obtuvo una alteración de las resistencias en la vía aérea mayor al 30%. Corroborando una especificidad de hasta 94% y sensibilidad de 62%.

La resistencia respiratoria refleja la relación entre los retos de la presión de la vía aérea correspondiente a flujo. En mediciones no invasivas de la resistencia, el cambio en el flujo aéreo registrado en la apertura de la misma y la presión alveolar se equilibran en la presión de la boquilla en el momento de la medición. Se requiere que la vía aérea superior esté libre. En niños, las amígdalas hipertróficas son frecuentes, lo cual puede incrementar la resistencia de la vía aérea. Para minimizar la distensibilidad de las mediciones de resistencia, deben detenerse las mejillas y la mandíbula. La posición erguida, con el cuello en posición neutra o ligeramente extendido. Asegurarse de que no exista fuga alrededor de la boquilla, realizarse con pinza nasal, minimizar la cantidad de movimiento y evitar mordisqueo de la boquilla. Así como la vocalización, engullir o colocar la lengua dentro de la boquilla. El niño debe respirar tranquila y regularmente; sin realizar cierre glótico, a una velocidad normal. Deben descartarse todas las mediciones realizadas durante ciclos respiratorios turbulentos.

Se aplica una onda de presión externa al sistema respiratorio, generalmente mediante una boquilla, y el resultado relación presión-flujo se analiza en términos de impedancia (Zrs). Zrs abarca el Rrs y su reactancia (Xrs). El Rrs medido se calcula a partir del cambio de presión en fase con flujo, mientras que el Xrs se deriva de la presión en fase con volumen (flujo casi nulo, o desfase) y está más relacionado con elastancia e inercia. El Rrs y el Xrs se expresan como una función de la frecuencia de oscilación (Figura 2).



En los dispositivos FOT disponibles comercialmente, la señal oscilatoria se aplica en el inicio de la vía aérea, donde el flujo y la presión también son registrados. La amplitud de la señal de entrada es generalmente 0.2 kPa/s/L-1 . El altavoz que emite el oscilador está conectada a un medidor de flujo, junto con un filtro bacteriano de baja resistencia y una boquilla.

Todas las señales deben someterse a un filtro de paso bajo analógico para eliminar ruido de alta frecuencia. El equipo requiere una calibración diaria con impedancia de referencia en un rango $1.5\text{-}2.5 \text{ kPa/s/L-1}$. Un error máximo

de 10% o 0.1 kPa /s/ L-1. Cuanto mayor sea, se requiere para obtener más detalles sobre las características del material.

El niño debe estar sentado con sus mejillas y el piso de la boca con el apoyo de un adulto. El adulto también debe controlar el movimiento o deglución del menor. La señal debe ser aplicada durante varios ciclos de respiración; un ciclo dura rutinariamente dura 8-16 s. La maniobra debe observarse con un adecuado flujo de volumen corriente para considerarla aceptable (Figura 3).



La confiabilidad de la técnica de ruido pseudoaleatorio puede evaluarse por la función de coherencia (γ^2). Similar al coeficiente de correlación, es un valor entre 0 y 1, y verifica la linealidad del sistema (señal y respuesta del sistema respiratorio), una de las principales bases de la FOT.

Rrs disminuye con frecuencia creciente; valores obtenidos a frecuencias medias (4-10 Hz) son más confiables en evaluar la resistencia de las vías respiratorias y generalmente se informan.

El coeficiente de variación se ha determinado $<10\%$ en niños pequeños para la repetibilidad inter e intramedición.

Rrs está relacionado con la altura y la edad, y el sexo no parece influenciar a Rrs en los niños en edad preescolar.

