

Alteraciones de la función pulmonar medida por espirometría y oscilometría de impulso en niños asmáticos con sobrepeso y obesidad

ALBERTO VIDAL G.*, RAMIRO GONZÁLEZ V.*, SELIM ABARA E.*, MÓNICA SAAVEDRA B.*, OSCAR FIELBAUM C.*, JORGE MACKENNEY*, MARÍA ANGÉLICA PALOMINO M.*, ALEJANDRA MÉNDEZ Y.* y CONSTANZA OLIVARES M.*

Alterations in lung function as measured by spirometry and impulse oscillometry in asthmatic children with overweight and obesity

Introduction: Increased body mass index asthma affects lung function in asthma. **Objective:** to determine if asthmatics with overweight or obesity have alterations in Impulse oscillometry (IOS) and spirometry compared to eutrophic Method: Study carried out in children and adolescents with persistent asthma. IOS-Spirometry pre and post bronchodilator were performed successively according to ATS/ERS/SER criteria. The patients were classified as: eutrophic (AE), overweight (ASP) and obese (OA). Baseline and bronchodilator response (BR) averages were compared in spirometry and IOS with ANOVA and Tukey's post hoc analysis of variance. A power of 80% and a error of 5% were considered. **Results:** 559 patients were analyzed, mean age 9.2 years, 50.9% male. AE 52.4%, ASP 31.3% and OA 16.3%. Significant differences were found between OA vs AE (X5, AX, D5-20, FEV₁/FVC, FEF₂₅₋₇₅ / FVC, RB FEV₁), and between ASP vs AE (AX, D5-20, FEV₁/FVC). Significant differences were also found in men, not women (X5, D5-20, FEV₁/FVC, BR FVC, BR FEV₁). **Conclusions:** Asthmatic children with overweight and obesity have a greater compromise of pulmonary function parameters measured by spirometry and IOS than asthmatics with normal nutritional status. There are gender differences in spirometry and IOS alterations.

Key words: asthma, overweight, obesity, child, adolescent, oscillometry, nutritional status.

Resumen

Introducción: El incremento del índice de masa corporal afecta la función pulmonar en el asma. **Objetivo:** determinar si existen diferencias entre asmáticos con estado nutricional normal, sobrepeso y obesidad en cuanto a alteraciones de la oscilometría de impulso (IOS) y espirometría. **Método:** Estudio realizado en niños y adolescentes con asma persistente. Se practicó sucesivamente IOS y Espirometría pre y post- broncodilatador según criterios ATS/ERS/SER. Los pacientes se clasificaron en: eutróficos (AE), con sobrepeso (ASP) y obesos (AO). Se compararon promedios de valores basales y con respuesta broncodilatadora (RB) en espirometría e IOS, con análisis de varianzas ANOVA y test de Tukey post hoc. Se consideró un poder de 80% y error α de 5%. **Resultados:** Se analizaron 559 pacientes, promedio de edad 9,2 años, 50,9% varones. AE 52,4%, ASP 31,3% y AO 16,3%. Se encontraron diferencias significativas entre AO vs AE (X5, AX, D5-20, VEF₁/CVF, FEF₂₅₋₇₅/CVF, RB VEF₁), y entre ASP vs AE (AX, D5-20, VEF₁/CVF). También se encontraron diferencias significativas en varones, no encontradas en las mujeres (X5, D5-20, VEF₁/CVF, RB CVF, RB VEF₁). **Conclusiones:** Los niños asmáticos con sobrepeso y obesidad, tienen un mayor compromiso de los índices de función pulmonar medida por espirometría e IOS que los asmáticos con estado nutricional normal. Existen diferencias de género en las alteraciones espirometría e IOS.

Palabras clave: asma, sobrepeso, obesidad, niños, adolescente, oscilometría, estado nutricional.

* Clínica Las Condes. Santiago, Chile.

Introducción

El asma y la malnutrición por exceso (sobrepeso y obesidad) tienen una prevalencia creciente en nuestro medio. Según el Estudio Internacional de Asma y Alergias en la Infancia (ISAAC), la prevalencia de asma para niños y adolescentes chilenos es de 17,9% en escolares de 6 a 7 años y 15,5% en adolescentes de 13 a 14 años¹. El mapa nutricional 2020 de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (Junaeb), medido en el 80,8% de los estudiantes en educación regular, reportó una prevalencia nacional de malnutrición por exceso de 54% en alumnos de prekínder a primero medio, alcanzando 43,8% en las comunas de alto nivel socioeconómico de la región metropolitana².

