



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS
“DR. IGNACIO CHÁVEZ”**



**HOSPITAL INFANTIL DE MORELIA
“EVA SÁMANO DE LÓPEZ MATEOS”**

***FUNCIÓN PULMONAR Y CORRELACIÓN CON EL ESTADO NUTRICIONAL EN
NIÑOS CON SOSPECHA DE ASMA ATENDIDOS EN EL HOSPITAL INFANTIL
DE MORELIA DE 2017 A 2020***

Tesis de Especialidad para obtener el título de

Médico Pediatra

Presenta:

Maricruz Pérez Molina

ASESOR DE TESIS: Dra. María del Carmen Chávez Yépez

Médico Neumóloga Pediatra

COLABORADOR: Dr. José Luis Martínez Toledo

Coordinador del Servicio de Enseñanza e Investigación

Morelia, Michoacán, enero del 2024.

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de investigación a mi familia, porque siempre han estado al pendiente, apoyándome, cuidándome y alentándome a seguir mejorando. Por el cariño, el amor e incluso las llamadas de atención que me permiten crecer, porque sin ellos no sería la persona que soy hoy en día. Por mantenerme firme con los pies en la tierra, y al mismo tiempo apoyando cada sueño, cada loca idea que se me ocurre, incluso cuando no siempre están de acuerdo con mis decisiones, y más que nada, por enseñarme a disfrutar de los frutos del esfuerzo y la perseverancia. Especial dedicatoria a mi hermana por las veces en las que me ayudó a recordar por qué amo hacer lo que hago, por compartir conmigo el amor por los niños, por el lazo inseparable a lo largo de mi vida y porque no puedo ni imaginar a una mejor hermana en todo el mundo.

A mis amigas, Andrea y Olivia, por años de amistad, de vivencias, por las visitas y salidas “de doctor” o hasta de postguardia, porque un día las conocí como compañeras de escuela, sin imaginar que se convertirían en no solamente mis compañeras de vida, sino en mis hermanas del alma, y porque por muy diferentes que sean nuestros caminos siempre encontramos un momento para olvidarnos del estrés de la vida y compartir como si no pasara el tiempo.

Y a las personas maravillosas que me permitió conocer la pediatría: Almita, mi inseparable compañera de guardia, porque nadie más que ella podría entender lo dura y al mismo tiempo maravillosa que fue esta etapa, gracias por cada risa, por cada lágrima, por cada abrazo, y por cada guardia atoradora escuchando a las 3am desde ópera, Glee, Adele, Michael Bublé, y hasta Hannah Montana, descubriendo que siempre podemos dar más allá de lo que creíamos que eran nuestros límites; gracias más que nada por recordarme en los peores momentos por qué seguir adelante. Y a Aponte, Kealsy y mis hijitas de Zamora: Paulette y Jacquie, por compartirme su luz y aguantarme en los meses más duros en los que ni yo me aguantaba, por los apapachos, las salidas, la motivación, los viajes cantando, los sueños compartidos, y sobre todo por enseñarme que a veces está bien no estar bien, pero que no importa lo que suceda siempre puedo reinventarme y volver a brillar una vez más.

Agradecimientos

Gracias a Dios, por permitirme la oportunidad de estar en donde estoy, y porque a pesar de los obstáculos me permite continuar adelante por mis sueños cada día.

Gracias a mis maestros de toda la vida, por compartirme un poco de ustedes, por enseñarme mil mundos fuera de mi cabeza, por las enseñanzas, la paciencia y por ser modelos de vida en las diferentes áreas.

Gracias a mi querido Hospital Infantil, en todas sus versiones, por siempre hacerme sentir en casa desde el internado, por los pacientes y sus familias en las que me dejó ser partícipe, por las grandes personas que me permitió conocer y por darme otra familia estos 3 años.

Gracias a mis médicos adscritos que me han enseñado a amar cada vez más este maravilloso mundo, a siempre dar lo mejor por cada paciente, por formar mi temple y carácter en las situaciones duras y por regresarme al buen camino cuando me perdía.

Gracias a mi asesora, la Dra. Carmelita, por la paciencia en este proyecto, por su tiempo y esfuerzo dedicados. Al Dr. Toledo por todas sus observaciones y correcciones. Al inhaloterapista Carlos, por la disposición para proporcionarme los datos de esta investigación.

Gracias al personal de enfermería, porque más de una vez me cuidaron como su hija o hermana, por acompañarme en el camino, por alegrar el momento y por enseñarme a acompañar a mis niños y sus familias.

Índice de contenido

Abreviaturas.....	6
Resumen.....	7
Abstract	7
Marco teórico.....	8
Definición de la enfermedad	8
Epidemiología	8
Fisiopatología.....	10
Diagnóstico	13
La espirometría como prueba auxiliar diagnóstica en el asma	14
El estado nutricional como factor modificador de la función pulmonar en los valores espirométricos.....	16
Tratamiento	18
Complicaciones.....	19
Planteamiento del problema a investigar.....	19
Justificación	20
Magnitud del problema	20
Trascendencia.....	20
Vulnerabilidad	21
Contribución de la investigación a la solución del problema estudiado	21
Factibilidad	22
Hipótesis de trabajo.....	22
Objetivos	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos	22
Material y métodos	23
Universo de estudio.....	23
Tamaño de la muestra.....	23
Criterios de inclusión	23
Criterios de exclusión	23

Criterios de eliminación.....	23
Definición de variables y unidades de medida:.....	24
Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información	26
Procedimientos a realizar para el procesamiento y tratamiento estadístico	26
Aspectos éticos	26
Organización de la investigación	27
Programa de trabajo.....	27
Recursos humanos.....	27
Recursos materiales	28
Presupuesto.....	28
Plan de difusión y publicación de resultados	28
Resultados.....	29
Discusión	38
Conclusiones	41
Recomendaciones	41
Referencias bibliográficas.....	42
Anexos	47

Abreviaturas (según orden de aparición):

1. TSLP: linfopoyetina estromal tímica
2. IL: Interleucina
3. ILC2: células linfoides innatas del tipo 2
4. APCs: células presentadoras de antígenos
5. Th2:
6. CD: cluster of differentiation
7. IFN γ : interferón gamma
8. NK: natural killer
9. FEV 1: volumen espiratorio forzado en el primer segundo
10. Ig: inmunoglobulina
11. MCP 1: proteína 1 quimiotáctica de monocitos
12. TNF: factor de necrosis tumoral
13. IP – 10: IFN γ inducible protein 10
14. IMC: índice de masa corporal
15. CDC: Centers for Disease Control and Prevention
16. SABA: agonista beta 2 adrenérgico de acción corta
17. FVC: capacidad vital forzada

Resumen

El asma es una enfermedad inflamatoria crónica caracterizada por una obstrucción reversible de la vía aérea, si bien es sabido que existe una amplia fuente de factores desencadenantes es importante tener en cuenta que los principales factores que influyen en su evolución es todo aquel que pueda condicionar su descontrol. En estudios recientes se ha demostrado la relación entre el impacto de las alteraciones del estado nutricional y el descontrol del asma, especialmente en lo referente a sobrepeso y obesidad, al tratarse de un estado proinflamatorio que a su vez puede empeorar la evolución natural del asma aumentando así episodios de exacerbación y descontrol de la enfermedad. Una gran parte de la investigación en población adulta ha demostrado que el sobrepeso y la obesidad tienen un impacto negativo sobre las capacidades funcionales pulmonares; sin embargo, hay pocas referencias respecto de las edades pediátricas, por lo que aún es un marco poco definido para este último grupo etario. La presente investigación se enfoca en realizar un análisis de la posible correlación entre el estado nutricional y los valores espirométricos como reflejo de los valores de función pulmonar.

Palabras clave: Asma, estado nutricional, espirometría, FEV1, FVC, FEV1/FVC

Abstract

Asthma is a chronic inflammatory disease characterized by a reversible obstruction of airway, although it is known there are many triggers it is important to notice that the major factors involved in its development are those that influence any kind of descontrol. It has been reported recently the relation between the disturbance of the nutritional condition and uncontrolled asthma, specially when referring to overweight and obesity when it comes to a proinflammatory state which can worsen natural course disease by increasing exacerbation episodes and descontrol. Even though most of the literature referring to adults had demonstrated there is a negative relation between overweight and obesity on asthma and lung functional capacity; there is a lack of information when it comes to children population. This search focuses on analyzing the relation between nutritional condition and spirometry values as lung function representation.

Marco teórico:

Definición de la enfermedad

En este estudio de investigación se describen 2 problemas principales de salud pública no sólo en edades pediátricas, sino con afección en todos los grupos etarios: asma y alteraciones en el estado nutricional. El asma es la enfermedad respiratoria crónica más común en la población pediátrica cuyo origen es multifactorial y está determinada por factores predisponentes y desencadenantes que resultan en un fenotipo específico¹. La inflamación crónica de la vía aérea se asocia con hiperreactividad bronquial que a su vez condiciona una obstrucción al flujo de aire que es reversible². Por otro lado, respecto de las alteraciones en el estado nutricional son todas aquellas variaciones dependientes de un desequilibrio entre el aporte de nutrientes diarios y la demanda metabólica o consumo de los mismos a nivel celular, derivando así, según sea el caso en bajo peso, sobrepeso u obesidad².

