

## Avaliação da função pulmonar de escolares asmáticos: espirometria x oscilometria de impulso

Evaluation of the pulmonary function of asmatic schools: spirometry x impulse oscillometry

Evaluación de la función pulmonar de las escuelas asmáticas: espirometría x oscilometría de impulso

Meyrian Luana Teles de Sousa Luz Soares<sup>1\*</sup>, Décio Medeiros<sup>2</sup>.

---

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a função pulmonar, através da espirometria e da oscilometria de impulso, em escolares asmáticos. **Métodos:** Um estudo quantitativo transversal comparativo, cuja amostra foi composta por escolares com diagnóstico de asma controlada. Foi realizada coleta dos dados antropométricos e clínicos, com avaliação da função pulmonar realizada pela espirometria e oscilometria de impulso antes e após teste broncoprovocativo. Para as variáveis quantitativas foram calculadas medidas de tendência central e de dispersão e adotado o nível de significância de 5%. **Resultados:** Foram avaliadas 36 crianças e adolescentes, na faixa etária de 7 à 18 anos, na qual 52,77% eram do sexo masculino, com uma média de idade para todo o grupo de 11,28 ( $\pm 3,41$ ) anos e altura de 147,92 ( $\pm 16,78$ ) cm. A média para os parâmetros espirométricos foram CVF = 2,51 ( $\pm 1,12$ ), VEF 1 = 2,16 ( $\pm 0,96$ ) e CVF/VEF1 = 86,08 ( $\pm 9,56$ ) e para os oscilométricos foram R5 = 0,625 ( $\pm 0,075$ ), X5 = -0,294 ( $\pm 0,03$ ), R5-R20 = 0,219 ( $\pm 0,148$ ), AX = 1,871 ( $\pm 1,406$ ) e Fres = 18,349 ( $\pm 5,084$ ). **Conclusão:** A avaliação da função pulmonar permite a aquisição de dados importantes para o diagnóstico precoce e monitoramento da asma.

**Palavras-chave:** Oscilometria, Espirometria, Asma, Testes de função respiratória.

---

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate pulmonary function, using spirometry and impulse oscillometry, in asthmatic students. **Methods:** A comparative cross-sectional quantitative study, the sample of which consisted of students diagnosed with controlled asthma. Anthropometric and clinical data were collected, with pulmonary function assessment performed by spirometry and impulse oscillometry before and after bronchial testing. For the quantitative variables, measures of central tendency and dispersion were calculated and the level of significance was set at 5%. **Results:** 36 children and adolescents were evaluated, aged 7 to 18 years, in which 52.77% were male, with an average age for the entire group of 11.28 ( $\pm 3.41$ ) years and height of 147.92 ( $\pm 16.78$ ) cm. The mean for the spirometric parameters were FVC = 2.51 ( $\pm 1.12$ ), FEV 1 = 2.16 ( $\pm 0.96$ ) and FVC / FEV1 = 86.08 ( $\pm 9.56$ ) and for oscillometric R5 = 0.625 ( $\pm 0.075$ ), X5 = -0.294 ( $\pm 0.03$ ), R5-R20 = 0.219 ( $\pm 0.148$ ), AX = 1.871 ( $\pm 1.406$ ) and Fres = 18.349 ( $\pm 5.084$ ). **Conclusion:** The evaluation of lung function allows the acquisition of important data for the early diagnosis and monitoring of asthma.

**Keywords:** Oscillometry, Spirometry, Asthma, Respiratory function tests.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recife – PE. \*E-mail: [luanatsousa@gmail.com](mailto:luanatsousa@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). São Paulo – SP.