Se han descrito distintas alteraciones en la espirometría en relación con el incremento del índice de masa corporal en niños con asma, como en el volumen espiratorio forzado del primer segundo (VEF₁) ajustado según altura y en la capacidad vital forzada (FVC), ambas variables mayores en niños con mayor peso³. En el *Childhood Asthma Management Program* (CAMP) se reportó la asociación entre incrementos en el índice de masa corporal (IMC), FEV₁ y FVC, pero con una relación FEV₁/FVC disminuida⁴. Estos resultados se confirmaron en un metaanálisis reciente que incluyó 6 cohortes de niños con asma, que informó que la obesidad infantil está asociada con FEV₁ y FVC normal o superior, con un FEV₁/FVC más bajo, lo que recibe el nombre de “disanapsis”, reflejando el crecimiento disarmonico entre el volumen pulmonar y el calibre de la vía aérea⁵. Adicionalmente, los niños con asma y obesidad tienen más síntomas, uso de medicamentos y exacerbaciones, en lo que intervienen distintos mecanismos, algunos relacionados con la función pulmonar y otros con el estado proinflamatorio del asma y la obesidad⁶.

Un estudio realizado en el sistema público del área norte de Santiago mostró que los niños asmáticos persistentes con sobrepeso y obesidad tenían peor control y mayores alteraciones en su espirometría que los asmáticos con estado nutricional normal⁷. Sin embargo, existe poca información respecto de las alteraciones en la función pulmonar evaluada por Oscilometría de Impulso (IOS) y en especial de la vía aérea pequeña (VAP) en pacientes con malnutrición por exceso. Estas alteraciones podrían ser provocadas por compresión de las bases pulmonares con la consecuente disminución de la *compliance* o por el estado proinflamatorio aumentado en el asma con obesidad⁸. La disfunción de la vía aérea pequeña (DVAP) en asma se la ha asocia-

do con mayor severidad y riesgo de pérdida del control de la enfermedad^{9,10}. La DAVP puede ser detectada por la IOS, que es una prueba de función pulmonar fácil de realizar, incluso en preescolares¹¹. El objetivo principal de este estudio, fue comparar si los promedios de índices medidos por IOS y espirometría entre niños y adolescentes asmáticos con estado nutricional normal, sobrepeso y obesidad tenían diferencias estadísticamente significativas. Secundariamente nos propusimos establecer cuáles grupos se diferenciaban entre sí, y si existían diferencias en cuanto al género de los pacientes.

Método

Estudio analítico de corte transversal realizado en el laboratorio de función pulmonar de Clínica Las Condes entre septiembre del año 2018 y septiembre de 2020. Se incluyeron de forma no aleatoria a niños y adolescentes de 3 a 18 años con asma persistente. Todos los pacientes realizaron IOS, seguida de espirometría por indicación de su pediatra broncopulmonar. Se excluyeron a los niños con otras enfermedades pulmonares crónicas, cardiopatías e inmunodeficiencias y a los pacientes que se catalogaron en riesgo de desnutrir o desnutridos.

Se registró la edad, género, peso, talla, severidad del asma asignada por su pediatra tratante según la clasificación GINA 2020¹² y el tipo de tratamiento controlador que cada paciente estaba recibiendo al momento del estudio.

Para las pruebas de función pulmonar, los pacientes no debían tener infecciones del tracto respiratorio durante las 3 semanas anteriores y no haber usado beta-2 agonistas adrenérgicos en las 24 horas previas. Se utilizó un Espirómetro-Oscilómetro de Impulso *Vyairé Vyntus v-176430* según las recomendaciones de las normas ATS/ERS¹³⁻¹⁶. En IOS, se midió R5 Kpa/Ls, Fres 1/s, X5 Kpa/Ls, AX Kpa/Ls, D5-20 Kpa/Ls, utilizando los valores predictivos de Dencker¹⁷, Malmberg¹⁸ y Voegel¹⁹. En la espirometría, se midió CVF L, VEF₁ L, VEF₁/CVF %, FEF₂₅₋₇₅ L y FEF₂₅₋₇₅/CVF %, para la cual se utilizaron los valores predictivos de Quanjer²⁰.