Epidemiología

Respecto de la epidemiología tenemos que describir varios puntos importantes al enfrentarnos a 2 grandes problemas de salud. El primero de ellos es la incidencia tanto de asma como de las alteraciones del estado nutricional por sí solos. Respecto a ello tenemos que el asma tiene una prevalencia general del 1 al 18% abarcando todas las edades, con hasta 250,000 muertes al año². Por otra parte, su prevalencia global en edad pediátrica abarca entre 11.6-13.7%, con una mortalidad que va de 0.03 a 0.4%, además de tener un impacto económico importante. En un estudio realizado en México en 2006 se hizo un análisis del impacto económico que condiciona esta patología al comentar la estimación de inversión familiar al contar con un niño asmático de hasta el 19% del ingreso en cuestiones relacionadas con la enfermedad, agregando a esto el ausentismo laboral de los cuidadores que va de 2-5 días por año. Respecto de las alteraciones en la nutrición, según la Organización Mundial de la Salud en el período comprendido entre 1975 y 2016 la prevalencia de obesidad en edades pediátricas pasó de 4 a

18%. Además, en un estudio del 2017 realizado en California¹ se encontró un aumento de adiposidad central y obesidad relacionadas con mayor ingesta de comida rápida, bebidas azucaradas, mostrando frecuencia de hasta 20.6% en adolescentes de 12 a 19 años de edad. Según estudios reportados, hay una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en el género femenino, así como una mayor prevalencia en edades escolares³. Incluso se estima un incremento de hasta 8 veces en la población comprendida entre 5 y 19 años entre 1975 y 2016⁴. En nuestro país el estado nutricional en la edad pediátrica es un tema de gran importancia al reportarse un aumento en la cantidad de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad encontrando una afección en hasta el 35% de los niños y adolescentes⁵, mientras que la desnutrición o bajo peso se encuentra con una prevalencia de hasta 14.2 tan sólo en la población menor de 5 años en el país⁶. Si bien no hay mucha literatura que lo describa dentro de la edad pediátrica, se observa una asociación importante entre la presentación de asma en interacción con el sobrepeso y obesidad. De acuerdo a 2 meta análisis publicados en el 2013 y 2019 enfocados hacia la asociación entre el fenotipo asmático y su correlación positiva con sobrepeso y obesidad, se encontró un riesgo incrementado del 20% en la población con sobrepeso y de hasta el 40% en población con obesidad⁷. Llama la atención un notable empeoramiento a la respuesta a tratamiento y calidad de vida de los pacientes con asma; en el caso de la desnutrición o bajo peso el panorama no mejora encontrándose estudios que demuestran una interacción en la dinámica ventilatoria debido a la debilidad de los músculos por déficit proteínico asociándose a disminución de los valores espirométricos comprometiendo así la respuesta y evolución del asma.⁵

Fisiopatología

Para poder entender la interacción entre ambas entidades, es necesario que primero podamos establecer la fisiopatología de cada una por separado.

Respecto del asma, es muy probable que las alteraciones fisiopatológicas y la inflamación subsecuente en la vía aérea sea el resultado de la interacción de diversos factores genéticos y ambientales⁷, así como factores de riesgo y función pulmonar en cada individuo, permitiendo clasificarle en 2 endotipos diferentes según la respuesta desencadenante molecular, es decir 2 grupos de pacientes que comparten rasgos similares, los cuales se han denominado como T2 high, también llamado endotipo 2, y T2 low o endotipo no T2 high.

T2 high es el tipo clásico de presentación, que está relacionado con infiltración de la vía aérea por eosinófilos con subsecuente activación de la cascada de inflamación, activada a su vez por células epiteliales de la vía aérea tras la exposición a un alérgeno, lo cual deriva en la liberación de citocinas denominadas alarminas, que incluyen TSLP (linfopoyetina estromal tímica), IL-25 y 33 (interleucina 25 y 33), que se encargan de la activación de ILC2s (células linfoides innatas del tipo 2) y APCs (células presentadoras de antígenos), esto a su vez aumenta la secreción de IL-5 y 13, las cuales son responsables de la respuesta T2 y están implicadas en la remodelación de la vía aérea. A su vez, las APCs presentan el alérgeno a los linfocitos CD4 (Cluster of differentiation) ocasionando una mayor producción de IL-4,5 y 13⁸ y aumentando así la migración de eosinófilos al sitio de inflamación, así como la liberando de proteínas citotóxicas (proteínas básicas mayores, peroxidasa, proteína catiónica, neurotoxinas), broncoconstrictores (leucotrienos cisteinil) y factores activadores de remodelación^{4,9}.

El endotipo T2 low está caracterizado por la ausencia de infiltrado de eosinófilos en donde la respuesta inflamatoria es secundaria a una polarización con respuesta de tipo T1 mostrando un aumento de los niveles de interferón gamma (IFN γ)^{4,10}. La mayor parte de estos pacientes cursan con aumento en la infiltración de neutrófilos, hiperreactividad bronquial y resistencia a la insulina, por lo que este endotipo habitualmente se asocia a pacientes que cursan con alguna patología en

el espectro de resistencia a la insulina y que habitualmente tienen mayor cantidad de eventos de exacerbación del asma.

Frecuentemente el endotipo T2 high está asociado a aparición temprana y asma atópica en edades pediátricas, mientras que el T2 low está relacionado con aparición tardía y fenotipo no atópico, más frecuentemente en adultos con comorbilidades como tabaquismo y obesidad⁴.

Por otro lado, en nuestro país el estado nutricional de la población pediátrica es un tema que ha ganado gran importancia en las últimas décadas al encontrarse en aumento principalmente la cantidad de niños y adolescentes con algún grado de sobrepeso y obesidad; gran parte de la literatura en los últimos años se ha enfocado en el estudio y descripción de los procesos fisiopatológicos que conllevan al desarrollo de éstos tras considerarse como una de las principales pandemias silenciosas relacionada a un sinnúmero de complicaciones que incluyen aumento en la morbimortalidad no sólo en la edad pediátrica, sino también en todas las edades; sin embargo la desnutrición o bajo peso no deja de ser un foco de alarma. Es ya conocido que el exceso de grasa corporal altera el funcionamiento del diafragma, provocando así disminución de la distensión pulmonar y ocasionando hipoventilación e hipoxemia; de acuerdo a la literatura, se ha encontrado un aumento de riesgo hasta en un 20% en pacientes con sobrepeso e incluso 2 veces mayor riesgo en pacientes con obesidad¹¹. La interacción de las bases fisiopatológicas entre el exceso de grasa corporal y su interacción con la función pulmonar podría explicarse por 3 procesos fisiopatológicos⁵:

1. Impedimento mecánico:

El aumento en el tejido adiposo en abdomen y pared torácica condiciona disminución en el volumen tidal con disminución subsecuente de la elasticidad de las fibras de músculo liso de la vía aérea lo que ocasiona un incremento en la resistencia de la vía aérea, y posteriormente conforme aumentan los eventos de hiperreactividad bronquial se produce también remodelación de la vía aérea

ocasionando una disminución del volumen pulmonar, especialmente en el volumen de reserva espiratoria y capacidad residual funcional^{4,12}.

2. Producción de adipocinas:

Como ya es sabido, el tejido celular subcutáneo es considerado un órgano del sistema endócrino al producir hormonas reguladoras de inflamación y del metabolismo, entre las cuales se encuentran aumento en la producción de leptina y resistina, así como disminución de producción de adiponectina¹³.

En el caso de la leptina, su producción es directamente proporcional a la cantidad de adipocitos presentes, y actúa como hormona proinflamatoria induciendo la quimiotaxis de neutrófilos, además de aumentar la producción de especies reactivas de oxígeno, células NK (natural killer) y activación de macrófagos, con producción secundaria de citocinas T1 como IL-6, IFN γ ; además, los niveles altos de leptina han sido asociados con un aumento en el riesgo de desarrollo de asma bronquial, particularmente entre fenotipos atópicos⁴. También se han descrito investigaciones que asocian la sobreroducción de leptina como responsable del patrón obstructivo en pacientes obesos¹⁴.

La adiponectina ha sido asociada como hormona protectora contra asma, encontrándose estudios que demuestran que niveles bajos de adiponectina están asociados a mayor riesgo de desarrollo de asma, especialmente entre mujeres en edades peripuberales¹⁵. Aunque no se han descrito modelos experimentales moleculares en humanos, hay estudios en modelos animales que concluyen que niveles altos de adiponectina ocasionan una supresión en el reclutamiento de eosinófilos y disminuyen el reclutamiento de citocinas de tipo T2¹⁶.

Los niveles de resistina sérica han mostrado una correlación positiva con la concentración de metacolina, ocasionando la caída de hasta el 20% del FEV1, y una correlación negativa con la cuenta eosinofílica y de IgE (inmunoglobulina E) sérica total. Además, se ha descrito un incremento de la resistina sérica en paciente con sobrepeso/obesidad, y fenotipo asmático⁴.

3. Inflamación hipóxica:

El depósito rápido y extenso de tejido adiposo genera un ambiente hipoxémico que conduce a la activación de monocitos, aumentando la producción de citocinas inflamatorias como proteína 1 quimiotáctica de monocitos (MCP-1), factor de necrosis tumoral (TNF), e IP-10, es decir, se activa el perfil inmunológico de tipo T1, ocasionando a su vez infiltración bronquial por neutrófilos y empeorando la respuesta inflamatoria en el asma por el aumento de producción de IL-6^{4, 17}.