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la función pulmonar, utilizando espirometría y oscilometría de impulso, en estudiantes asmáticos. **Método:** estudio cuantitativo transversal comparativo, cuya muestra consistió en estudiantes diagnosticados con asma controlada. Se recogieron datos antropométricos y clínicos, con evaluación de la función pulmonar realizada por espirometría y oscilometría de impulso antes y después de las pruebas bronquiales. Para las variables cuantitativas, se calcularon medidas de tendencia central y dispersión y se adoptó el nivel de significancia del 5%. **Resultados:** se evaluaron 36 niños y adolescentes, de 7 a 18 años, en los cuales 52.77% eran hombres, con una edad promedio para todo el grupo de 11.28 ( $\pm$  3.41) años y altura de 147.92 ( $\pm$  16.78) cm. La media para los parámetros espirométricos fue FVC = 2.51 ( $\pm$  1.12), FEV1 = 2.16 ( $\pm$  0.96) y FVC / FEV1 = 86.08 ( $\pm$  9.56) y para oscilométrico R5 = 0.625 ( $\pm$  0.075), X5 = -0.294 ( $\pm$  0.03), R5-R20 = 0.219 ( $\pm$  0.148), AX = 1.871 ( $\pm$  1.406) y Fres = 18.349 ( $\pm$  5.084). **Conclusión:** la evaluación de la función pulmonar permite la adquisición de datos importantes para el diagnóstico precoz y el control del asma.

**Palabras-clave:** Oscilometría, Espirometría, Asma, Pruebas de función respiratoria.

## INTRODUÇÃO

A asma é uma doença inflamatória crônica caracterizada por hiperresponsividade das vias aéreas inferiores e por limitação variável do fluxo aéreo, reversível espontaneamente ou com tratamento específico, manifestando-se clinicamente por episódios recorrentes de sibilância, dispneia e tosse normalmente à noite ou ao amanhecer. Resulta de interação entre genética e exposição ambiental a alérgenos e irritantes levando ao desenvolvimento e manutenção dos sintomas (CASSOL VE, et al., 2004; ABU-HASAN M, et al., 2005).

Dados epidemiológicos demonstram que anualmente 350.000 internações são realizadas por asma no Brasil, sendo a quarta causa de hospitalizações no Sistema Único de Saúde (SUS) correspondendo a 2,3% do total, sendo a terceira causa entre crianças e adultos jovens (MATEONI SP et al., 2009). Embora existam indícios de que a prevalência da asma esteja aumentando em todo o mundo, em países em desenvolvimento como o Brasil encontra grau de estabilidade, porém em níveis elevados (SHAMSSAIN MH, SAHMISIAN N, 2001). Segundo Laitano O e Meyer F (2007), em estudo multicêntrico, apontou a prevalência média mundial da asma de 11,6% em escolares (crianças entre 6 e 7 anos), oscilando entre 2,4% e 37,6%; já entre adolescentes (13 e 14 anos) a prevalência mundial média foi de 13,7%, oscilando entre 1,5% e 32,6%. No Brasil os índices ainda permanecem elevados, em torno de 20%, para as duas faixas etárias supracitadas (MILGROM H, TAUSSIG LM, 1999).

Para avaliação da função pulmonar, o recurso mais utilizado é a espirometria e o parâmetro mais utilizado para o diagnóstico é o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) (ALMEIDA MM et al., 2001). O BIE é definido operacionalmente como uma redução igual ou maior que 10% no VEF1 após o exercício físico de duração e intensidade apropriada. Sugere-se uma classificação de intensidade para redução no VEF1 como leve (redução > 10% mas < 25%), moderada (> 25% e < 50%) e grave (> 50%). De forma semelhante, existem outros métodos para avaliação da função pulmonar como o Sistema de Oscilometria de Impulsos (*Impulse Oscilometry System* (IOS) (ASSUMPÇÃO MS, et al., 2014).

Consiste em um tipo de técnica de oscilações forçadas (TOF) diferindo desta por obter medidas de resistência e reatância em múltiplas frequências. Consiste na aplicação de pequenas ondas mecânicas de pressão (em torno de 1cm/H20), mono ou multifrequenciais, aplicadas ao interior do sistema respiratório e que se sobrepõe a respiração basal dos pacientes (HELLINCKX J, et al., 2001). Um dispositivo externo é responsável pela geração de pressões oscilatórias que são aplicadas ao interior do sistema respiratório através de um bocal. Um sinal de fluxo é refletido a cada pulso gerado, medido por um pneumotacógrafo, fornecendo dados que possibilitem análise sobre a função pulmonar dos indivíduos (FONSECA AC, et al., 2006; LARSEN G, et al., 2009).

O IOS gera ondas de pressão com frequências variáveis entre 5 à 35Hz, com avaliação dos parâmetros de impedância (Z), resistência (R), reatância (X) e frequência de ressonância (Fres), tornando possível avaliar pequenas e grandes vias aéreas. Para interpretação dos dados, os valores obtidos da resistência total medida a 5Hz (R5) são considerados quando excedem 150% do valor previsto (FREY U, 2005; JEE MM, et al., 2010; SHI Y, et al., 2012).