Para la evaluación nutricional se utilizó la clasificación internacional sugerida por la OMS²¹. Los pacientes fueron pesados y medidos en una balanza digital con tallímetro, marca SECA modelo 769. Para los cálculos antropométricos se utilizó la calculadora *Anhtro* y *AnthroPlus* disponibles en línea en la página web de la OMS. Definimos como asmáticos eutróficos a aquellos niños

con Z score de relación P/T(peso/talla) entre -0,9 y +0,9 si eran menores de 5 años y un mes o Z score IMC entre -0,9 y 0,9 si eran mayores de 5 años y un mes. Los asmáticos fueron clasificados con sobrepeso con un Z score de P/T entre 1 y 1,9 si eran menores de 5 años y 1 mes o Z score IMC entre 1 y 1,9 si eran mayores de 5 años y un mes. Los asmáticos obesos correspondieron a aquellos con un Z score de P/T ≥ 2 si eran menores de 5 años y un mes o Z score IMC ≥ 2 si eran mayores de 5 años y un mes.

El consentimiento informado se obtuvo por escrito de los padres/tutores y el estudio fue aprobado por el comité de ética de la institución.

Se establecieron 3 categorías nutricionales: asmáticos eutróficos, asmáticos con sobrepeso y asmáticos obesos. Para comparar las características clínico-demográficas entre estas tres categorías, se utilizó la prueba de χ^2 de Pearson (proporciones) o test de varianza ANOVA (promedios). Se compararon los promedios de los parámetros de espirometría e IOS entre las tres categorías nutricionales utilizando test de varianza ANOVA con previo análisis de distribución de normalidad Kolmogorov - Smirnov. Posteriormente se realizó análisis post hoc para encontrar de la diferencia honestamente significativa por medio de la prueba de Tukey. Un subanálisis de comparación de varianzas y análisis post hoc con prueba de Tukey fue aplicado para analizar las diferencias de cada parámetro IOS entre hombres y mujeres para cada categoría nutricional. El tamaño muestral

para establecer las diferencias entre los grupos se calculó en base a una muestra piloto, considerando un poder de 80% y error alfa de 5%. Para el análisis de varianza ANOVA se estimó una diferencia de 2,4 puntos de promedio de VEF₁/CVF y 0,08 puntos de promedio en el parámetro D5-20 en al menos dos de las tres categorías nutricionales, precisándose para ello un mínimo de 90 niños por cada categoría nutricional. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS® v17.0 (IBM, Armonk, NY).

Resultados

Se analizaron 559 pacientes asmáticos, promedio de 9,2 años. 24,7% fueron preescolares (3-5 años), 51,2% escolares (6-11 años) y 24,1 adolescentes (12-18 años). El 49,1% fueron mujeres y el 50,9% varones. Según la clasificación de severidad GINA encontramos 31,8% persistentes leves, 60,7% persistentes moderados y 7,5% persistentes severos. El promedio de peso y talla de la serie fue de 36,5 kg y 134,9 cm respectivamente. Según la clasificación nutricional se encontró 52,4% eutróficos, 31,3% con sobrepeso y 16,3 con obesidad (Tabla 1).

Entre las categorías nutricionales, se encontró al menos una diferencia significativa en los promedios de valores basales de R5, X5, AX, D5-20, y sólo se encontró diferencia significativa en el promedio de respuesta broncodilatadora de X5 en

Tabla 1. Características clínico-demográficas de niños asmáticos persistentes según su estado nutricional (n = 559)

	Asmáticos eutróficos (n = 293)	Asmáticos con sobrepeso (n = 175)	Asmáticos con obesidad (n = 91)	p
Edad (años) promedio	9,4	9	8,7	0,2
Varones (%)	51	30,8	18,2	0,3
Mujeres (%)	54,5	32,1	13,4	0,3
Talla (cm) promedio	134,9	134,7	135,2	0,9
APL (%)	34,1	29,7	28,6	0,2
APM (%)	58,7	62,3	63,7	0,3
APS (%)	7,2	8	7,7	0,8
CI (%)	28,7	30,2	29,7	0,8
CI + LABA (%)	38,2	37,8	37,4	0,8
ALT (%)	5,5	1,7	4,4	0,2

APL: asma persistente leve, APM: asma persistente moderada, APS: asma persistente severa, CI: corticoide inhalado, LABA: Beta-2 agonista adrenérgico de acción prolongada, ALT: antileucotrieno, p: valor de p para prueba de χ^2 o ANOVA.

la IOS (Tabla 2). En la espirometría se encontró al menos una diferencia significativa en VEF₁/CVF, en FEF₂₅₋₇₅/CVF y en la respuesta broncodilatadora de VEF₁ L (Tabla 3). Luego de realizar el análisis post hoc mediante la prueba de Tukey se encontraron promedios significativamente más bajos en VEF₁/CVF y FEF₂₅₋₇₅/CVF y más altos en X5, AX, D5-20 en los asmáticos obesos respecto de los asmáticos eutróficos. A su vez, en los asmáticos con sobrepeso se encontraron promedios significativamente más bajos en VEF₁/CVF y más altos en AX, D5-20, respecto de los

asmáticos eutróficos. Entre asmáticos con sobrepeso y obesidad el análisis post hoc no mostró diferencias estadísticamente significativas y se encontró un promedio significativamente mayor de RB VEF₁ en los asmáticos obesos, respecto de los asmáticos eutróficos (Tabla 4).