Diagnóstico

En este estudio de investigación se contemplan dos problemas de salud principales, así como su correlación: por un lado, tenemos las alteraciones en el estado nutricional ya sea peso bajo secundario a una disminución en el aporte de nutrientes o por el otro lado, su opuesto, el sobrepeso y obesidad relacionados a la interacción de elementos como el exceso de aporte calórico y la carga genética de cada paciente. El diagnóstico en estas alteraciones y su clasificación depende del cálculo de índice de masa corporal (IMC), denominando éste como el cociente entre peso en kilogramos dividido entre el resultado de talla expuesto exponencialmente al cuadrado en unidades de metro (peso (kg)/talla²(m²)). Es importante recordar que la principal limitante del IMC es que no distingue entre la grasa magra y masa corporal, ni entre grasa visceral y grasa subcutánea^{2,18}, además de que en edades pediátricas, al cambiar la disposición del tejido celular subcutáneo, así como de tejidos óseo y muscular según la edad biológica y sus cambios dinámicos en los procesos fisiológicos, lo hace una prueba diagnóstica insuficiente, por lo que en edades pediátricas es necesario graficarlo posteriormente de acuerdo a los lineamientos de la CDC con gráficas acorde a su sexo y edad para poder clasificarlo en 1 de 4 grupos¹⁹:

- Peso bajo si el IMC se encuentra debajo de la percentila 5.
- Peso normal si el IMC está por arriba de la percentila 5 y por debajo de la 85.
- Sobrepeso si el IMC está por arriba de la 85 pero debajo de la 95.

- Obesidad si el IMC está en la percentila 95 o por arriba de ésta.

Por otro lado tenemos al asma como problema de salud, que si bien su diagnóstico actualmente representa un reto, tenemos diversos criterios diagnósticos, siendo hasta el momento principalmente clínico al reunir criterios que incluyen antecedente de sibilancias, tos, habitualmente seca que empeora por las noches o a inicios de la mañana y dificultad respiratoria^{2,18}, habitualmente se cuenta con antecedente de esta tríada sintomática que inicia o empeora tras realización de ejercicio, presencia de infecciones virales respiratorias, expresiones emocionales fuertes como reír o llorar, estrés, entre otros. Además de la sintomatología, se refiere necesidad de realizar una historia clínica completa que incluya antecedente de perfil atópico ya sea en el menor o familiares de primera línea, recordando que en más del 50% de los casos se trata de pacientes con otras comorbilidades atópicas, tales como rinitis alérgica y/o dermatitis atópica, además de que la mayoría de ellos tiene al menos antecedente de contar con al menos uno o ambos padres con algún grado de fenotipo atópico. Agregado a los antecedentes referidos en la historia clínica podemos apoyarnos de estudios diagnósticos complementarios, como la realización de espirometrías forzadas en aquellos pacientes escolares por arriba de 6 años, para hacer evidente la reversibilidad de la obstrucción del flujo aéreo después de la administración de un broncodilatador de acción rápida (SABA) con un aumento del VEF1 del 12% y 200 ml² según valor previo a SABA. En pacientes con asma persistente se sugiere realizarse además pruebas cutáneas o IgE específica complementaria para evaluar la sensibilización, principalmente a aeroalérgenos y alimentos que se sospeche sean los desencadenantes de las crisis².

La espirometría como prueba auxiliar diagnóstica en el asma

La espirometría es una prueba de función respiratoria que permite evaluar las propiedades mecánicas de la respiración al medir volúmenes y flujos que reflejan la máxima cantidad de aire que puede ser exhalada desde un punto de máxima inspiración, ésto mediante la medición de 3 parámetros fisiológicos^{21,20,22}:

1. Capacidad vital forzada (FVC): se refiere al volumen máximo de aire exhalado de forma forzada tras una inspiración máxima²¹.
2. Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV 1): volumen máximo de aire exhalado en el primer segundo tras realizar una maniobra de FVC²¹.
3. Relación FEV 1/FVC: es la fracción o porcentaje de la FVC espirada en el primer segundo de la maniobra²¹.

El FEV1 es un marcador de resistencia de la vía aérea y complianza pulmonar, del cual se ha encontrado aparentemente no tener relación o un discreto aumento en aquellos niños con sobrepeso y obesidad. FVC es un indicador de complianza tanto pulmonar como de la caja torácica²³.

Estos 3 parámetros nos permiten extrapolar dichos volúmenes y flujos a 2 curvas graficadas: la curva volumen – tiempo, y la curva flujo – volumen. De acuerdo a las características descritas en estas curvas y previo a la interpretación del estudio, es necesario considerar su grado de calidad, según cumpla o no criterios de aceptabilidad, repetibilidad y realización adecuada de la maniobra^{21,22}, considerando únicamente como viables, a aquellas pruebas clasificadas dentro de grado de calidad A, B ó C, que son las analizadas en este estudio de investigación. Una vez clasificada como viable, se procede a clasificar según la relación FEV 1/FVC en 3 patrones espirométricos: Normal, neumopatía obstructiva $FEV1/FVC < 0.7$, neumopatía sugerente restrictiva $FEV1/FVC > 0.7$ con FVC menor al 80% predicho⁵ especificando que en pacientes pediátricos se puede considerar el índice FEV1/FVC de referencia de 0.85²⁵ Para poder considerar una espirometría como prueba auxiliar de asma, es importante demostrar la reversibilidad de la obstrucción del flujo aéreo después de la administración de un broncodilatador de acción rápida (SABA), prueba que será considerada como positiva al mostrar aumento del FEV1 del 12% y 200ml^{2,24,21}, aunque es elemental recordar que una prueba negativa o con ausencia de variabilidad a broncodilatador no excluye el diagnóstico de asma^{20, 24, 25}.

El estado nutricional como factor modificador de la función pulmonar en los valores espirométricos

Recientemente se ha descrito una posible interacción entre las características del fenotipo asmático con mal control y respuesta a tratamiento asociado principalmente a aquellos pacientes que presentan algún grado de sobrepeso y/u obesidad, lo cual incluye la interacción con diferentes factores como resistencia a la insulina, dislipidemia, distribución de grasa corporal, hábitos dietéticos, entre otros^{4,25, 26}.

En adultos se ha descrito que hay una asociación inversa entre el IMC y los volúmenes pulmonares lo que refleja que la obesidad ocasiona un problema restrictivo relacionado con cambios en la propiedad de elasticidad de la pared torácica, lo cual a su vez condiciona disminución del calibre de la vía aérea y aumento de su resistencia al flujo de aire²³ sin embargo, aunque aún hay poca literatura descrita en pacientes pediátricos, se ha demostrado que en este grupo etario ocurre la situación contraria, mostrando que a medida que aumenta el IMC suele ocurrir un incremento de FVC y FEV1^{5,18,27}; probablemente secundario a que el exceso de masa corporal ocasiona un desajuste entre el crecimiento de la vía aérea y el tejido parenquimatoso pulmonar^{28,27} tanto en su valor predicho como el absoluto, encontrando mejores porcentajes predichos en el sexo femenino y mejores porcentajes absolutos en el sexo masculino, aparentemente relacionado con mejor función pulmonar en el sexo masculino y con menor compromiso de la función pulmonar en pacientes del sexo femenino con asma³ así como en las diferencias de distribución entre masa muscular y grasa corporal dependientes del sexo²⁸, e incluso relacionados con la exposición y fluctuaciones de niveles séricos de progesterona y estrógeno, especialmente en edades peripuberales^{18, 31}. De acuerdo a un metaanálisis, se reporta que en pacientes con sobrepeso y obesidad el FEV1 fue 2.2% menor al predicho que en pacientes con IMC catalogado como normal Respecto del FVC se ha encontrado un incremento de éste en niños con sobrepeso u obesidad con un promedio en el aumento de 250ml, a diferencia de la población adulta en la que se encontró un decremento de 140ml en promedio. En

el mismo estudio se encontró un descenso del 2.4% del FEV1/FVC en población pediátrica vs 1.0% en adultos²³, probablemente como consecuencia en edades pediátricas a una desproporción de crecimiento entre el tracto respiratorio en relación con el parénquima pulmonar, además el aumento de tamaño pulmonar encontrado en niños con obesidad^{18,32}. Complementario a este concepto, hay incluso estudios en adultos que han concluido que paradójicamente un IMC comprendido entre 24 y 25 es el ideal para una adecuada función pulmonar, recordando que el IMC no distingue entre masa muscular y grasa magra, por lo que sería explicado una mejoría en la función pulmonar si el aumento del IMC es secundario al aumento de masa muscular, mejorando así la dinámica ventilatoria^{18,29}, por otro lado, si el aumento del IMC está asociado al aumento de grasa corporal localizada principalmente a nivel abdominal, ocurre una alteración de las características de presión y volumen a nivel torácico, restringiendo así el descenso del diafragma, y ocasionando una expansión pulmonar limitada^{28,30}, traducido en un patrón restrictivo de tipo no parenquimatoso. En estos individuos con obesidad moderada a severa, cuando el exceso de grasa magra es de predominio central, la alteración espirométrica inicial es la disminución del volumen de reserva espiratorio y es consecuencia del cierre precoz de las vías aéreas pequeñas con la subsecuente alteración en la ventilación/perfusión, mostrando una afectación directa de FEV1 y FVC⁵, incluso en algunas referencias literarias se reporta que hay afectación importante de los valores espirométricos únicamente cuando el IMC es mayor de 40³⁰, demostrando así que la obesidad se comporta como neumopatía restrictiva de tipo no parenquimatoso⁵.