O objetivo desse estudo foi descrever a avaliação da função pulmonar, através da espirometria e oscilometria de impulso, em escolares asmáticos.

## MÉTODOS

Foi realizado um estudo quantitativo, do tipo transversal comparativo, no ambulatório de Alergia e Imunologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC-UFPE), após aprovação do Comitê de ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas, sob o parecer nº 2.947.744. O estudo foi realizado no período de janeiro à março de 2020. A amostra foi composta por crianças e adolescentes em idade escolar, de ambos os sexos, sendo incluídas aquelas com diagnóstico de asma clinicamente controlada segundo a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT, 2012), e excluídas as que reportaram algum tipo de infecção pulmonar no período igual ou inferior a trinta dias, incapacidade de realizar manobras de expiração forçada, com VEF1 basal menor do que 60% do predito ou incapacidade de suspender a medicação para realização dos testes.

Foi realizada, inicialmente, a coleta dos dados antropométricos (peso, altura e índice de massa corpórea-IMC) e utilização do questionário *Asthma Control Test* (ACT), para verificação dos sintomas de gravidade da asma. Para avaliação da função pulmonar, através da espirometria e oscilometria de impulso, foi utilizado um oscilômetro (*Masterscreen IOS, VIASYS Healthcare GmbH, Alemanha*), de acordo com as normas da American Toracic Society (ATS, 1995). O equipamento foi aquecido previamente por um tempo de 15 a 20 minutos automaticamente, em seguida realizado a calibração com seringa de 1 litro, conforme orientação do manual do fabricante, com fornecimento de condições ambiente (temperatura e umidade relativa do ar), através do termo higrômetro digital, não podendo ser inferior a 17°C e superior a 40° C.

Para a oscilometria de impulso, o participante respirou espontaneamente o ar ambiente através de um bocal. Enquanto isso, o gerador de impulso transmitiu breves impulsos de pressão ao trato respiratório, através de um adaptador em Y, um pneumotacógrafo e uma peça bocal (ASSUMPÇÃO MS, et al., 2014). Durante o teste o indivíduo ficou na posição sentada, utilizando um clipe nasal, e teve suas bochechas apoiadas pelas mãos para diminuir a perda de pressão oscilatória, devido à elevada complacência das mesmas e das vias aéreas superiores. Foram realizadas três manobras de 30 segundos cada uma, com verificação dos parâmetros R5, R20, R5-R20 e X5 (ASSUMPÇÃO MS, et al., 2014; ATS, 1995). A espirometria, por sua vez, foi realizada utilizando o mesmo aparelho da oscilometria de impulso, com o indivíduo sentado, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoio para os membros superiores e utilizando boquilha descartável e clipe nasal. O participante foi instruído a executar uma manobra expiratória forçada, a partir da capacidade pulmonar total até o volume residual. Pelo menos três manobras foram realizadas com intervalo de dois minutos entre si, que devem estar de acordo com os critérios de reprodutividade e aceitabilidade.

O teste broncoprovocativo foi realizado por meio hiperventilação eucápnica voluntária (HEV), na qual o participante foi orientado a sentar-se em uma cadeira, com a coluna ereta, quadril e joelhos à 90° de flexão, com a colocação do clipe nasal e o uso do bocal descartável. Durante o tempo de seis minutos, o participante realizou uma hiperventilação de gás seco, requerendo que ele respirasse o ar dentro de um cilindro e/ou recipiente fechado contendo 5% de dióxido de carbono, com manobras que alcançassem o valor máximo do VEF1. Os dados coletados foram tabulados utilizando as tabelas do Microsoft Excel 2010 e posteriormente processados com o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 16.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Para as variáveis quantitativas, foram empregadas medidas de tendência central e de dispersão (média e desvio padrão). Para verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Na análise das variáveis quantitativas foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, sendo adotado o nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra foi composta por 36 crianças, de ambos os sexos, na faixa etária entre 7 e 18 anos, com diagnóstico de asma clinicamente controlada. 52,8% eram do sexo masculino, com o mesmo percentual para a ausência do broncoespasmo durante o teste broncoprovocativo. 88,9% apresentavam asma associada à rinite, com uso predominante de corticoide nasal. O valor médio do ACT foi 20,42 ( $\pm 2,76$ ), com idade média de 11,28 ( $\pm 3,41$ ) em anos, peso médio de 44,19 ( $\pm 15,96$ ) Kg e altura média de 147,92 ( $\pm 16,78$ ) cm, conforme foram expostos na **Tabela 1**.

