

Artigo de Revisão

Impedância pulmonar como novo marcador de fisioterapia respiratória em adultos com distúrbios ventilatórios obstrutivos: uma revisão sistemática

Pulmonary impedance as a new marker of respiratory physiotherapy in adults with obstructive lung diseases: a systematic review

Dyovana Silva dos Santos¹ , Andressa Schenkel Spitznagel¹ , Karolini Reis Branco¹ , Márcio Vinícius Fagundes Donadio² , Camila Isabel Santos Schivinski³ , Daniele Schiwe⁴ , João Paulo Heinzmann-Filho⁵ 

RESUMO

Modelo do estudo: Revisão sistemática. **Objetivo:** Avaliar se os recursos de fisioterapia respiratória modificam a impedância pulmonar avaliada pelas técnicas de oscilações forçadas (TOF's) em adultos com distúrbios ventilatórios obstrutivos. **Método:** Trata-se de uma revisão sistemática conduzida nas bases de dados *PubMed*, *Scielo*, *Lilacs* e *PE德罗*, utilizando-se a seguinte estratégia de busca: Obstructive pulmonary disease OR chronic obstructive pulmonary disease OR COPD OR Bronchiectasis OR Bronchial diseases OR Cystic fibrosis OR mucoviscidosis AND impulse oscillometry OR forced oscillation techniques AND physical therapy OR physiotherapy AND Airway Resistance. **Resultados:** De um total de 216 artigos, apenas 3 foram incluídos. As amostras totalizaram 64 participantes, incluindo adultos com fibrose cística (FC), doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e bronquiectasias. Dois estudos utilizaram o *flutter®* e um realizou drenagem autógena. A impedância pulmonar foi avaliada em duas pesquisas pelo sistema de oscilometria de impulso (IOS) e em um pela TOF modificada (TOF-m). Houve redução da resistência em várias frequências, sendo que as mais frequentes foram a resistência total (3/3), a resistência central (2/3) e a periférica (2/3). Além disso, a reatância pulmonar apresentou resultados conflitantes. **Conclusão:** Evidenciou-se que os recursos fisioterapêuticos utilizados para remoção de secreções das vias aéreas modificam a impedância pulmonar avaliada pelas TOF's em adultos com DVO, sendo a resistência total das vias aéreas o parâmetro com maior ganho terapêutico.

Palavras-chave: Pneumopatias Obstrutivas; Resistência das Vias Respiratórias; Testes de Função Respiratória; Fisioterapia.

ABSTRACT

Study design: Systematic review. **Objective:** evaluate whether physiotherapy resources modify pulmonary impedance assessed by forced oscillation techniques (FOT's) in adults with obstructive lung diseases (OLD). **Method:** This is a systematic review, through *PubMed*, *Scielo*, *Lilacs*, and *PE德罗* databases. The following search strategy was used: Obstructive pulmonary disease OR chronic obstructive pulmonary disease OR COPD OR Bronchiectasis OR Bronchial diseases OR Cystic fibrosis OR mucoviscidosis AND impulse oscillometry OR forced oscillation techniques AND physical therapy OR physiotherapy AND Airway Resistance. **Results:** Of a total of 216 articles, only three were included. The samples totaled 64 participants, including subjects with cystic fibrosis (CF), chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and bronchiectasis. Two studies used *flutter®* and one performed autogenic drainage. Pulmonary impedance was evaluated in two studies by the impulse oscillometry system (IOS) and in one by the modified FOT (m-FOT). There was a reduction in resistance in several frequencies, with the most frequent being of the total resistance (3/3), the central resistance (2/3), and the peripheral resistance (2/3). Besides, pulmonary reactance results were conflicting. **Conclusion:** It has been shown that the physiotherapeutic resources used to remove airway secretions modify the pulmonary impedance evaluated by FOT's in adults with OLD, in which total airway resistance (R5) is the parameter with the greatest therapeutic improvement.

Keywords: Lung Diseases, Obstructive; Airway Resistance; Respiratory Function Tests; Physical Therapy Specialty.