En términos generales, podemos concluir que los adultos con obesidad tienen un descenso de FEV1 y FVC, y los niños con obesidad un descenso en FEV1/FVC^{23,18}, probablemente como consecuencia en edades pediátricas a una desproporción de crecimiento entre el tracto respiratorio en relación con el parénquima pulmonar, además el aumento de tamaño pulmonar encontrado en niños con obesidad^{18,32}.

Por otro lado, a diferencia de la interacción entre la obesidad y las alteraciones en la dinámica pulmonar, no está bien estudiado el impacto de la desnutrición y las alteraciones funcionales pulmonares. Sin embargo, en estos pacientes la fisiopatología implicada de las alteraciones espirométricas son el resultado de una interacción en la dinámica ventilatoria debido a la debilidad de los músculos por déficit proteínico asociándose a disminución general de los valores espirométricos⁵.

Tratamiento

Si bien, el manejo del asma sigue siendo un reto hoy en día, el tratamiento incluye dos piedras angulares: por un lado el control ambiental para limitar la exposición a factores desencadenantes que, como ya se había mencionado previamente, en la mayoría de los casos se trata de un aeroalérgeno y por otro lado la indicación de tratamiento farmacológico de acuerdo a su estadificación, según la gravedad y control de las manifestaciones que permite clasificar al paciente en 4 grupos: controlado, parcialmente controlado, no controlado y asma grave. Cualquiera que sea el grupo al que pertenezca, es importante recordar que el tratamiento farmacológico ideal es aquel que tenga la mejor respuesta para el control de las manifestaciones con la menor dosis efectiva necesaria y la menor cantidad de efectos secundarios adversos^{2,18}. De acuerdo al grupo farmacológico que pertenezca se puede dividir de la siguiente manera²:

- Rescate de uso agudo: broncodilatadores de tipo agonistas beta 2 adrenérgicos, anticolinérgicos inhalados y esteroides sistémicos
- Controladores de uso crónico o mantenimiento: esteroides inhalados y sistémicos, antileucotrienos, inmunoterapia específica, terapia monoclonal².

Complicaciones

Obesidad y sobrepeso relacionados con peor control, exacerbación severa de síntomas^{3,18,28}, mayor uso de terapia de rescate, mayor estancia intrahospitalaria, menor calidad de vida; además de reducir respuesta a broncodilatadores de corta acción, entorpecer recuperación posterior a exacerbación³. Por otro lado, el control de los síntomas permite mejorar la calidad de vida tanto del paciente pediátrico como de sus cuidadores¹.

Planteamiento del problema a investigar

En el Hospital Infantil de Morelia no se cuenta con reporte de haberse realizado previamente una investigación sobre las pruebas espirométricas que nos permita valorar su calidad como prueba diagnóstica en la evaluación de pacientes con algún tipo de neumopatía, recordando que este estudio es uno de los pilares para evaluar diversas características acerca de la función pulmonar, como el tipo de patrón funcional presente en los pacientes en quienes se realizan estos estudios, así como identificar en aquellos que presenten cualquier grado de obstrucción, la severidad de la misma y su respuesta a la prueba de reversibilidad con broncodilatador, siendo por tal un elemento diagnóstico de gran importancia en neumopatías como el asma; otro aspecto importante a revisar es que existe poca descripción a nivel tanto nacional como internacional acerca del impacto que tiene la interacción entre las alteraciones del estado nutricional y la función pulmonar en edades pediátricas, no siendo así en la edad adulta, por lo que en esta tesis se pretendió dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el grado de calidad en las pruebas espirométricas realizadas a los niños con sospecha de asma en el Hospital Infantil de Morelia?
2. ¿Cuál es el patrón funcional pulmonar más frecuente en los niños que acuden a valoración por sospecha de asma?

3. ¿Con qué frecuencia se presenta algún grado de obstrucción pulmonar y cuál es el grado más común?
4. ¿Qué tipo de respuesta se tiene en los candidatos a realizar una prueba de reversibilidad broncodilatador?
5. ¿Cuál es la correlación espirométrica entre el estado nutricional y la función pulmonar en la edad pediátrica?

Justificación

Magnitud del problema

El asma y las alteraciones nutricionales, especialmente aquellas relacionadas con sobrepeso y obesidad, están consideradas como uno de los principales problemas de salud a nivel no sólo nacional, sino incluso a nivel mundial. Recientemente se ha registrado un aumento en la tasa de prevalencia de sobrepeso y obesidad de hasta 13.7%¹ con una mortalidad que alcanza 0.03 a 0.4%, considerándolo como una de las principales pandemias que atacan este grupo etario, reportándose cifras con afección en grupos etarios de escolares y adolescentes de hasta un 35% en nuestro país⁵. Además, ambos problemas están catalogados como uno de las principales limitantes de la actividad diarias en edades pediátricas, teniendo así un deterioro en la calidad de vida, no sólo de los pacientes afectados, sino también de toda la familia¹.

Trascendencia

La obesidad es considerada un factor de riesgo asociada a empeoramiento de la gravedad del asma, así como al incremento de exacerbaciones y alargamiento de estancia hospitalaria en caso de ser necesaria, de acuerdo a la literatura, este sector de la población tiene una prevalencia de hasta 1.5 a 2.4 mayor que en los niños asmáticos sin alteraciones del estado nutricional. Por esto mismo es importante tener una adecuada valoración de los pacientes, ya que una temprana

identificación de la interacción de estas entidades en conjunto con una valoración interdisciplinaria puede mejorar no sólo la evolución de su patología por sí sola, sino la calidad de vida del paciente y su familia al tener un menor número de crisis, necesidad de estancia hospitalaria y disminuir su morbi – mortalidad.

Vulnerabilidad

El asma, si bien es un problema de salud con importancia vital en nuestra población y en muchas ocasiones no evitable por contar con carácter genético asociado, genera un alto impacto en la calidad de vida del paciente, principalmente respecto de su control en la influencia de sus actividades diarias, y al asociarse obesidad como comorbilidad genera mayor impacto en las mismas, siendo ésta última uno de los principales problemas de salud pública no sólo en nuestro país, sino a nivel mundial, que además en la mayor parte de los casos puede ser prevenible y/o tratable, y además, de acuerdo a la literatura está descrita una asociación entre el fenotipo asmático y su correlación positiva con sobrepeso y obesidad, con un incremento de riesgo del 20% en la población con sobrepeso y de hasta el 40% en población con obesidad⁷, por lo que la identificación temprana de algún grado de alteración en el estado nutricional permite una atención temprana en otras áreas médicas como en los servicios de nutrición e incluso gastroenterología que permitan mejorar las condiciones nutricionales y así mismo mejorar el control de otras comorbilidades, como lo es algún tipo de neumopatía.

Contribución de la investigación a la solución del problema estudiado

La realización de éste proyecto de investigación nos permite centrar a nuestra población pediátrica en estadísticas reales que nos ayuda a visualizar el impacto del control nutricional en una patología de alta frecuencia en esta edad, y que nos permitirá diseñar nuevos programas de salud para llevar a cabo en manejo interdisciplinario con los servicios de nutrición y gastroenterología para mejorar las condiciones de la población afectada. Además de tener en cuenta para nuevos pacientes sospechosos o ya diagnosticados una evaluación integral para no sólo dar tratamiento a las alteraciones nutricionales, sino prevenir éstas.

Factibilidad

Actualmente el Hospital Infantil de Morelia, en conjunto con los servicios de Neumología, Alergología, Gastroenterología y Nutrición, atienden a una gran parte de la población pediátrica michoacana afectados por asma, desnutrición, sobrepeso y obesidad, por lo que cuenta con una muestra representativa importante no solamente del Hospital, sino de los estados de Michoacán e incluso colindantes, lo cual nos permite aterrizar una idea muy aproximada de las cifras reales.

Hipótesis de trabajo

Las alteraciones en el estado nutricional, representadas por sobrepeso y obesidad, comprometen negativamente el funcionamiento ventilatorio y la permeabilidad de la vía aérea.

Objetivos

Objetivo general

Correlacionar el estado nutricional y la función pulmonar en niños con asma atendidos en el Hospital Infantil de Morelia en un período de 3 años

Objetivos específicos

1. Valorar el grado de calidad en las pruebas espirométricas
2. Identificar el patrón funcional pulmonar
3. Clasificar grado de obstrucción pulmonar
4. Identificar respuesta positiva a prueba con broncodilatador
5. Correlacionar el estado nutricional con la función pulmonar en los niños

Material y métodos

Universo de estudio

Población pediátrica del Hospital Infantil de Morelia valorada en los servicios de Neumología y Función pulmonar que sean sospechosos de asma y que cuenten con una espirometría en el período 2017 a 2020.

Tamaño de la muestra

167 pacientes.

Definición de las unidades de observación

Espirometrías realizadas en pacientes de 5 a 18 años que cuenten con registro.

Criterios de inclusión

- Todo paciente mayor de 5 años y menor de 19 años al que se le haya realizado una espirometría en el período 2017-2020.
- Espirometrías con grado de calidad A, B o C.

Criterios de exclusión

Pacientes a los que se haya realizado espirometría y no se haya realizado una segunda prueba con broncodilatador
Espirometrías con grado de calidad D, E y F.

Criterios de eliminación

Ninguno.