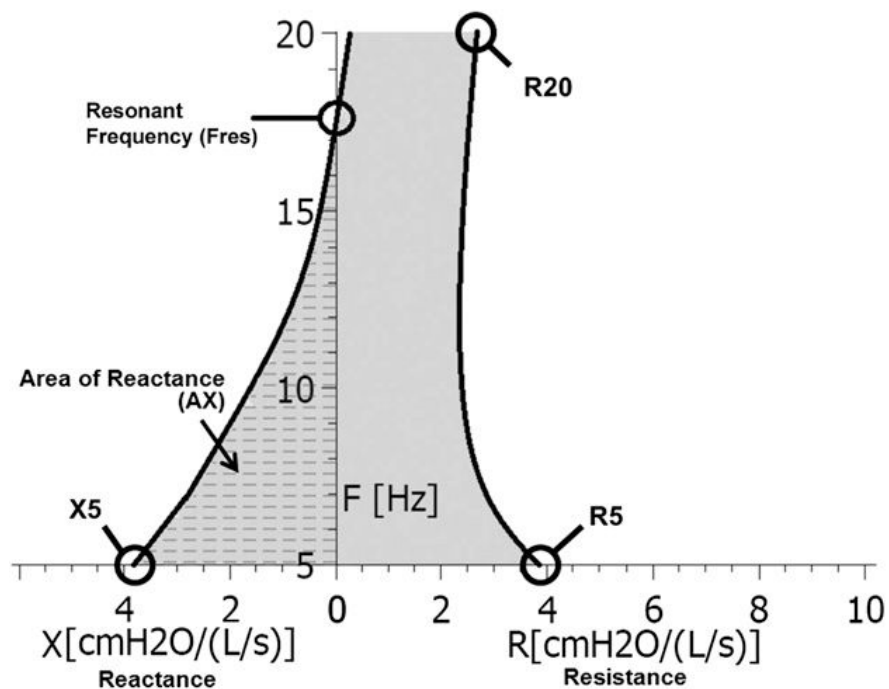
La FOT es muy fácil de realizar y $> 80\%$ de los niños pequeños pueden lograr mediciones confiables en el primer intento. La FOT ha demostrado detectar la obstrucción de la vía aérea, particularmente en los síntomas niños, y la capacidad de respuesta de las vías respiratorias a broncodilatadores o broncoconstrictores. La reproducibilidad de la técnica no parece estar influenciado por la enfermedad bronquial. Para ser significativo, cualquier cambio después de la administración farmacológica o un desafío físico, debe estar fuera de la variabilidad de la técnica. Para determinar una respuesta "positiva" a los broncodilatadores, Rrs (frecuencia <10 Hz) tiene que disminuir 15-40% de la línea de base o 27% de lo predicho. No se ha validado ningún punto de corte para un pruebas de reto bronquial.

La impedancia respiratoria es la suma de todas las fuerzas que se oponen a los impulsos de presión generados. La resistencia y la reactancia reflejan información acerca de la vía aérea de conducción. Mientras la distensibilidad refleja la elasticidad de la vía aérea, la inercia es la fuerza inerte de la columna de aire en movimiento. La inercia predomina ante frecuencia elevada. La reactancia a 5Hz (X5) refleja el efecto combinado de la elastancia y la inercia. A pesar de la baja frecuencia, el efecto de la elastancia

del tejido pulmonar en la vía aérea pequeña es dominante. La inercia representa un valor positivo y la capacitancia un valor negativo.