**Tabela 1** - Caracterização da amostra de participantes do ambulatório de Alergia e Imunologia do Hospital das Clínicas, (n=36).

Variáveis	n	%	
<b>Sexo</b>			
Masculino	19	52,8	
Feminino	17	47,2	
<b>Broncoespasmo</b>			
Positivo	17	47,2	
Negativo	19	52,8	
<b>Comorbidade</b>			
Asma	4	11,1	
Asma e Rinite	32	88,9	
<b>Medicação</b>			
Corticoide Inalatório	4	11,1	
Corticoide Nasal	32	88,9	
	<b>Média <math>\pm</math> DP</b>	<b>Mediana (Q1; Q3)</b>	<b>Mínimo – Máximo</b>
Idade	11,28 $\pm$ 3,41	10,00 (9,00; 13,75)	7,00 – 19,00
Peso (Kg)	44,19 $\pm$ 15,96	40,50 (29,25; 57,75)	22,00 – 76,00
Altura (cm)	147,92 $\pm$ 16,78	144,50 (135,00; 161,75)	123,00 – 183,00
IMC	19,69 $\pm$ 4,67	19,29 (15,49; 22,97)	14,06 – 28,54
Valor ACT	20,42 $\pm$ 2,76	20,00 (19,00; 22,00)	14,00 – 25,00

**Fonte:** Soares ML e Peixoto DM, 2020.

Foi verificada correlação estatisticamente significativa entre os parâmetros oscilométricos de R5 (-0,535) e R5-R20 (-0,346) e o VEF1 da espirometria pré-teste broncoprovocativo. Esses parâmetros não podem ser correlacionados diretamente uma vez que avaliam por mecanismos distintos, utilizando fluxo/volume e resistência/reatância respectivamente. Os dados foram expostos na **Tabela 2**.

**Tabela 2** - Correlação de Pearson entre os parâmetros espirométricos e oscilométricos pré-teste broncoprovocativo em escolares asmáticos (n=36)

Correlação <sup>A</sup>	VEF1 pré	CVF/VEF1 pré
R5	-0,535 *	-0,061
X5	0,076	0,074
R5-R20	-0,346 *	-0,041
AX	-0,168	-0,113

**Fonte:** Soares ML e Peixoto DM, 2020.

A **Tabela 3** expõe os valores de correlação após a realização do teste broncoprovocativo. Foram verificadas correlações entre todos os valores oscilométricos e o VEF1 da espirometria, mensurados após as três repetições de cada exame. Apenas o parâmetro de X5 apresentou correlação com a relação CVF/VEF1.

**Tabela 3** - Correlação de Pearson entre os parâmetros espirométricos e oscilométricos pós-teste broncoprovocativo em escolares asmáticos (n=36).

Correlação <sup>A</sup>	VEF1 pós 0	VEF1 pós 1	VEF1 pós 2	CVF/VEF1 pós 0	CVF/VEF1 pós 1	CVF/VEF1 pós 2
R5 pós 0	-0,695 *	-0,684 *	-0,683 *	-0,177	-0,239	-0,148
R5 pós 1	-0,660 *	-0,664 *	-0,680 *	-0,177	-0,237	-0,196
R5 pós 2	-0,701 *	-0,711 *	-0,736 *	-0,009	-0,070	-0,054
X5 pós 0	0,655 *	0,628 *	0,594 *	0,511 *	0,503 *	0,444 *
X5 pós 1	0,661 *	0,678 *	0,692 *	0,222	0,291	0,275
X5 pós 2	0,705 *	0,725 *	0,739 *	0,121	0,173	0,161
R5-R20 pós 0	-0,604 *	-0,580 *	-0,574 *	-0,163	-0,211	-0,184
R5-R20 pós 1	-0,547 *	-0,566 *	-0,590 *	-0,041	-0,103	-0,132
R5-R20 pós 2	-0,574 *	-0,567 *	-0,588 *	-0,031	-0,096	-0,093
X5 pós 0	-0,620 *	-0,590 *	-0,560 *	-0,412 *	-0,435 *	-0,346 *
AX pós 1	-0,626 *	-0,632 *	-0,642 *	-0,259	-0,321	-0,308
AX pós 2	-0,639 *	-0,654 *	-0,668 *	-0,122	-0,188	-0,189