Definición de variables y unidades de medida:

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO	CRITERIO DIAGNÓSTICO
Grado de calidad de espirometría	Nivel de confiabilidad de prueba espirométrica según criterios de aceptabilidad (tabla 1).	Cualitativa	Según número de maniobras aceptables y repetibles (tabla 3):
Patrón de función pulmonar	Resultado de prueba funcional que mide volúmenes y flujos pulmonares generados en una maniobra de espiración máxima voluntaria	Cuantitativa	Patrón de espirometría: Normal: Relación FEV1/FVC es mayor al límite inferior normal y la FVC sea mayor al 80% predicho Obstrutivo: disminución del FEV1 y del cociente FEV1/FVC (<80%) Restrictivo: Relación FEV1/FVC es mayor al límite inferior normal y la FVC sea menor al 80% predicho
Grado de obstrucción	Gravedad de la obstrucción pulmonar cuando FEV1/FVC es	Cuantitativa	De acuerdo al FEV1 expresado como por ciento del predicho:

pulmonar	menor a 0.80		- Leve: 70% - Moderada: 60 a 69% - Moderadamente grave: 50 a 59% - Grave: 35 a 49% - Muy grave: <35%
Respuesta a broncodilatador	Evento o condición que sucede tras interacción con fármaco broncodilatador que disminuye la resistencia de la vía aérea	Cuantitativa	Según respuesta a beta 2 agonista: - Positiva: aumento de 200ml y 12% de FEV1 reportada en espirometría - Negativa: cambio menor a 200ml ó 12% de FEV1 reportada en espirometría
Estado nutricional	Resultado del balance entre las necesidades y el gasto de energía alimentaria y otros nutrientes esenciales, así como de múltiples determinantes en un	Cuantitativa	De acuerdo a gráficas de IMC de la CDC (gráficas 1 y 2): - Peso bajo: debajo de la percentila 5 - Peso normal: por arriba de la percentila 5 y por

espacio dado, representado por factores físicos, genéticos, biológicos, culturales, psico - socioeconómicos y ambientales	debajo de la 85 - Sobrepeso: por arriba de la 85 pero debajo de la 95 - Obesidad: percentila 95 o por arriba de ésta
---	--

Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información

Información obtenida de la base de datos del espirómetro del Hospital Infantil de Morelia.

Procedimientos a realizar para el procesamiento y tratamiento estadístico

Se hace referencia con números absolutos, números en porcentaje, así como integración de los mismos en tablas y figuras mediante estadística descriptiva.

Aspectos éticos

Al ser un estudio de tipo retrospectivo, es un estudio sin riesgo para los pacientes involucrados. Sin embargo, se mantendrá el anonimato de la identidad de los pacientes en los resultados.

Organización de la investigación:

Programa de trabajo

Actividad	Octubre 2021	Noviembre 2021	Diciembre 2021	Enero 2022	Febrero 2022
Diseño de protocolo	X				
Autorización de protocolo	X				
Ejecución	X	X	X	X	X
Análisis de resultados				X	X
Informe de avances	X	X	X	X	X
Informe final					X

Recursos humanos

Protocolo de investigación a cargo de 3 integrantes:

- a) Asesor de tesis:** Dra. María del Carmen Chávez Yépez, encargada de supervisar el diseño de protocolo, así como análisis de datos obtenidos, resultados y discusión.
- b) Colaborador de tesis:** Dr. José Luis Martínez Toledo, encargado de revisar el diseño de protocolo, así como análisis metodológico y redacción.
- c) Sustentante:** Dra. Maricruz Pérez Molina, quien en conjunto con la asesora y colaborador de tesis, se encargó del diseño de protocolo, obtención, integración y análisis de datos obtenidos, ejecución del protocolo, así como de la realización del informe y sus correcciones.

Recursos materiales

Durante este protocolo de investigación fue necesario recurrir al sistema operativo del espirómetro del Hospital Infantil de Morelia para obtener la base de datos, así como equipo de cómputo portátil para el diseño de protocolo y análisis de la muestra y resultados con el uso de programas Libre Office y Libre Calculator.

Presupuesto

No fue necesario establecer presupuesto al no requerirse de gastos para la realización de este protocolo de investigación.

Plan de difusión y publicación de resultados

Este trabajo quedará plasmado como memoria de tesis.

Resultados

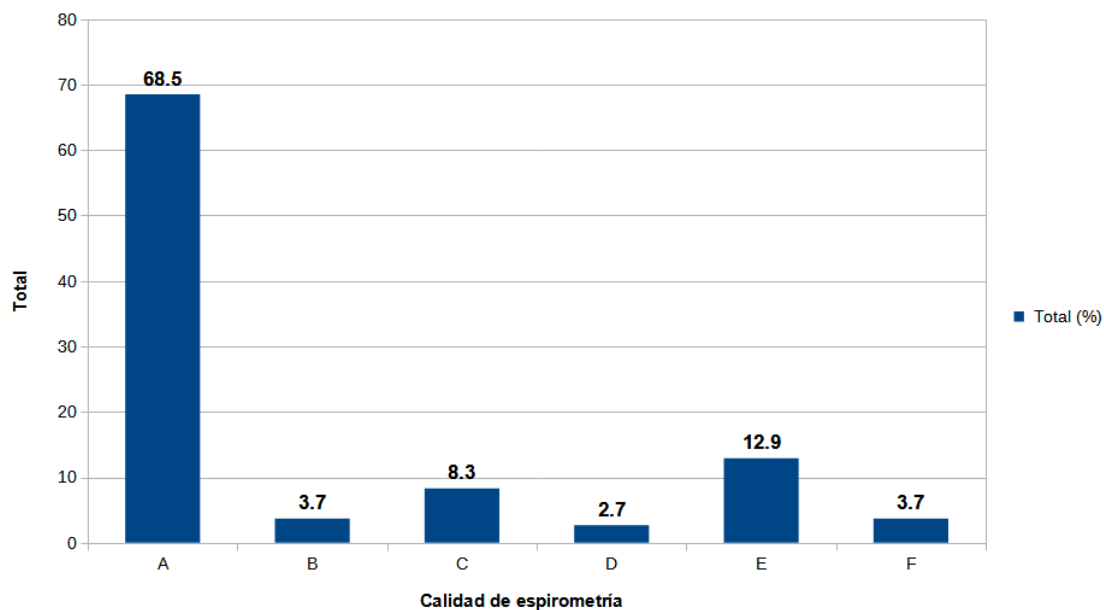
Se muestra a continuación la tabla 4 correspondiente a la clasificación de calidad de las espirometrías realizadas en el Hospital Infantil de Morelia, correspondientes al período 2017-2020, siguiendo los lineamientos de clasificación establecidos por la NIOSH, en la cual observamos que de un total de 108 espirometrías realizadas, se cuenta con un 74 correspondientes a 68.4% calidad A (muy confiables), 4 espirometrías calidad B, correspondientes a un 3.7% (confiables), 9 espirometrías en calidad C equivalentes a un 8.3% (confiables), que son las espirometrías que se tomaron en cuenta para el análisis de los siguientes objetivos, recordando que de acuerdo a los lineamientos de la ATS y ETRS son las espirometrías de calidad confiable; por lo que se descartan 3 espirometrías calidad D (2.7%), 14 calidad E (12.9%) y 4 calidad F (3.7%) equivalentes a espirometrías con grado de calidad no confiable para fines de interpretación de resultados.

Tabla 4: Clasificación de calidad de las espirometrías

Calidad	Total	Porcentaje correspondiente (%)
A	74	68.5
B	4	3.7
C	9	8.3
D	3	2.7
E	14	12.9
F	4	3.7
Total	108	100

Posteriormente en la figura 3 se realiza la representación gráfica comparativa mediante tabla de barras del total de espirometrías realizadas, así como su valor porcentual:

Figura 3: Clasificación de las espirometrías según grado de calidad



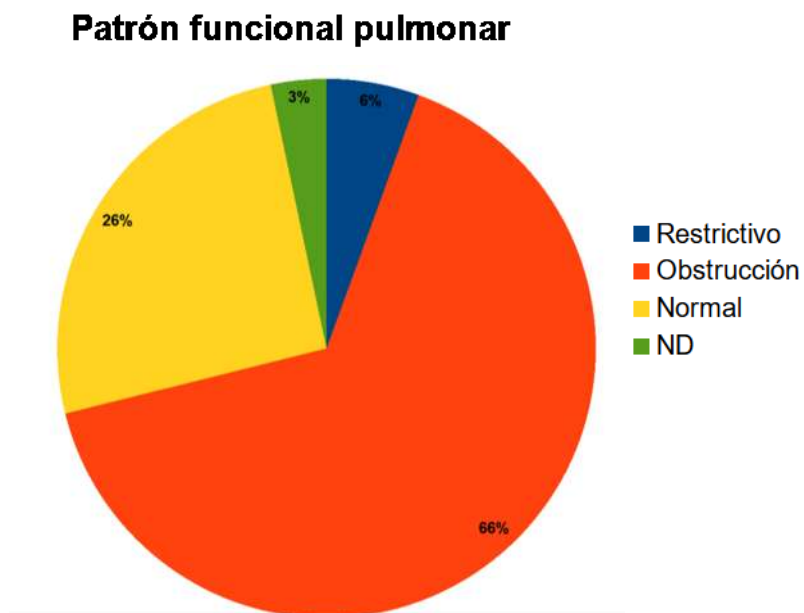
En la tabla 5 se analizan las 87 espirometrías correspondientes a grado de calidad A, B y C de acuerdo a patrón funcional espirométrico según criterios ATRS y ERS, en la cual podemos observar que el 65.9% de las espirometrías analizadas corresponde a un patrón obstructivo con un total de 58 pruebas. Siendo el segundo patrón más común el normal con un total de 22 pruebas que representan el 25% de las muestras analizadas; seguido de 5 pruebas sugerentes de patrón restrictivo que representa el 5.6% de las pruebas realizadas y finalmente 3 pruebas no determinables por encontrarse incompletos los datos para su análisis en la base de datos del espirómetro, siendo el 3.41% del total.