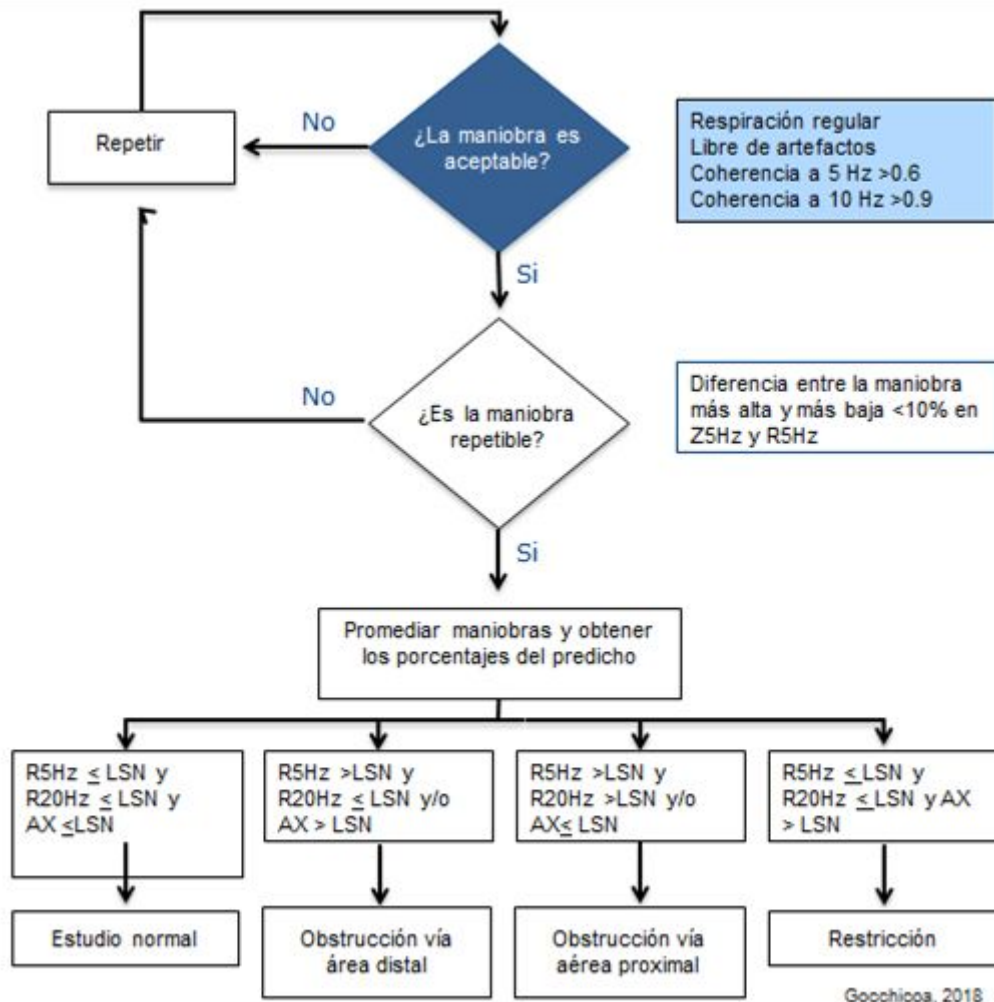
La frecuencia intermedia en la que la reactancia es nula, se conoce como frecuencia de resonancia (F_{res}); ocurre cuando las magnitudes de pérdida capacitancia e inercia son iguales. Por debajo de F_{res} , predominan las propiedades elásticas del pulmón; mientras que por debajo de F_{res} , domina la inercia. El valor de F_{res} tiende a ser mayor en niños, disminuye con la edad; se espera elevado en estados obstructivos y restrictivos.

El área de reactancia (AX) es otro parámetro común para interpretar IOS. AX representa el área total de reactancia en todas las frecuencias entre 5Hz y F_{res} . Este valor comprende todas las frecuencias medidas por IOS donde las propiedades elásticas del pulmón (capacitancia) dominan la inercia (figura 4). Tal como X_5 , este valor, provee información respecto a obstrucción de la vía aérea periférica.



La resistencia en 5Hz (R5) representa la resistencia total de la vía aérea, y la resistencia en 20 Hz (R20) representa la resistencia de la vía aérea de gran calibre. Se puede inferir la resistencia de la vía aérea pequeña restando R20 - R5, la cual puede utilizarse junto con X5, Fres y AX para reflejar cambios en el grado de obstrucción de la vía aérea periférica (Figura 5).