**Fonte:** Soares ML e Peixoto DM, 2020.

O IOS tem sido desenvolvido como uma técnica sensível e rápida (SILVA LO, et al., 2011), a qual possui uma vantagem marcante quando comparada a outras formas de avaliação da função pulmonar, que é a facilidade para execução do teste, pois requer cooperação mínima do paciente e é realizada com um padrão respiratório de repouso (SOLÉ D, 1998). No estudo realizado por Frey U (2005) evidenciaram que, em geral, o IOS foi mais sensível e específico na identificação de asma em crianças quando comparado a outros recursos.

Além disso, a necessidade de executar manobras expiratórias forçadas pode causar um decréscimo na função pulmonar, alterando o resultado final. A oscilometria pode ser utilizada em indivíduos indispostos ou incapazes de cooperar com as manobras de expiração forçada, como crianças com idade a partir dos 3 anos, idosos, pacientes com lesão neurológica central ou aqueles que voluntariamente não aderem (MALMBERG P, et al., 2000).

Em comparação com o padrão-ouro para avaliação da função pulmonar, Poulain M, et al. (2006), observaram que é possível avaliar a resistência de vias aéreas de crianças com idade a partir de dois anos com o IOS, realizando a espirometria e medida da resistência em 46 crianças com média de idade de 4,9 anos. Desta amostra, 40 crianças foram capazes de realizar a avaliação com a oscilometria, enquanto 29 conseguiram realizar a espirometria.

Com relação às crianças com idade abaixo de quatro anos, das 14 selecionadas no estudo, apenas três conseguiram realizar a espirometria e nove realizaram a avaliação com o IOS. O IOS está, cada vez mais, sendo utilizado no contexto clínico para testar a obstrução das vias aéreas e a resposta ao broncodilatador (EVANS TM, et al., 2005). Os parâmetros X5 e AX são mais sensíveis na detecção de alterações na função pulmonar do que os achados espirométricos (SHI Y, et al., 2012).

No estudo realizado por Tae Won S, et al. (2008), utilizou-se o IOS em crianças de 2-5 anos de idade e concluíram que o sistema de oscilometria de impulso é um método aceitável para avaliar a resposta das vias

aéreas a drogas broncodilatadoras nessa faixa etária corroborando o estudo de Shi Y, et al. (2012) que sugeriram que o parâmetro X5 do IOS é útil para avaliar os brônquios de crianças em idade pré-escolar com asma.

No estudo realizado por Fonseca AC, et al. (2006), vinte e quatro crianças, com idade entre 7 e 12 anos, com sintomas de asma foram recrutadas para realizarem avaliação da função pulmonar com oscilometria antes e após um teste de esforço em bicicleta ergométrica durante 8 minutos.

Foi possível observar que a Rva (R5Hz, R20Hz, R5-R20) foi mais sensível em detectar alterações após o exercício, em especial no parâmetro de R5 em 55% das crianças avaliadas. A utilização do IOS como ferramenta por profissionais da saúde, em especial, nas ocasiões nas quais as manobras expiratórias forçadas não possam ser realizadas estão em constante ascensão.

Estudos já mostram que sua empregabilidade pode ser considerada um recurso complementar ou superior à espirometria em algumas circunstâncias. Poulain M, et al. (2006), em um estudo com 48 (quarenta e oito) pacientes com doenças pulmonares de diferentes etiologias, realizaram avaliação da função pulmonar utilizando a espirometria, como o VEF1, CVF, VEF1/CVF e FEF25%-75% (fluxo expiratório forçado médio entre 25% e 75%) e do IOS com seus parâmetros avaliados no R5, R20 e X5 respectivamente.

Como resultado foi encontrado uma faixa etária média de 50,75 anos ( $\pm 11,1$ ) entre os participantes assim como a correlação entre os valores de VEF1 e X5. Embora a espirometria seja mais amplamente adotada, o teste do IOS foi mais fácil de ser realizado, necessitando de menor cooperação do paciente independentemente do nível de severidade das disfunções.