Tabla 5: total de pruebas realizadas y porcentaje de patrón funcional espirométrico

Patrón funcional espirométrico	Total	Porcentaje (%)
ND	3	3.41
Normal	22	25
Obstrucción	58	65.91
Restritivo	5	5.68
Total Resultado	88	100

En la figura 4 se representa mediante gráfica de pastel la relación entre los diferentes patrones analizados, en la que se puede observar la predominancia del patrón obstructivo, lo cual puede tener relación con el objetivo del tema de interés en la cual se toman en cuenta aquellas espirometrías que representen algún grado de inflamación de la vía aérea al demostrarse reversibilidad tras la administración de beta 2 adrenérgico.

Figura 4: prevalencia en porcentaje de patrón funcional pulmonar



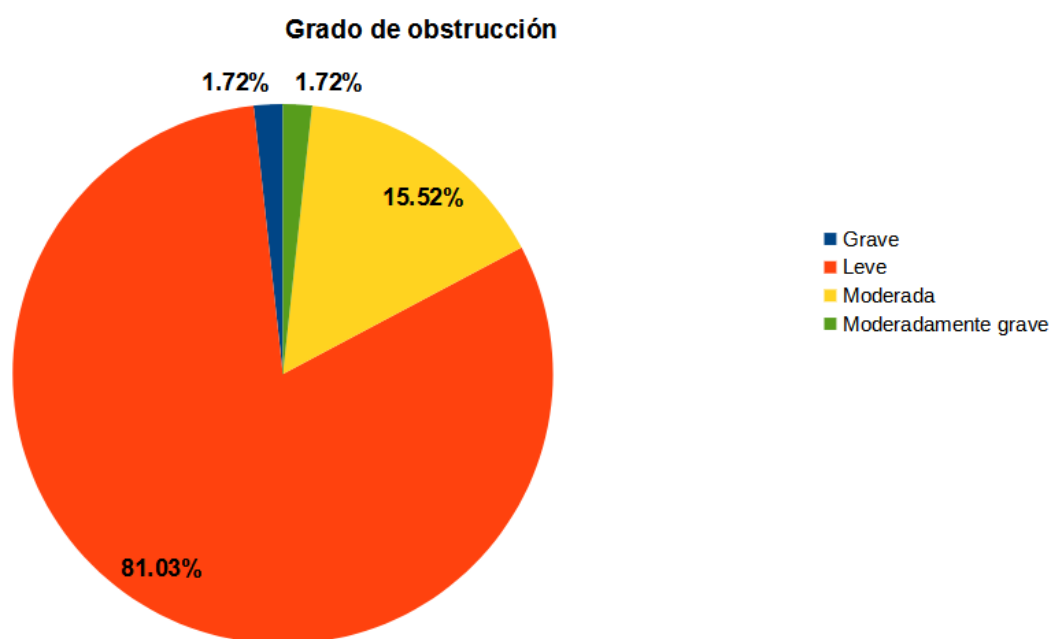
En la tabla 6 se representa los diferentes grados de obstrucción de las 58 pruebas comentadas previamente, observando una mayor incidencia en la obstrucción leve con 47 pruebas correspondiente al 81%, seguidas de 9 pruebas con obstrucción moderada representando el 15.5% en misma cantidad y porcentaje obstrucción grave y moderadamente grave con 1 prueba representativa del 1.72% para ambos grados de obstrucción.

Tabla 6: Clasificación del grado de obstrucción

Patrón funcional espirométrico	Grado de obstrucción	Total	Porcentaje (%)
Obstrucción	Leve	47	81.0
	Moderada	9	15.51
	Moderadamente grave	1	1.72
	Grave	1	1.72
Total Resultado		58	100

En la figura 5 se presenta la comparación de los grados de obstrucción mediante gráfica circular observando la mayor proporción (del 81.8%) de pruebas que representan un patrón con obstrucción leve.

Figura 5: Prevalencia en porcentaje de los distintos tipos de grados de obstrucción



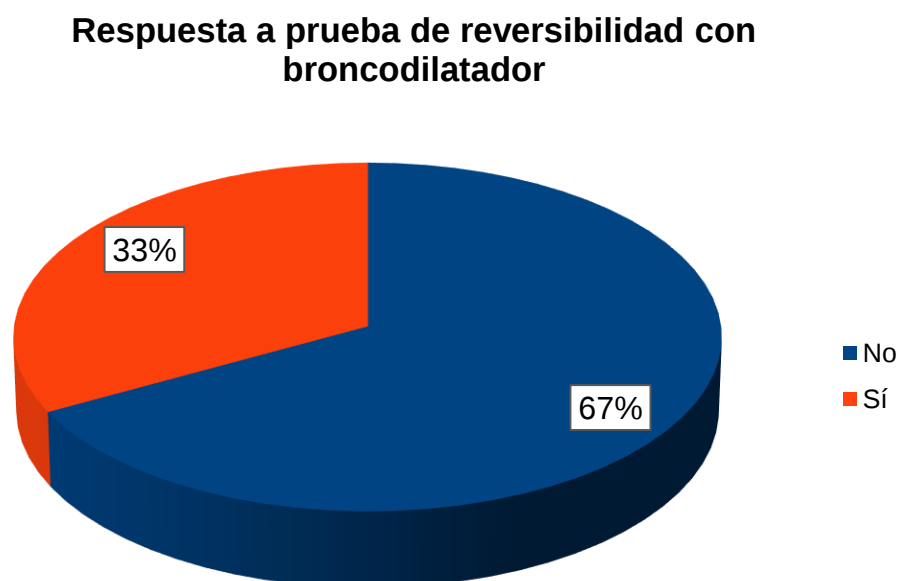
En la tabla 7 se muestra la respuesta a reversibilidad con broncodilatador, tomando en cuentas las 88 pruebas de referencia, en la cual se observa una respuesta negativa en 59 pruebas, lo cual corresponde al 67% y sólo en 33% mostrando respuesta positiva con un total de 29 pruebas.

Tabla 7: Respuesta a prueba de reversibilidad con broncodilatador

Respuesta a reversibilidad	Total	Porcentaje (%)
Negativa	59	67
Positiva	29	33
Total	88	100

En la figura 6 se aprecia la comparativa en porcentajes entra respuesta positiva versus negativa a broncodilatador

Figura 6: Respuesta a prueba de reversibilidad con broncodilatador



Para evaluar la existencia o no de correlación entre los valores espirométricos y el estado nutricional que, para fines de esta tesis, se evaluó

mediante la representación percentilar del IMC de acuerdo a las gráficas y lineamientos establecidos por la OMS y CDC; se realizó una prueba de Kolmogorov-Smirnov, también conocida como prueba K-S, al ser una prueba de significación estadística que permite verificar si los datos de la muestra proceden de una distribución normal. Al realizar el análisis estadístico en la muestra de la presente investigación se encontró una distribución no normal, por lo cual se procedió a aplicar la prueba de correlación Rho de Spearman tomando en cuenta una significación estadística significativa (p) de 0.05, al realizar la prueba se obtiene un resultado menor de 0.05 como se muestra a continuación en la tabla 8, y por tanto, se rechaza H_0 . Aceptamos H_a , es decir que las variables no siguen una distribución normal.

Tabla 8: Prueba de Correlación entre el estado nutricional y capacidades pulmonares (Kolmogorov-Smirnov)

<i>Variable</i>	<i>p = 0,05</i>
FEV1 Basal	0.006
FVC basal (lt)	0.036
FEV1/FVC basal	0.034
Dx nutricional	0.000

Posteriormente proseguimos a realizar la prueba de correlación entre las variables de diagnóstico nutricional la cual es una variable ordinal y las variables de *FEV1 Basal* y *FVC basal* y *FEV1/FVC Basal* clasificadas como variables continuas; en la tabla 9 se muestran los resultados de la correlación colocando la significancia estadística con un valor de $p = 0.05$.

Tabla 9: Correlación de variables (Rho de Spearman)

Variable	<i>FEV1 Basal</i> p = 0,05	<i>FVC basal (lt)</i> p = 0,05	<i>FEV1/FVC basal</i> p = 0,05
Dx nutricional CDC	0.049	0.000	0.045

El coeficiente rho de Spearman cuantifica la correlación y su interpretación concuerda en valores próximos a 1; indican una correlación fuerte y positiva. Valores próximos a -1 indican una correlación fuerte y negativa. Valores próximos a cero indican que no hay correlación lineal. Puede que exista otro tipo de correlación, pero no lineal. Los signos positivos o negativos solo indican la dirección de la relación; un signo negativo indica que una variable aumenta a medida que la otra disminuye o viceversa, y uno positivo que una variable aumenta conforme la otra también lo haga disminuye, si la otra también lo hace.