La coherencia es un parámetro importante para la práctica al interpretar la validez de los resultados de la IOS; cuyo valor debe situarse entre 0 y 1. Refleja la reproductibilidad de la impedancia y la medición se basa en la comparación entre el flujo aéreo que entra al pulmón y el flujo de presión que regresa de la vía respiratoria. La coherencia a 5Hz, aunque aún no existen valores de corte en niños, debe ser idealmente >8 cmH₂O; este valor se verá disminuido por una técnica inadecuada.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según las estimaciones más recientes de la OMS, publicadas en diciembre de 2016, en 2015 hubo 383 000 muertes por asma. Inicia en la infancia y puede persistir durante la adolescencia y en los adultos de todo el mundo. La mayoría de las muertes por asma se producen en los países de ingresos bajos y medianos bajos. Ha incrementado su prevalencia en las últimas décadas, asociada con factores como antecedentes personales o familiares de atopía, infecciones virales, medicamentos, alérgenos, ejercicio, humo del tabaco y aire de mala calidad. La espirometría es el estándar de oro en la evaluación de pacientes con asma. La oscilometría de impulso es una prueba que evalúa la mecánica pulmonar que ha demostrado ser útil en la evaluación de pacientes poco cooperadores en estudios dependientes de esfuerzo, nos permite medir la resistencia y reactancia del sistema respiratorio y se ha propuesto como una técnica que puede detectar cambios tempranos en la mecánica pulmonar. La utilidad de esta prueba se ha propuesta específicamente en aquel grupo de pacientes que presentan una espirometría normal, así como aquellos con limitaciones para realizar otras pruebas de función pulmonar o incluso con contraindicaciones para las mismas.

Las pruebas de función respiratoria están bien establecidas en niños. Sin embargo, niños entre 2 a 6 años de edad representan un verdadero reto en la evaluación de la función pulmonar ya que no se recomienda sedarlos para cooperar con maniobras respiratorias.

Suelen ser emocionalmente vulnerables y tienen un corto lapso de atención. Se recomiendan piezas bucales con filtros de baja resistencia para estas mediciones.

La posibilidad de una respuesta significativa a broncodilatador, es más baja al incremento de los valores basales en la espirometría. Hipotéticamente, una respuesta positiva a broncodilatador podría revelar una obstrucción leve de la vía aérea central con FEV1 / FVC justo por encima del límite inferior de la normalidad (LIN) o una presentación leve de obstrucción de las vías respiratorias pequeñas, definido por una reversibilidad de la capacidad vital forzada (FVC) del 10% o mayor.

De acuerdo con esto, la respuesta positiva a broncodilatador se asociaría con una capacidad pulmonar total similar (TLC), pero un aumento de volumen residual en comparación a la capacidad pulmonar total y resistencia en comparación con pacientes que presentaran ausencia de respuesta a broncodilatador.

También se ha descrito que la oscilometría detecta la respuesta de la vía aérea más rápido que la espirometría. Entre mayor sea la variabilidad de los parámetros de impedancia, existe una sensibilidad similar entre ambos métodos.

Por lo tanto, la oscilometría en niños, debería considerarse para corroborar la hiperreactividad de la vía aérea. Otra ventaja de las oscilometría es que requiere cooperación mínima, lo cual impone menor estrés al paciente

para realizar la prueba. Siendo particularmente favorable en el diagnóstico de asma a corta edad.

Existe un porcentaje de pacientes que acuden al laboratorio de fisiología respiratoria a realizarse una prueba de espirometría, con sospecha clínica de asma y antecedente de sibilancias, cuyo resultado presenta valores normales ó limítrofes, no siendo confiable el diagnóstico funcional final. El grupo de fisiología respiratoria del INER ha publicado las ecuaciones de referencia de IOS en menores de 14 años de edad, y éste ha sido validado, así mismo, ha publicado el procedimiento y el algoritmo para hacer el diagnóstico funcional respiratorio. El presente estudio pretende describir el diagnóstico funcional respiratorio mediante IOS y evaluar la variabilidad de los principales componentes de la IOS en el uso diario en este laboratorio de alta demanda.