1. Fisioterapeuta. Centro Universitário Cenecista de Osório (UNICNEC), Osório (RS), Brasil.
2. Professor do Programa de Pós-Graduação em Pediatria e Saúde da Criança. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre (RS), Brasil.
3. Professora do curso de fisioterapia. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis (SC), Brasil.
4. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Pediatria e Saúde da Criança. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre (RS), Brasil.
5. Professor do curso de fisioterapia. Centro Universitário Cenecista de Osório (UNICNEC), Osório (RS), Brasil.

✉ João Paulo Heinzmann Filho. Rua Vinte e quatro de maio, nº 141, centro. CEP: 95520-000. Osório (RS), Brasil.
joaopauloheinzmann@hotmail.com | Recebido:16/03/2019 | Aprovado: 22/07/2019



INTRODUÇÃO

As doenças respiratórias são importantes causas de morbidade e mortalidade, tanto em amostras pediátricas, como na população adulta^{1,2}. Dentre essas, podem-se citar a asma, a fibrose cística (FC), as bronquiectasias e a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), sendo todas consideradas distúrbios ventilatórios obstrutivos (DVO)³.

Dados epidemiológicos demonstram elevada prevalência de asma em âmbito internacional e nacional⁴, bem como grandes incidências de FC em amostras caucasianas (1:7576 nascidos vivos)⁵ e que a DPOC é considerada a quarta causa de morte no mundo⁶. Além disso, nos Estados Unidos, as bronquiectasias possuem uma prevalência de 272 casos a cada 100.000 indivíduos com idade igual ou superior a 75 anos, sendo mais frequente no sexo feminino⁷.

Os DVO são caracterizados por causar limitações persistentes das vias aéreas em que, comumente, secreções estão acumuladas, sejam em vias aéreas centrais e/ou periféricas, ocasionando uma obliteração das vias aéreas respiratórias, o que acarreta um aumento da resistência ao fluxo de ar^{8,9}.

Neste sentido, a fisioterapia respiratória é considerada um recurso não farmacológico para tratamento desses pacientes, visando melhora de alguns desfechos clínicos, incluindo a diminuição da resistência das vias aéreas, aumento da saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e redução do esforço ventilatório⁸. Dentre os recursos fisioterapêuticos, pode-se citar as técnicas convencionais (drenagem postural, percussão e vibração), técnicas baseadas em fluxos e os instrumentais^{10,11}.

Atualmente, os principais marcadores utilizados para quantificação da melhora clínica são SpO₂, frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), parâmetros da espirometria, dias de internação, dias de uso de antibióticos e quantidade de secreção expectorada^{12,13}. No entanto, embora na prática diária esses pacientes pareçam melhorar do ponto de vista terapêutico, no âmbito científico, essas evidências parecem mais incertas, muitas vezes não recomendando a fisioterapia^{14,15}. Muitas hipóteses são frequentemente atribuídas a essa dificuldade de comprovação científica, incluindo as distintas características amostrais, déficits metodológicos, terapias medicamentosas con-

juntas, além dos marcadores possivelmente não serem os mais adequados^{16,17}.

Recentemente, alguns estudos utilizaram parâmetros das técnicas de oscilações forçadas (TOF's) como marcadores para avaliação pulmonar de pacientes com DVO, considerando que parecem ser instrumentos sensíveis para detecção de mudanças na fisiologia pulmonar. Dentre esses, podem-se citar a avaliação do efeito de resposta broncodilatador em sujeitos com asma, modificações pulmonares em programas de reabilitação em DPOC e resposta a antibioticoterapia em fibrocísticos exacerbados¹⁸⁻²⁰.

As TOF's podem ser avaliadas por diferentes instrumentos, incluindo o teste de resistência do interruptor (Rint), o sistema de oscilometria de impulso (IOS) e a técnica de oscilações forçadas modificadas (TOF-m). Todos esses métodos mensuram as propriedades mecânicas dos pulmões, avaliando a resistência das vias aéreas, tanto centrais, quanto periféricas, por meio da respiração em volume corrente (VC). As principais medidas realizadas pelas TOF's são a resistência (R), a impedância (Z), a reatância (X), e a frequência de ressonância (Fres)²¹. Entretanto, diferem-se quanto ao tempo de coleta de dados e pelas distintas frequências (*hertz*) fornecidas por cada equipamento¹⁸⁻²⁰.