El análisis post hoc según género y categoría nutricional reveló que los varones obesos tenían promedios significativamente más bajos en VEF₁/CVF y más altos en X5, D5-20. Este mismo análisis demostró que la respuesta broncodilatadora (RB) de la CVF y del VEF₁ fue significativamente

Tabla 2. Comparación de promedios de parámetros basales y respuesta broncodilatadora de la oscilometría de impulso en las tres categorías nutricionales mediante análisis de varianza ANOVA (n = 559)

	Asmáticos eutróficos $\bar{x} \pm DE$	Asmáticos con sobrepeso $\bar{x} \pm DE$	Asmáticos obesos $\bar{x} \pm DE$	Prueba F	p
R5 Kpa/Ls	0,73 ± 0,2	0,78 ± 0,2	0,8 ± 0,2	3,6	0,03
Δ R5 %	-19 ± 0,1	-20 ± 0,12	-22 ± 0,15	1,4	0,24
Fres 1/s	22,1 ± 6,4	23,1 ± 5,4	22,4 ± 4,2	1,9	0,1
Δ Fres %	-15 ± 0,2	-17 ± 0,12	-16 ± 0,15	0,3	0,8
X5 Kpa/Ls	-0,20 ± 0,09	-0,22 ± 0,1	-0,24 ± 0,1	4,2	0,02
Δ X5 %	-0,17 ± 0,28	-0,23 ± 0,27	-0,22 ± 0,38	3	0,04
AX Kpa/Ls	2,3 ± 1,7	2,7 ± 2	2,9 ± 2,2	5,7	0,004
Δ AX %	-0,4 ± 0,27	-0,43 ± 0,24	-0,47 ± 0,27	2,5	0,08
D5-20 Kpa/Ls	0,23 ± 0,16	0,28 ± 0,18	0,31 ± 0,17	9,6	0,00008
Δ D5-20%	-31 ± 0,4	-32 ± 0,3	-39 ± 0,25	1,4	0,2

\bar{x} : promedio, DE: Desviación estándar, R5: resistencia a 5 Hertz, Fres: frecuencia de resonancia, X5: reactancia a 5 Hertz, AX: área de reactancia, D5-20: diferencia de la resistencia a 5 y 20 Hertz, Δ: respuesta broncodilatadora, p: valor de p para test de ANOVA.

Tabla 3. Comparación de promedios de parámetros basales y respuesta broncodilatadora espirométrica en las tres categorías nutricionales mediante análisis de varianza ANOVA (n = 559)

	Asmáticos eutróficos $\bar{x} \pm DE$	Asmáticos con sobrepeso $\bar{x} \pm DE$	Asmáticos obesos $\bar{x} \pm DE$	Prueba F	p
CVF L	2,5 ± 1,2	2,54 ± 1,2	2,5 ± 0,9	0,09	0,9
Δ CVF %	0,9 ± 4	1 ± 4	2 ± 5	2,6	0,07
VEF ₁ L	2,07 ± 0,9	2,08 ± 1	2,01 ± 0,7	0,1	0,9
Δ VEF ₁ %	0,06 ± 0,06	0,07 ± 0,06	0,08 ± 0,06	5,4	0,005
VEF ₁ /CVF %	84,1 ± 7	82 ± 12,4	81,7 ± 6,6	5,9	0,003
FEF ₂₅₋₇₅ L	2,1 ± 0,9	2,1 ± 1,1	2 ± 0,8	0,7	0,5
Δ FEF ₂₅₋₇₅ %	24 ± 0,3	26 ± 0,27	28 ± 0,23	0,8	0,4
FEF ₂₅₋₇₅ /CVF %	89,4 ± 26	85,1 ± 25	81,6 ± 22	4	0,02

\bar{x} : promedio, DE: Desviación estándar, CVF: capacidad vital forzada, VEF₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo, FEF₂₅₋₇₅: flujos espiratorios forzados entre el 25 y 75% de la capacidad vital forzada, Δ: respuesta broncodilatadora, p: valor de p para test de ANOVA.