OBJETIVOS

1. Describir el patrón funcional respiratorio obtenido por oscilometría de impulso utilizando el algoritmo diagnóstico de interpretación para la IOS.
2. Describir el coeficiente de variabilidad de los diferentes parámetros reportados en la IOS
3. Evaluar la correlación diagnóstica de la IOS con el de la espirometría

HIPÓTESIS

Debido a que se trata de un estudio descriptivo, no se requiere una hipótesis

MÉTODOS

Diseño del estudio:

Investigación clínica observacional, analítica y transversal

Población de Estudio:

Se revisarán todos los estudios de oscilometría de impulso realizados en el Departamento de Fisiología Respiratoria del INER, en menores de 14 años de edad durante el periodo de febrero de 2013 a enero de 2016.

Criterios de selección

Inclusión: Estudios realizados en menores de 14 años de edad ambos géneros

Oscilometría de impulso con los resultados completos de todas las maniobras realizadas (Figura 5).

Exclusión: Estudios incompletos

Eliminación: Estudios que no cuenten con alguna variable para hacer el diagnóstico funcional (R5, R20, AX, X5).

Descripción general del estudio

Se realizará un estudio descriptivo, y transversal en el cual se obtendrán todos los estudios de oscilometría de impulso realizados de febrero de 2013 a enero de 2016 en menores de 14 años de edad. Se realizará una base de datos con los resultados y se evaluará el diagnóstico funcional respiratorio, el coeficiente de variación de las diferentes variables y la correlación del diagnóstico funcional con la espirometría.

ANÁLISIS

Las características generales de la población se mostrarán en medias y desviaciones estándar o medianas y mínimos-máximos de acuerdo a la distribución de las variables. Las comparaciones se realizarán con la prueba de t-student o con la de rangos señalados de Wilcoxon de acuerdo a la distribución de los datos. Se calculará la variabilidad de las mediciones mediante el coeficiente de variación. Se utilizará el coeficiente de correlación kappa para evaluar la concordancia en el diagnóstico funcional respiratorio (tablas 1 y 2). El tamaño de muestra será por conveniencia y se incluirán todos los resultados de IOS encontrados en los equipos de IOS del laboratorio durante el período 04 de abril de 2013 hasta 04 de junio de 2016.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se correlacionó el valor diagnóstico de cada prueba, encontrando que hasta en 5% de la población que presenta alteración de las resistencias mediante oscilometría, no se diagnosticaría por espirometría. Por lo tanto, la oscilometría de impulso (iOS) debe de solicitarse en caso de sospechar hiperreactividad de la vía aérea.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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(12): p. 1304-45.
2. Zahran HS, et al. Vital Signs: Asthma in Children - United States, 2001-2016. *CDC MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2018 Feb 9;67(5):149-155.
3. Mancilla-Hernández, E. Prevalencia de asma y determinación de los síntomas como indicadores de riesgo. *Revista Alergia México*. Vol 62, N. 4, oct-dic, 2015.
4. World Health Organization. Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention. Update 2018.
5. *GUIMA Rev Alerg Mex*. 2017;64 Supl 1:s11-s128 GUIMA 2017
6. Meneghini AC. Accuracy of spirometry for detection of asthma: a cross-sectional study. *Sao Paulo Med. J.* 135(5) São Paulo Sept 2017.
7. Forced oscillometry is applicable to epidemiological settings to detect asthmatic children. *Boccaccino A1. Allergy Asthma Proc*. 2007. Mar-Apr;28(2):170-3.
8. Bickel, s, et al. Impulse Oscillometry. Interpretation and Practical Applications. *Chest*. 2014 Sep;146(3):841-847.
9. Czövek, D., Peták, F. et al. Spirometry and Force Oscillations in the detection of Airway hyperreactivity in Asthmatic Children. *Pediatr Pulmonol*. 2012 Oct;47(10):956-65.
10. Meyer-Peirano, R. Oscilometría de impulso (IOS) en niños. *Neumol Pediatr*. 2010; 5 (2): 89-95.
11. Meyer-Peirano, R. Espirometría forzada versus oscilometría de impulso / Forced spirometry versus impulse oscillometry. *Neumol Pediatr* 2017; 12 (4): 187 – 193.
12. N. Beydon. Pulmonary function testing in young children. *Paediatric Respiratory Reviews* 10 (2009) 208–213.