Esses estudos parecem sugerir que as TOF's são métodos de avaliações sensíveis para avaliar os efeitos dos recursos fisioterapêuticos para remoção de secreção das vias aéreas, considerando a identificação de melhora na impedância pulmonar detectada pelo instrumento após a intervenção fisioterapêutica em pacientes com DVO^{9,22,23}. No entanto, até o presente momento, nenhum estudo se propôs a investigar, de forma crítica e sistemática, a aplicabilidade desse método de avaliação do sistema respiratório como um marcador de efeito de recursos fisioterapêuticos nessa população, justificando o desenvolvimento deste estudo. Assim, o objetivo dessa revisão sistemática é avaliar se os recursos de fisioterapia respiratória modificam a impedância das vias aéreas, avaliada por meio das TOF's, em adultos com DVO.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática conduzida nas bases de dados *PubMed/Medline*, *Scielo*,

Lilacs e *PEDro*. Foram utilizadas doze palavras-chave associadas com operadores *booleanos* para a busca, resultando na seguinte estratégia: *Obstructive pulmonary disease* OR *chronic obstructive pulmonary disease* OR *COPD* OR *Bronchiectasis* OR *Bronchial diseases* OR *Cystic fibrosis* OR *mucoviscidosis* AND *impulse oscillometry* OR *forced oscillation techniques* AND *physical therapy* OR *physiotherapy* AND *Airway Resistance*. Esses descritores constaram, pelo menos, no título, resumo ou nas palavras-chave.

Foram selecionados estudos de intervenção, nos quais não foram utilizados filtros quanto ao idioma ou ano de publicação. O processo de seleção dos estudos ocorreu durante o mês de agosto de 2018. Considerou-se como critérios de inclusão estudos realizados com adultos diagnosticados com algum DVO, de ambos os sexos, submetidos a algum recurso de fisioterapia para remoção de secreção das vias aéreas, e cuja avaliação do efeito das técnicas tenha sido conduzida por meio de TOF's. Artigos cuja amostra incluisse pacientes com outras doenças crônicas associadas, bem como artigos de revisão, relatos de caso e opiniões de especialistas foram excluídos.

A pesquisa dos documentos foi realizada por dois avaliadores (D.S.S. e A.S.S.), de forma independente, sendo acionado um terceiro avaliador (J.P.H.F.), nos casos de alguma discordância, até que a mesma fosse resolvida por consenso. Posteriormente, realizou-se a leitura do título, se aparentemente compatível com os critérios de elegibilidade, partiu-se para leitura do resumo, para finalmente obter o artigo na íntegra e proceder com a extração dos dados.

Foram extraídos os seguintes dados de cada estudo: primeiro autor e ano de publicação, país de origem, faixa etária, tamanho da amostra, delineamento do estudo, grupos avaliados, protocolo de estudo, recurso fisioterapêutico, avaliações realizadas e as variáveis testadas (IOS= R5: resistência total de vias aéreas; R20: resistência central de vias aéreas; R5-R20: resistência periférica de vias aéreas; AX: reatância integral entre 5 Hz e a frequência de ressonância; X5: reatância de vias aéreas; Fres: frequência de ressonância; dR/dF: resistência em função da frequência de oscilação; FOT-m= Rrs5: resistência de vias aéreas totais; Rrs11 e Rrs19: resistência de vias aéreas centrais). Também, realizou-se uma síntese dos principais achados de cada estudo.

A análise da qualidade metodológica dos estudos foi realizada por meio da aplicação da escala de qualidade metodológica da base de dados *PEDro*, a qual é uma fonte específica para investigações quanto a eficácia de intervenções nas áreas da fisioterapia. Essa escala possui onze critérios, nos quais a pontuação é atribuída quando o critério é completamente satisfeito. A pontuação final é realizada pela soma do número dos critérios satisfatórios, entre os itens 2 a 11²⁴.

A revisão sistemática foi realizada de acordo com as recomendações da *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyses* (PRISMA)²⁵ e registrada no *International prospective register of systematic reviews* (PROSPERO) sob o número CRD42019120935.