Tabla 4. Análisis post-hoc de la diferencia honestamente significativa en promedios de valores basales y respuesta broncodilatadora de oscilometría de impulso y espirometría entre las tres categorías nutricionales (prueba de Tukey)

	Asmáticos eutróficos <i>versus</i> asmáticos con sobrepeso	Asmáticos eutróficos <i>versus</i> asmáticos obesos	Asmáticos con sobrepeso <i>versus</i> asmáticos obesos
	p	p	p
Valores basales			
X5 (Kpa/Ls)	0,2	0,02	0,4
AX (Kpa/Ls)	0,03	0,01	0,7
D5-20 (Kpa/Ls)	0,006	0,001	0,4
VEF ₁ /CVF (%)	0,02	0,03	0,9
FEF ₂₅₋₇₅ /CVF (%)	0,2	0,03	0,5
Respuesta broncodilatadora			
ΔVEF ₁	0,07	0,008	0,5

X5: reactancia a 5 Hertz, AX: área de reactancia, D5-20: diferencia de la resistencia a 5 y 20 Hertz, CVF: capacidad vital forzada, VEF₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo, FEF 25-75: flujos espiratorios forzados entre el 25 y 75% de la capacidad vital forzada, Δ: respuesta broncodilatadora, p: valor de p para prueba de Tukey.

Tabla 5. Análisis post-hoc de la diferencia honestamente significativa de promedios basales y respuesta broncodilatadora en oscilometría de impulso y espirometría según género y estado nutricional (prueba de Tukey)

		Asmáticos eutróficos <i>versus</i> asmáticos con sobrepeso	Asmáticos eutróficos <i>versus</i> asmáticos obesos	Asmáticos con sobrepeso <i>versus</i> asmáticos obesos
		p	p	p
Valores basales				
X5 (Kpa/Ls)	Mujeres	0,2	0,3	0,9
X5 (Kpa/Ls)	Hombres	0,7	0,03	0,2
D5-20 (Kpa/Ls)	Mujeres	0,08	0,1	0,9
D5-20 (Kpa/Ls)	Hombres	0,07	0,002	0,3
VEF ₁ /CVF (%)	Mujeres	0,1	0,7	0,7
VEF ₁ /CVF (%)	Hombres	0,1	0,03	0,7
Respuesta broncodilatadora				
Δ CVF (%)	Mujeres	0,5	0,9	0,5
Δ CVF (%)	Hombres	0,4	0,03	0,3
ΔVEF ₁ (%)	Mujeres	0,9	0,9	0,9
Δ VEF ₁ (%)	Hombres	0,04	0,004	0,5

X5: reactancia a 5 Hertz, D5-20: diferencia de la resistencia a 5 y 20 Hertz, CVF: capacidad vital forzada, VEF₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo, Δ: respuesta broncodilatadora, p: valor de p para prueba de Tukey.

te más alta en varones obesos al ser comparados con los eutróficos. Entre los varones con sobrepeso se encontró un promedio significativamente mayor de la RB de VEF₁, que en los eutróficos. Ninguna de estas diferencias fueron encontradas en el grupo de mujeres y no hubo diferencias por género en la RB de la IOS (Tabla 5).

Comentarios

En este grupo de niños asmáticos, casi la mitad (47,6%) tenía malnutrición por exceso, lo que es similar a lo reportado para la región Metropolitana en niños sin asma y confirma la importancia de esta comorbilidad²². Entre las tres categorías

nutricionales no se encontraron diferencias en edad, género, talla, severidad o tipo tratamiento del asma, lo que disminuye la posibilidad de que los resultados sean atribuidos a otras variables clínico-demográficas. Nuestros pacientes fueron en su mayoría preescolares y escolares (76%), es decir asmáticos de inicio temprano, lo que podría haber influido en el efecto del sobrepeso y la obesidad sobre su función pulmonar. Holguin y cols. describieron un fenotipo de niños obesos con asma de inicio precoz (antes de los 12 años), que tenían mayor obstrucción medida por VEF_1/CVF , mayor uso de curas corticoidales y hospitalizaciones en UCI, que los asmáticos obesos con asma iniciada después de los 12 años²³. Los pacientes con sobrepeso y obesidad registraron promedios más bajos en la relación VEF_1/CVF , lo que coincide con otros estudios publicados^{4,24}, y también tuvieron promedios más bajos en la relación FEF_{25-75}/CVF , lo que concuerda con publicaciones previas en las que se ha reportado disminución de este parámetro en paralelo con VEF_1/CVF , incluso se ha recomendado como una alternativa para medir disanapsis en niños^{5,25}. En el análisis *post hoc*, los promedios de la relación VEF_1/CVF y FEF_{25-75}/CVF persistieron más bajos en los asmáticos con obesidad respecto de los eutróficos. Lo mismo ocurrió con la relación VEF_1/CVF en los asmáticos con sobrepeso al ser comparados con los eutróficos, lo que reflejaría la tendencia al compromiso de estos parámetros con el aumento del IMC²⁶. En este análisis también se encontraron diferencias de género en el promedio de la relación VEF_1/CVF , que fue menor en los varones obesos respecto a los eutróficos, pero no en las mujeres. Este hallazgo se explicaría por el mayor desarrollo pulmonar que experimentan los varones hacia la adolescencia y la mayor frecuencia de malnutrición por exceso, lo que posteriormente disminuye en los adultos asmáticos, llevando a la normalización de la relación VEF_1/CVF a expensas del efecto restrictivo de la grasa sobre la CVF ^{27,28}. Estas diferencias de género concuerdan con publicaciones recientes, en las que se ha demostrado que los varones asmáticos con sobrepeso y obesidad, tendrían mayor compromiso de este parámetro que las mujeres^{29,30}.