A não padronização de valores de referência ainda é uma limitação entre os estudos. Tae Won S et al. (2012) realizaram um estudo para desenvolver valores de referência para avaliar a função pulmonar, usando o IOS em crianças do Taiwan.

Foram utilizadas 150 (cento e cinquenta) crianças saudáveis, entre 2 (dois) e 6 (seis) anos de idade, com o objetivo de medir a resistência e a reatância nas vias aéreas em diferentes frequências, onde os valores encontrados serviram como base para o diagnóstico de disfunções respiratórias em pré-escolares.

De forma semelhante, Assumpção MS, et al. (2014) utilizaram o IOS para descrever valores de referência em 390 (trezentos e noventa) crianças coreanas entre 3 (três) e 7 (sete) anos de idade. Este estudo sugeriu que o parâmetro R5 fosse utilizado como marcador no diagnóstico da asma.

Frey U, et al. (2005) analisaram 222 (duzentas e vinte e duas) crianças norte americanas, entre 3 (três) e 10 (dez) anos de idade, e relacionaram os parâmetros do IOS com variáveis antropométricas, com um tempo de aquisição de 15 (quinze) à 20 (vinte) segundos.

De forma similar, Dencker JK, et al. (2006), avaliaram as mesmas variáveis, porém com um tempo de aquisição mínimo de 20 (vinte) segundos e em 109 (cento e nove) crianças finlandesas entre 2 (dois) e 7 (sete) anos de idade e 252 (duzentas e cinquenta e duas) crianças suecas entre 7 (sete) e 11 (onze) anos de idade.

Valores de referência do IOS para crianças e adolescentes iranianos já foram publicados por Jee MM, et al. (2010), em uma amostra de 265 (duzentos e sessenta e cinco) meninos e 253 (duzentas e cinquenta e três) meninas, entre 6 (seis) e 19 (dezenove) anos de idade, analisando as mesmas variáveis dos estudos anteriores.

Meraz MM, et al. (2011), constataram que parâmetros do IOS diferiram de forma consistente nas crianças asmáticas, em comparação com as saudáveis, sendo capaz de discriminar distúrbios obstrutivos e não obstrutivos. Este estudo envolveu 26 (vinte e seis) crianças com asma avaliadas pelo IOS durante um ano sem o uso de substância broncodilatadora e, dois anos depois, foram examinadas antes e após seu uso.

Corroborando com os achados, Shi Y, et al. (2012), avaliaram 107 (cento e sete) crianças, entre 7 (sete) e 17 (dezessete) anos de idade, tiveram sua função pulmonar avaliada pelo IOS. O aumento nos valores da

resistência em pequenas vias aéreas e na área de reatância foram os melhores indicadores para a asma não controlada, sugerindo que tanto a redução no calibre das pequenas vias aéreas e aumento no tônus brônquico contribuem para a presença dos sintomas em crianças.

Sharshar MJ e Mohamed AA (2017) conduziram um estudo com 50 (cinquenta) pacientes com asma divididos em dois grupos: O grupo I (n = 25) com indivíduos com asma leve a moderada e o grupo II (n = 25) com asmáticos graves. Ambos os grupos realizaram avaliação da função pulmonar com o IOS antes e após três meses de tratamento. Como resultado, os valores do IOS obtidos foram mais sensíveis, reprodutíveis e com cooperação passiva do paciente foram correlacionados com a espirometria. Entre os dados com variação significativa temos o R5, o X5 e a AX, sendo o IOS considerado uma medida útil para identificar o diagnóstico da asma, a gravidade da doença e influenciar na tomada de decisões sobre avaliação da resposta à terapia não apenas de forma complementar com a espirometria.

Assumpção MS, et al. (2014) incluíram em seu estudo 81 (oitenta e uma) crianças, entre 6 (seis) e 14 (quatorze) anos, divididos em um grupo controle (n=30), um grupo com sobrepeso (n=21) e um grupo com obesidade (n=30) para avaliação da função pulmonar através do IOS. Como resultado, entre os dados espirométricos, o grupo de obesos apresentou valores mais altos do que o grupo controle, contudo não houve diferença significativa intergrupos. Porém, para a IOS, houve diferença significativa na impedância respiratória à 5Hz (Z5), da R5, da Fres e da AX intergrupos, demonstrando que o IOS apresentou maior sensibilidade e maior facilidade de aquisição de medidas em crianças de idade escolar que já apresentavam sobrepeso.