Diversos autores expresan escalas de interpretación, a continuación, se presenta a través de rangos, dentro de los cuales tenemos los siguientes rangos de relación: Escasa o nula 0-0.25, débil 0.26-0.50, entre moderada y fuerte 0.51-0.75, entre fuerte y perfecta 0,76- 1,00; por lo que al realizar el análisis entre las variables referentes al diagnóstico nutricional y FEV1/FVC basal, FVC basal y FEV1 basal se obtienen valores próximos a 1 interpretándose así, de acuerdo con la clasificación anterior, que la correlación entre ambas variables es débil.

Al evaluar la asociación del estado nutricional con la función pulmonar no se encontraron diferencias significativas con la prueba de Chi cuadrada como se muestra en la tabla número 10:

**Tabla 10: Diagnóstico nutricional comparado con función pulmonar
(Prueba Chi cuadrada)**

<i>Dx CDC</i>	FEV1 basal (Lt)	FVC basal (Lt)	FEV1/FVC basal (%)
Bajo peso	1.89±0.8	2.52±1.1	74.45±13.7
Normal	2.07±0.8	2.63±1.0	78.73±7.9
Obesidad	2.15±0.6	2.56±0.71	83.83±6.2
Sobrepeso	2.02±0.8	2.46±1.0	82.30±7.4
P	0.241	0.559	0.651

Discusión

Se obtuvo una muestra de 167 espirometrías realizadas en el período 2017 – 2020, las cuales fueron valoradas según criterios internacionales de calidad clasificándolas en A, B, C, D, E ó F, según correspondía, encontrando un total de 88 espirometrías confiables para su interpretación de acuerdo a criterios de calidad, de las cuales se pueden clasificar como calidad A, es decir, muy confiables hasta en un 68.5% de las veces según se muestra en la tabla 4 y figura 3; si realizamos una suma del porcentaje entre las de calidad A, B y C, tomadas como aquellas consideradas como confiables encontramos que un 80.5% de las veces tenemos un estudio confiable, por lo cual podemos considerar las espirometrías realizadas en el departamento de función pulmonar como estudios adecuadamente tomados que ayudan como elemento diagnóstico dentro del estudio de pacientes con algún tipo de neumopatía, y que no se logra llegar al 100% habitualmente por factores asociados al paciente, casi siempre relacionados a que no se logra entender la dinámica de realización de maniobra para espirometría, habitualmente en pacientes menores de 8 años, encontrando una mejor calidad en aquellos pacientes mayores de 10 años. El resto de análisis se realizó enfocado únicamente en estas categorías, al ser consideradas como pruebas de alta confiabilidad en los resultados, es decir, el 80.5% de las espirometrías realizadas.

Del total de muestras de espirometrías confiables (88), respecto del patrón funcional pulmonar se obtuvieron los datos mostrados en la tabla 5 en la que se muestra que el 65.91% de los pacientes analizados cuentan con algún grado de obstrucción, y en un 3.41% de los casos no se pudo determinar al no especificarse algún dato requerido para la clasificación del patrón funcional pulmonar (FVC esperada). Respecto de las pruebas analizadas, y como ya se había mencionado previamente, el patrón funcional más frecuente fue el obstructivo coincidente con la literatura analizada²⁰ en la que suele ser el patrón más común en aquellos pacientes asmáticos, si bien el grado de obstrucción es dependiente de las características individuales de cada paciente, tenemos que en las espirometrías realizadas en nuestra Institución fue más frecuente el patrón funcional espirométrico de

obstrucción leve, representado por un 81 por ciento de las muestras reportadas con patrón pulmonar obstructivo, lo cual representa 47 pruebas de un total de 58 que cuentan con este patrón funcional. El segundo grado con mayor prevalencia fue el moderado con un 15.5 por ciento, y los menos frecuentes con el grave y moderadamente grave, ambos con una prevalencia de 1.72 por ciento. Para el análisis objetivo una vez que se ha confirmado el diagnóstico de asma es importante recordar que la gravedad de la sintomatología se puede clasificar según el VEF1 hasta después de haber iniciado tratamiento farmacológico controlador por al menos 3 a 6 meses¹.

Con referencia a la respuesta de la prueba de reversibilidad con broncodilatador tenemos que de 88 pruebas realizadas equivalentes al 100%, sólo en un 35% se encontró una respuesta positiva, es decir un aumento de 200ml y 12% de FEV1 respecto a los basales previo a la administración de de broncodilatador, según lo marcan las pruebas estandarizadas ^{1,2,20,21,22,24} para el apoyo diagnóstico de asma, recordando que una prueba negativa o con ausencia de variabilidad significativa al broncodilatador no excluye el diagnóstico de asma^{20, 24, 25}, es decir que en el 67% restante en el que la prueba fue no significativa sería necesario repetir otra espirometría y/o analizar otras pruebas diagnósticas para descartar o confirmar este diagnóstico.

Al realizar el análisis que evalúa la correlación del estado nutricional con la función pulmonar en los niños nos encontramos con limitantes estadísticos importantes, ya que al realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov encontramos que las variables no siguen una distribución normal, por lo que se decide realizar la prueba Rho de Spearman en la cual se arroja como resultado una correlación débil entre las características nutricionales y los valores espirométricos de la población estudiada lo cual podría verse influido en gran medida por el tamaño de la muestra, recordando que de la muestra inicial de pacientes (N=168 pacientes) únicamente pudo hacerse el análisis del 80.5% (es decir 88 pruebas) y que al hacer la subclasificación de cada estado nutricional se reduce aún más la muestra de cada subgrupo (bajo peso = 11, normal = 52, obesidad = 12, sobrepeso = 13) siendo

mayor en el grupo con estado nutricional normal, lo cual no permite el adecuado análisis entre la relación de las alteraciones del estado nutricional sobre la capacidad pulmonar funcional; por lo que para fines de esta investigación la muestra deberá ser clasificada como insuficiente estadísticamente hablando, siendo necesario aumentar la cantidad de muestra para hacer un nuevo análisis que pueda representar significancia estadística.

Conclusiones

1. Las espirometrías realizadas en el Hospital Infantil de Morelia cuentan con una confiabilidad de hasta el 80.5% de calidad confiable para su interpretación.
2. El patrón funcional pulmonar más frecuente en el período 2017-2020 fue el obstructivo hasta en un 65.9%
3. El grado de obstrucción leve fue el más frecuente hasta en un 81%
4. Se encontró respuesta positiva a broncodilatador en un 33% y negativa en un 67%
5. No se encontró una correlación directa del estado nutricional sobre los valores espirométricos.

Recomendaciones

1. Tener una calendarización de capacitación y actualización del personal encargado de realizar las espirometrías en el Hospital Infantil de Morelia para continuar con el buen índice de calidad de las pruebas y, en caso de ser posible, aumentar la tasa de calidad lo más cercana al 100%.
2. Realizar espirometría simple y con broncodilatador en aquellos pacientes sospechosos de asma una vez que se corrobore sea capaz de realizar la maniobra, teniendo un seguimiento mínimo anual para valorar su evolución.
3. Actualizar el software y mantener un adecuado mantenimiento del espirómetro para tener una base de datos confiable y completa para estudios posteriores y para la misma atención de pacientes de la Institución.
4. Aumentar el número de pacientes y/o continuar durante un mayor período de tiempo el estudio para contar con una muestra estadísticamente significativa a la cual se pueda repetir el análisis para valorar de forma más confiable la correlación entre el estado nutricional y los valores espirométricos.

Referencias bibliográficas

1. Robledo A, María L, López P. Revisión Bibliográfica Acta Pediátrica Hondureña [Internet]. 8(2).
2. Navarrete-Rodríguez E, Sienra-Monge JJL, Pozo-Beltrán CF, Navarrete-Rodríguez E, Sienra-Monge JJL, Pozo-Beltrán CF. Asma en pediatría. Revista de la Facultad de Medicina (México) [Internet]. 2016 Aug 1;59(4):5–15.
3. Rhee H, Love T, Groth SW, Grape A, Tumiel-Berhalter L, Harrington D. Associations between overweight and obesity and asthma outcomes in urban adolescents. J Asthma. 2020 Oct;57(10):1053-1062.
4. Sansone F, Attanasi M, Di Pillo S, Chiarelli F. Asthma and Obesity in Children. Biomedicines. 2020 Jul 21;8(7):231.
5. García Aguilar DI, Trujillo Hernández B, González Sánchez R, Vásquez C, Trujillo Magallón M, Trujillo Magallón E. Correlación entre el estado nutricional y parámetros espirométricos en adolescentes de Colima, México. Archivos de medicina [Internet]. 2016 [cited 2023 May 29];12(3):10.
6. Cuevas-Nasu L, García-Guerra A, González-Castell LD, Morales-Ruan M del C, Humarán IMG, Gaona-Pineda EB, et al. Magnitud y tendencia de la desnutrición y factores asociados con baja talla en niños menores de cinco años en México, Ensanut 2018-19. Salud Pública de México [Internet]. 2021 May 3;63(3 May-Jun):339–49.
7. Gil L, De La Cruz A, Lozano Blasco J. Asma: aspectos clínicos y diagnósticos [Internet]. 2019.
8. Pillai, S.; Abbas, A.; Lichtman, A. Cellular and Molecular Immunology, 6th ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2010.