Un resultado inesperado de nuestro estudio, fue encontrar promedios significativamente más altos de RB de VEF_1 en el grupo de obesos respecto de los eutróficos sin considerar el género, así como también mayores promedios en la RB de CFV y de VEF_1 en varones obesos al considerar el análisis por género. Esta RB podría estar asociada a una mayor hiperreactividad de la vía aérea y difiere de lo reportado en asmáticos afroa-

mericanos en que se encontró menor respuesta broncodilatadora en obesos que en eutróficos³¹. Postulamos a que existen diferencias étnicas respecto a nuestra población que podrían contribuir a la variabilidad de la respuesta broncodilatadora en asmáticos obesos.

En la IOS, los promedios de los parámetros que se relacionan con la función de vía aérea pequeña (AX y D5-20), fueron significativamente mayores en los niños con sobrepeso y obesidad, respecto de los eutróficos, antes y después del análisis *post hoc*. Estos resultados concuerdan con otro estudio publicado³², en el que se reportaron alteraciones en AX y D5-20 en relación al incremento del IMC y nos permite afirmar que el sobrepeso y la obesidad alteran la función de la vía aérea periférica en escolares y adolescentes asmáticos. Además, en un estudio recientemente publicado, que también evaluó con IOS a pacientes asmáticos obesos, se encontraron mayores valores de R5-20 que obesos sin asma y que asmáticos eutróficos³³, lo que es concordante con nuestros hallazgos, reflejando que existen alteraciones en la VAP en relación al incremento del IMC con importantes implicancias clínicas, ya que la IOS podría reflejar cambios sutiles en vía aérea distal de los asmáticos obesos, la cual es más susceptible al colapso que la vía aérea de mayor calibre. El compromiso de función de vía aérea periférica en los asmáticos obesos también se refleja en los valores promedio más bajos de FEF_{25-75}/CVF encontrado en este grupo. Este parámetro se correlaciona con los parámetros de la IOS que evalúan VAP, por lo que debe ser mirado con especial atención en estos pacientes si no se dispone de IOS. Probablemente el aumento de la inflamación, la desregulación inmunometabólica y algunas alteraciones de la microvasculatura pulmonar de las áreas distales del pulmón encontradas en la obesidad, podrían explicar el mayor compromiso de la vía aérea pequeña encontrado en este grupo³⁴.

Como limitación del estudio podemos mencionar el hecho de que no medimos objetivamente el control del asma. Sin embargo, como ya fue mencionado anteriormente, existe en un estudio en nuestro medio, que midió este aspecto de la interacción del asma y la malnutrición por exceso. Tampoco medimos marcadores de inflamación, metabólicos o de distribución desigual de la ventilación, que se han usado en otros estudios y que podrían aportar mayor información para entender las complejas interacciones entre la malnutrición por exceso y la función pulmonar en niños y adolescentes³⁵.

Como fortaleza de nuestra investigación desta-

camos el gran número de pacientes incluidos con evaluación de la función pulmonar por dos métodos complementarios desde la edad preescolar hasta la adolescencia. Hasta la fecha, no hemos encontrado estudios nacionales publicados que midan el compromiso de la vía aérea periférica en relación con el incremento del IMC.

A la luz de nuestros resultados, se hace imprescindible incluir medidas para el control de la malnutrición por exceso y evitar su cronicidad, ya que repercute desde la edad escolar a la adolescencia con una menor función pulmonar. Así mismo, resulta recomendable, la medición periódica de la función pulmonar con espirometría y oscilometría que son complementarias a la hora de detectar los cambios en la función pulmonar, propios de esta comorbilidad en el asma, lo que además permitiría evidenciar si se produce mejoría en relación a la normalización del estado nutricional.