Schivinski MY, et al. (2017), em um estudo que incluiu 78 (setenta e oito) crianças e adolescentes entre 6 (seis) e 14 (quatorze) anos, buscaram identificar as mudanças nos parâmetros da função pulmonar em crianças e adolescentes saudáveis expostos como fumantes passivos em um ensaio clínico randomizado. Foi observado que crianças e adolescentes tinham os mais altos parâmetros oscilométricos (R20, X5, AX e Fres), sugerindo que algumas mudanças podem ser detectadas no IOS e não por outros procedimentos.

Kim TM, et al. (2009) realizaram testes de broncoprovocação com metacolina em 64 (sessenta e quatro) crianças saudáveis e 39 (trinta e nove) crianças com asma, entre 7 (sete) e 11 (onze) anos de idade, para determinar parâmetros espirométricos, como o VEF1, e oscilométricos como a resistência e a reatância das vias aéreas. Em crianças asmáticas com hiperresponsividade brônquica foram bem discriminados os valores do VEF1 e X5, porém não houve diferenças significativas nos parâmetros da espirometria.

No IOS, o valor do R5 permitiu diferenciar os grupos entre saudáveis e asmáticos, sendo utilizado como marcador na avaliação da função pulmonar. Shi Y, et al. (2018), em um estudo realizado com 115 crianças (cento e quinze) crianças (saudáveis, com asma controlada e asmáticos sem controle), entre 7 (sete) e 14 (quatorze) anos de idade, buscaram identificar o diagnóstico precoce no controle da asma através do monitoramento pelo IOS.

Não houve diferença significativa entre os grupos no que concerne aos valores de outros exames, porém houve na mensuração do R5, X5, Fres e AX, uma vez que estes parâmetros oscilométricos estão correlacionados com zonas mais periféricas foram mais associados com o diagnóstico precoce dessa disfunção (R5 e X5) além de terem sido mais facilmente adquiridos em situações de asma sem controle.

## CONCLUSÃO

O sistema de oscilometria de impulso é utilizado de forma complementar como recurso na avaliação da função pulmonar em crianças e adolescentes, podendo ser elencado como instrumento de primeira ordem em faixas etárias menores ou exacerbações da asma. Sendo um recurso não invasivo e minimamente colaborativo, permite a aquisição de parâmetros das vias aéreas periféricas relevantes para o diagnóstico precoce da comorbidade corroborando com os achados espirométricos. A aquisição de valores de referência e a utilização desse recurso de forma isolada parecem ser um bom ponto de partida para novas pesquisas, contribuindo para o enriquecimento científico da literatura disponível.