9. Yang, Q.; Ge, M.Q.; Kokalari, B.; Redai, I.G.; Wang, X.; Kemeny, D.M.; Bhandoola, A.H.A. Group 2 innatelymphoid cells mediate ozone-induced airway inflammation and hyperresponsiveness in mice. *J. AllergyClin. Immunol.* 2016, 137, 571–578.
10. Kuruvilla, M.E.; Lee, F.E.H.; Lee, G.B. Understanding Asthma Phenotypes, Endotypes, and Mechanisms of Disease. *Clin. Rev. Allergy Immunol.* 2019, 56, 219–233.
11. Chen, Y.C.; Dong, G.H.; Lin, K.C.; Lee, Y.L. Gender difference of childhood overweight and obesity in predicting the risk of incident asthma: A systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev.* 2013, 14, 222–231.
12. Davidson, W.J.; Mackenzie-Rife, K.A.; Witmans, M.B.; Montgomery, M.D.; Ball, G.D.C.; Egbogah, S.; Eves, N.D. Obesity negatively impacts lung function in children and adolescents. *Pediatr. Pulmonol.* 2014, 49, 1003–1010.
13. Gomez-Llorente, M.A.; Romero, R.; Chueca, N.; Martinez-Cañavate, A.; Gomez-Llorente, C. Obesity and asthma: A missing link. *Int. J. Mol. Sci.* 2017, 18, 1490.
14. Rastogi, D.; Canfield, S.M.; Andrade, A.; Isasi, C.R.; Hall, C.B.; Rubinstein, A.; Arens, R. Obesity-associated asthma in children a distinct entity. *Chest* 2012, 141, 895–905.
15. Sood, A.; Shore, S.A. Adiponectin, Leptin and Resistin in Asthma: Basic Mechanisms through Population Studies. *J. Allergy* 2013, 2013, 1–15.

16. Shore, S.A.; Terry, R.D.; Flynt, L.; Xu, A.; Hug, C. Adiponectin attenuates allergen-induced airway inflammation and hyperresponsiveness in mice. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2006, 118, 389–395.
17. Scott, H.A.; Gibson, P.G.; Garg, M.L.; Wood, L.G. Airway inflammation is augmented by obesity and fatty acids in asthma. *Eur. Respir. J.* 2011, 38, 594–602.
18. Khramova RN, Tush EV, Khramov AA, Ovsyannikov DY, Popov KS, Dolbin IV, Khaletskaya OV, Stroganov AB, Kubysheva NI, Eliseeva TI. Relationship of Nutritional Status and Spirometric Parameters in Children with Bronchial Asthma. *Sovrem Tekhnologii Med.* 2021;12(3):12-23.
19. Hammer, L.D.; Kraemer, H.C.; Wilson, D.M.; Ritter, P.L.; Dornbusch, S.M. Standardized percentile curves of body-mass index for children and adolescents. *Am. J. Dis. Child.* 1991, 145, 259–263.
20. Bercedo Sanz A, Juliá Benito JC, Úbeda Sansano MI, Praena Crespo M, Grupo de Vías Respiratorias de la AEPap. Espirometría. En AEPap ed. Curso de Actualización Pediatría 2015. Madrid: Lúa Ediciones 3.0; 2015. p. 371-82.
21. Benítez-Pérez RE, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Del-Río-Hidalgo, Pérez-Padilla R, Vázquez-García JC, et al. Espirometría: recomendaciones y procedimiento. *Neumología y cirugía de tórax [Internet]*. 2016 Jun 1;75(2):173–90.
22. Rivero – Yeverino, D. Espirometría: conceptos básicos. *Rev Alerg. Méx.* 2019; 66 (1); 76 – 84.
23. Forno E, Han YY, Mullen J, Celedón JC. Overweight, Obesity, and Lung Function in Children and Adults-A Meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2018 Mar-Apr;6(2):570-581.

24. Global Initiative for Asthma: Guía de bolsillo para el manejo y la prevención del asma para adultos y niños mayores de 5 años. Disponible en: <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2019/07/GINA-Spanish-2019-wms.pdf>
25. Arshi, M.; Cardinal, J.; Hill, R.J.; Davies, P.S.W.; Wainwright, C. Asthma and insulin resistance in children. *Respirology* 2010, 15, 779–784.
26. Cottrell, L.; Neal, W.A.; Ice, C.; Perez, M.K.; Piedimonte, G. Metabolic abnormalities in children with asthma. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2011, 183, 441–448.
27. Yao TC, Tsai HJ, Chang SW, Chung RH, Hsu JY, Tsai MH, Liao SL, Hua MC, Lai SH, Chen LC, Yeh KW, Tseng YL, Lin WC, Chang SC, Huang JL (2017) Obesity disproportionately impacts lung volumes, airflow and exhaled nitric oxide in children. *PloS ONE* 12(4):e0174691.
28. Papamichael MM, Katsardis C, Tsoukalas D, Erbas B, Itsiopoulos C. Weight Status and Respiratory Health in Asthmatic Children. *Lung.* 2019 Dec;197(6):777-782.
29. Jensen M.E., Wood L.G., Gibson P.G. Obesity and childhood asthma — mechanisms and manifestations. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2012; 12(2):186–192.
30. McClean KM, Kee F, Young IS, Elborn JS (2008) Obesity and the lung: 1 Epidemiology. *Thorax* 63(7):649–654.
31. Forbes L. Do exogenous oestrogens and progesterone influence asthma? *Thorax* 1999; 54(3): 265–267.

32. Forno E., Weiner D.J., Mullen J., Sawicki G., Kurland G., Han Y.Y., Cloutier M.M., Canino G., Weiss S.T., Litonjua A.A., Celedón J.C. Obesity and airway dysanapsis in children with and without asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 2017; 195(3): 314–323.

Anexos

- a) Formato de captación de datos (información que se va a captar de cada paciente):

Nombre, edad, peso, talla, IMC, interpretación de IMC, percentila correspondiente a IMC según tablas de la CDC ajustado a edad y sexo, diagnóstico nutricional de acuerdo a percentila de IMC, fecha de realización de espirometría, uso o no de broncodilatador, en caso de uso de broncodilatador especificación de fármaco administrado, FEV1 basal, FEV 1 postbroncodilatador, FVC basal, FVC postbroncodilatador, FEV1/FVC basal, FEV 1/FVC postbroncodilatador.

Tabla 1: Criterios de aceptabilidad de espirometría

1. Inicio adecuado:

- Elevación abrupta y vertical en la curva F/V de forma triangular.
- Volumen extrapolado <0.15 lt ó 5% de la FVC.

2. Terminación adecuada:

- Exhalación de al menos 6 segundos en mayores de 10 años ó al menos 3 segundos en menores de 10 años.
- Lograr una meseta de un segundo sin cambios >0.025 lt (25ml) por al menos 1 segundo de la curva V/T.
- El paciente no puede continuar exhalando o se niega a hacerlo.

3. Libre de artefactos:

- No debe haber terminación temprana, esfuerzo variable, tos en el primer segundo, cierre glótico, exhalaciones repetidas, obstrucción en boquilla o fuga alrededor de la misma.
- Se deben descartar errores de línea de base (sensores de flujo) o fugas en el sistema (en caso de ser espirómetro de volumen)

Tomado de: Benítez- Pérez, Rosaura Esperanza; Torre – Bouscoulet, Luis; Villca – Alá, Nelson; Del Río- Hidalgo, Rodrigo Francisco; Pérez – Padilla, Rogelio; Vázquez – García, Juan Carlos; Silva – Cerón, Mónica; Cid – Juárez, Silvia; Gochicoa – Rangel, Laura (2016): Espirometría: recomendaciones y procedimiento. Neumo. Cir. Tórax, vol. 75, núm. 2:173-190.

Tabla 2: Criterios de repetibilidad de espirometría

Tras obtener al menos 3 maniobras aceptables, se debe cumplir:

- La diferencia entre los 2 valores más altos de FEV1 y los 2 valores más altos de FVC debe ser $\leq 200\text{ml}$

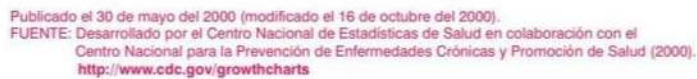
Tomado de: Benítez- Pérez, Rosaura Esperanza; Torre – Bouscoulet, Luis; Villca – Alá, Nelson; Del Río- Hidalgo, Rodrigo Francisco; Pérez – Padilla, Rogelio; Vázquez – García, Juan Carlos; Silva – Cerón, Mónica; Cid – Juárez, Silvia; Gochicoa – Rangel, Laura (2016): *Espirometría: recomendaciones y procedimiento*. Neumo. Cir. Tórax, vol. 75, núm. 2:173-190.

Tabla 3: Criterios de calidad de la espirometría:

Grado	Maniobras aceptables	Repetibilidad (FVC y FEV1)	Calidad
A	3	$\leq 150\text{ml}$	Muy confiable
B	3	$\leq 200\text{ml}$	Confiable
C	2	$\leq 200\text{ml}$	Aceptable
D	2	$> 200\text{ml}$	Con reserva
E	1		No recomendable
F	0		No recomendable

Tomado de: Benítez- Pérez, Rosaura Esperanza; Torre – Bouscoulet, Luis; Villca – Alá, Nelson; Del Río- Hidalgo, Rodrigo Francisco; Pérez – Padilla, Rogelio; Vázquez – García, Juan Carlos; Silva – Cerón, Mónica; Cid – Juárez, Silvia; Gochicoa – Rangel, Laura (2016): *Espirometría: recomendaciones y procedimiento*. Neumo. Cir. Tórax, vol. 75, núm. 2:173-190.

2 a 20 años: Niñas
Percentiles del Índice de Masa Corporal por edad



[illegible]

SAFER • HEALTHIER • PEOPLE™