En conclusión, podemos decir que los niños asmáticos con sobrepeso y obesidad tienen alteraciones de algunos índices espirométricos que orientan a disanapsis y de compromiso de la función de la VAP en IOS, cuando se comparan con aquellos que mantienen un estado nutricional normal. Encontramos alteraciones de la espirometría en varones que sugieren disanapsis, mayor respuesta broncodilatadora y alteraciones de la VAP, que no se presentaron en las mujeres. Con lo anteriormente expuesto creemos necesario considerar el monitoreo de la función pulmonar y el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en el manejo del asma.

Bibliografía

- 1.- MALLOL J, AGUIRRE V, AGUILAR P, CALVO M, AMARALES L, ARELLANO P, et al. Cambios en la prevalencia del asma en escolares chilenos entre 1994 y 2002. *Rev Méd Chile* 2007; 135: 580-6.
- 2.- Mapa nutricional 2020. Disponible en: <https://www.junaeb.cl/wp-content/uploads/2013/03/MapaNutricional2020-2.pdf>. Consultado el 21 de junio del 2021.
- 3.- LAZARUS R, COLDITZ G, BERKEY CS, SPEIZER FE. Effects of body fat on ventilatory function in children and adolescents: cross-sectional findings from a random population sample of school children. *Pediatr Pulmonol*. 1997; 24: 187-94.
- 4.- TANTISIRA KG, LITONJUA AA, WEISS ST, FUHLBRIGGE AL. Childhood Asthma Management Program Research Group. Association of body mass with pulmonary function in the Childhood Asthma Management Program (CAMP). *Thorax*. 2003; 58: 1036-41.
- 5.- 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; 6 (2): 570-81.
- 6.- FORNO E, WEINER DJ, MULLEN J, SAWICKI G, KURLAND G, HAN YY, et al. Obesity and airway dysanapsis in children with and without asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017; 195: 314-23.
- 7.- VIDAL A, ESCOBAR AM, CERUTI E, HENRÍQUEZ MT, MEDINA ME. Impacto del sobrepeso y la obesidad en el asma infantil *Rev Chil Enf Respir*. 2012; 28: 174-181.
- 8.- TULIK MC, CHRISTODOULOPOULOS P, HAMID Q. Small airway inflammation in asthma. *Respir Res*. 2001; 2 (6): 333-9.
- 9.- VAN DER WIEL E, POSTMADS, VAN DER MOLEN T, SCHIPHOF-GODART L, TEN HACKEN NH, VAN DEN BERGE M. Effects of small airway dysfunction on the clinical expression of asthma: a focus on asthma symptoms and bronchial hyperresponsiveness. *Allergy*. 2014; 69 (12): 1681-8.
- 10.- SHI Y, ALEDIA A, GALANT S, GEORGE S. Peripheral airway impairment measured by oscillometry predicts loss of asthma control in children. *J Allergy Clin Immunol*. 2013; 131 (3): 718-23
- 11.- GALANT SP, FREGEAU W, PABELONIO N, MORPHEW T, TIRAKITSOONTORN P. Standardized IOS Reference Values Define Peripheral Airway Impairment-Associated Uncontrolled Asthma Risk Across Ethnicity in Children [published online ahead of print, 2020 Apr 15]. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2020; S2213-2198(20)30340-8
- 12.- GLOBAL INITIATIVE FOR ASTHMA (GINA). Global Strategy for Asthma Management and Prevention. Updated 2020. Disponible en: <http://www.ginasthma.com/>
- 13.- BEYDON N, DAVIS SD, LOMBARDI E, ALLEN JL, ARETS HG, AURORA P, 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): 1304-45.
- 14.- KING GG, BATES J, BERGER KI, CALVERLEY P, DE MELO PL, DELLACÀ RL, et al. Technical standards for respiratory oscillometry. *Eur Respir J*. 2020; 55 (2): 1900753.
- 15.- CULVER BH, GRAHAM BL, COATES AL, WANGER J, BERRY CE, CLARKE PK, et al. ATS Committee on Proficiency Standards for Pulmonary Function Laboratories. Recommendations for a Standardized Pulmonary Function Report. An Official American Thoracic Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017; 196 (11): 1463-72.
- 16.- GRAHAM BL, STEENBRUGGEN I, MILLER MR, BARJAKTAREVIC IZ, COOPER BG, HALL GL, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019; 200 (8): e70-e88.