## REFERÊNCIAS

1. ABU-HASAN M, et al. Exercise-induced dyspnea in children and adolescents: is it asthma? *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2005; 94: 366-371.
2. ALBUQUERQUE CG, et al. Resistência e reatância do sistema respiratório por oscilometria de impulso em indivíduos obesos. *J Bras Pneumol.* 2015; 41(5): 422-426.
3. ALMEIDA MM, et al. Asma de esforço na criança – contributos para a normalização das provas de provocação. *Rev. Port. Imunoalergol.* 2001; 8(4): 217-228.
4. ANDERSON SD, HOLZER K. Exercise-induced asthma: is it the right diagnosis in elite athletes? *J Allergy Clin Immunol.* 2009; 106: 419-428.
5. ASSIS FMN, et al. Broncoespasmo induzido por exercício, atividade física e suas limitações em crianças e adolescentes. *Rev. Bras. de Alerg e Imunopatol.* 2011; 34(2): 2-12.
6. ASSUMPÇÃO MS, et al. Sistemas de oscilometria de impulso em pediatria: uma revisão de literatura. *Rev. Med. Ribeirão Preto.* 2014; 47(2): 131-142.
7. CASSOL VE, et al. Broncoespasmo induzido pelo exercício em crianças e adolescentes com diagnóstico de asma. *J Bras Pneumol.* 2004; 30(2): 102-108.
8. CRIMI E, et al. Deep breaths methacholine and airway narrowing in healthy and mild asthmatic subjects. *J Appl Physiol.* 2002; 93(1384-1390).
9. EVANS TM, et al. Airway narrowing measured by spirometry and impulse oscillometry following room temperature and cold temperature exercise. *Chest.* 2005; 128(2412-2419).
10. FONSECA AC, et al. Peak expiratory flow monitoring in asthmatic children. *J Pediatr.* 2006; 82(6): 465-469.
11. FREY U. Forced oscillation technique in infants and young children. *Rev. Ped. Resp.* 2005; 6(246-254).
12. HELLINCKX J, et al. Evaluation of impulse oscillation system: comparison with forced oscillation technique and body plethysmography. *Eur Respir J.* 2001; 18(3): 564-570.
13. JEE MM, et al. Useful parameter of bronchial hyperresponsiveness measured with an impulse oscillation technique in preschool children. *Journal of Asthma.* 2010; 47(3): 227-232.
14. LAITANO O, MEYER F. Asma induzida pelo exercício: aspectos atuais e recomendações. *Rev. Bras. Med. Esporte.* 2007; 13(1): 67-70.
15. LARSEN G, et al. Impulse oscillometry versus spirometry in a long-term study of controller therapy for pediatric asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 2009; 123(4): 861-869.
16. MALMBERG P, et al. Exercise-induced changes in respiratory impedance in young wheeze children and nonatopic controls. *Pediatric Pulmonology.* 2008; 43(538-544).
17. MATTEONI SP, et al. Efeito de um programa de condicionamento físico no broncoespasmo induzido pelo exercício em mulheres obesas. *Rev. Bras. Med. Esporte.* 2009; 15(3): 190-194.
18. MCFADDEN ER, GILBERT IA. Exercise-induced asthma. *New Engl J Med.* 1994; 330(19): 1362-1367.
19. MELO RE, SOLÉ D. Diagnóstico diferencial da asma induzida pelo exercício: um desafio para o especialista. *Rev. Bras. de Alerg e Imunopatol.* 2007; 30(3): 147-154.
20. MILGRON H e TAUSSIG LM. Keeping children with exercise-induced asthma active. *Pediatrics.* 1999; 104(3): 38-45.
21. POULAIN M, et al. The effect of obesity on chronic respiratory diseases pathophysiology and therapeutic strategies. *CMAJ.* 2006; 174(9): 1293-1299.
22. RUNDELL KW, SLEE JB. Exercise and other in direct challenges to demonstrate asthma or exercise induced bronchoconstriction in athletes. *J Allergy Clin Immunol.* 2008; 122(238-248).
23. SHAMSSAIN MH, SAHMISIAN N. Prevalence and severity of asthma, rhinitis and atopic eczema in 13-to 14-year-old school children from the northeast of England. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2001; 86(428-432).
24. SHARSHAR MJ, MOHAMED AA. Analysis of impulse oscillometric measures of lung function and respiratory system model parameters in small airway-impaired and healthy children over a 2-year period. *Biomed Eng Online.* 2017; 10(1-21).
25. SHI Y, et al. Relating small airways to asthma control by using impulse oscillometry in children. *J Allergy Clin Immunol.* 2012; 129(671-678).
26. SCHIVINSKI MY, et al. Reference values for respiratory impedance using impulse oscillometry in school-aged children in Korea. *Korean JPediatr* 2017; 50: 862-7.
27. SILVA LO, et al. Avaliação do broncoespasmo induzido pelo exercício avaliado pelo PeakFlow Meter em adolescentes obesos. *Rev. Bras. Med. Esporte.* 2011; 17(6): 1217-1222.
28. SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. IV Diretrizes Brasileiras para o manejo da asma. *J Bras Pneumol.* 2006; 32(7): 47-74.
29. SOLÉ D, et al. A asma na criança: classificação e tratamento. *Jornal de Pediatria.* 1998; 74(1): 48-58.
30. TAE WON S, et al. Correlation between spirometry and oscillometry in children with asthma. *Acta Paediatrica.* 2008; 97(51-54).
31. WILD LB, et al. Avaliação funcional pulmonar em crianças e adolescentes asmáticos: comparação entre a microspirometria e a espirometria convencional. *J Bras Pneumol.* 2005; 31(2): 97-102.
32. WITHER IB, et al. Avaliação espirométrica e da hiperresponsividade brônquica de crianças e adolescentes com asma atópica persistente moderada submetidos à natação. *Jornal de Pediatria.* 2010; 86(5): 1513-1519.