- 17.- DENCKER M, MALMBERG LP, VALIND S, THORSSON O, KARLSSON MK, PELKONEN A. et al. Reference values for respiratory system impedance by using impulse oscillometry in children aged 2–11 years. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2006; 26: 247-50.
- 18.- MALMBERG LP, PELKONEN A, POUSSA T, POHJANPALO A, HAAHTELA T, TURPEINEN M. Determinants of respiratory system input impedance and bronchodilator response in healthy Finnish preschool children. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2002; 22 (1): 64-71.20.
- 19.- VOGEL J, SMIDT U. *Impulse Oscillometry: Analysis of Lung Mechanics in General Practice and the Clinic, Epidemiology and Experimental Research*. Frankfurt am Main: Pmi-Verlagsgruppe, 1994.
- 20.- QUANJER PH, STANOJEVIC S, COLE TJ, BAUR X, HALL GL, CULVER BH, et al. ERS Global Lung Function Initiative. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J*. 2012; 40 (6): 1324-43.
- 21.- WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr Suppl*. 2006; 450: 76-85.
- 22.- CASTRO M, MUROS JJ, COFRÉ C, ZURITA F, CHACÓN R, ESPEJO T. Índices de sobrepeso y obesidad en escolares de Santiago (Chile). *Journal of Sport and Health Research*. 2018; 10 (2): 251-6.
- 23.- HOLGUIN F, BLEECKER ER, BUSSE WW, CALHOUN WJ, CASTRO M, ERZURUM SC, et al. Obesity and asthma: an association modified by age of asthma onset. *J Allergy Clin Immunol*. 2011; 127 (6): 1486-93. e2.
- 24.- CHU YT, CHEN WY, WANG TN, TSENG HI, WU JR, KO YC. Extreme BMI predicts higher asthma prevalence and is associated with lung function impairment in school-aged children. *Pediatr Pulmonol*. 2009; 44 (5): 472-9.
- 25.- CIBELLA F, BRUNO A, CUTTITTA G, BUCCHIERI S, MELIS MR, DE CANTIS S, et al. An elevated body mass index increases lung volume but reduces airflow in Italian schoolchildren. *PLoS One*. 2015; 10 (5): e0127154.
- 26.- VO P, MAKKER K, MATTA-ARROYO E, HALL CB, ARENS R, RASTOGI D. The association of overweight and obesity with spirometric values in minority children referred for asthma evaluation. *J Asthma*. 2013; 50 (1): 56-63.
- 27.- LANG JE, HOSSAIN J, DIXON AE, SHADE D, WISE RA, PETERS SP, et al. American Lung Association-Asthma Clinical Research Centers. Does age impact the obese asthma phenotype? Longitudinal asthma control, airway function, and airflow perception among mild persistent asthmatics. *Chest*. 2011; 140 (6): 1524-33.
- 28.- KHALID F, HOLGUIN F. A review of obesity and asthma across the life span. *J Asthma*. 2018; 55 (12): 1286-300.
- 29.- LANG JE, HOLBROOK JT, WISE RA, DIXON AE, TEAGUE WG, WEI CY, et al. Obesity in children with poorly controlled asthma: Sex differences. *Pediatr Pulmonol*. 2013; 48 (9): 847-56.
- 30.- CHEN YC, HUANG YL, HO WC, WANG YC, YU YH. Gender differences in effects of obesity and asthma on adolescent lung function: Results from a population-based study. *J Asthma*. 2017; 54 (3): 279-85.
- 31.- MCGARRY ME, CASTELLANOS E, THAKUR N, OH SS, ENG C, DAVIS A, et al. Obesity and bronchodilator response in black and Hispanic children and adolescents with asthma. *Chest*. 2015; 147 (6): 1591-8.
- 32.- EKSTRÖM S, HALLBERG J, KULL I, PROTUDJER JLP, THUNQVIST P, BOTTAI M, et al. Body mass index status and peripheral airway obstruction in school-age children: a population based cohort study *Thorax* 2018; 73: 538-45.
- 33.- UYSAL P, ANIK A, ANIK A. School-age obese asthmatic children have distinct lung function measures from lean asthmatics and obese children. *J Asthma*. 2021; 18: 1-12.
- 34.- LEZANA V, NAVIA V, PUCHI A. Obesidad infantil y asma bronquial. *Neumol Pediatr*. 2019; 14 (4): 200-4.
- 35.- DE A, RASTOGI D. Association of pediatric obesity and asthma, pulmonary physiology, metabolic dysregulation, and atopy; and the role of weight management. *Expert Rev Endocrinol Metab*. 2019; 14 (5): 335-49.

Correspondencia a:
Dr. Alberto Eduardo Vidal Grell
Clínica Las Condes, Santiago, Chile.
Email: aevgmd@yahoo.es