RESULTADOS

De um total de 219 estudos localizados, 216 foram oriundos do *PubMed*, três do *PEDro* e nenhum do *Scielo* e do *Lilacs*. Desses, 216 foram excluídos, pois não preencheram os critérios de elegibilidade, conforme os motivos dispostos na Figura 1. Assim, incluíram-se apenas três artigos nessa revisão (Figura 1).

O tamanho da amostra dos estudos selecionados variou de 8 a 41 indivíduos, totalizando 64 adultos. A idade dos pacientes oscilou entre 25 e 78 anos, com diagnósticos de DPOC, FC e bronquiectasia. A maioria dos estudos (66,6%) foram conduzidos no Brasil, sendo dois (66,6%) deles ensaios clínicos (Tabela 1).

Os estudos de Gastaldi et al.⁹ e Figueiredo et al.²² utilizaram como recursos fisioterapêuticos a oscilação oral de alta frequência (OOAF), enquanto a pesquisa de Wallaert et al.²³ utilizou a drenagem autógena. Os primeiros trabalhos utilizaram a OOAF com o intuito de verificar os efeitos agudos da utilização do instrumento, por meio da aplicação de dois protocolos (*flutter®* e *sham*), em mais de uma visita^{9,22}. Já o último deles realizou a drenagem autógena com o objetivo de verificar as alterações fisiológicas agudas, a partir da realização da técnica, sendo realizada a intervenção em apenas um encontro²³. Ambos os protocolos^{9,22,23} foram conduzidos com os pacientes estáveis durante as intervenções (Tabela 2).

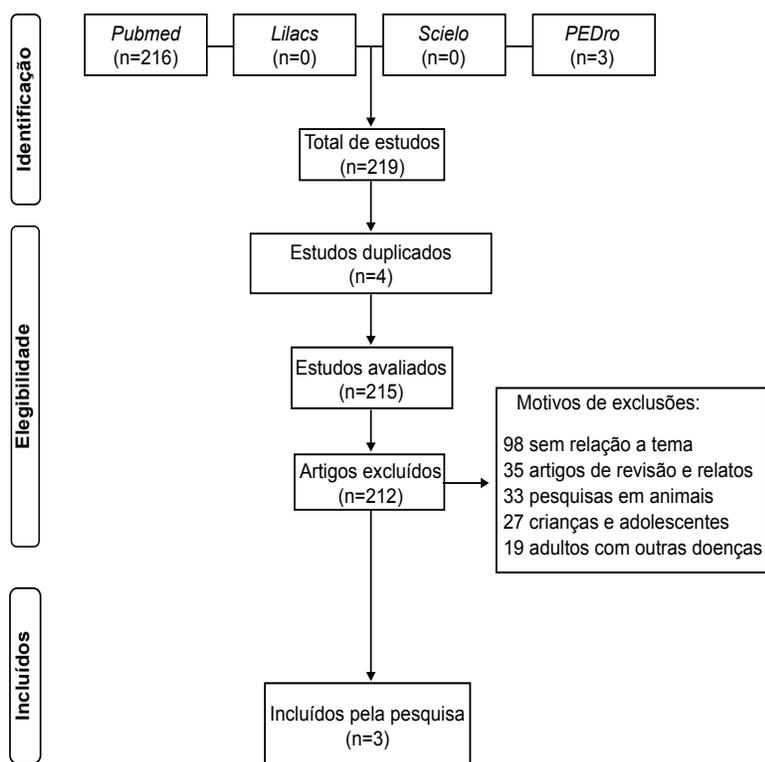


Figura 1: Sistematização dos estudos incluídos nessa revisão.

Tabela 1

Características dos estudos incluídos.

Primeiro autor & Ano	País	Delineamento	Faixa etária (anos)	Amostra	Grupos avaliados
Wallaert et al. 2018 ²³	França	Quase experimental	25 - 36,5	41	FC
Gastaldi et al. 2015 ⁹	Brasil	Ensaio Clínico	58,2 - 76,4	15	DPOC
Figueiredo et al. 2010 ²²	Brasil	Ensaio Clínico	32 - 78	8	Bronquiectasias

FC: fibrose cística; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica.

Tabela 2

Características dos protocolos e recursos utilizados nos estudos incluídos nesta revisão.

Autor & Ano	Grupos	Protocolo de estudo	Recurso Fisioterapêutico
Wallaert et al. 2018 ²³	GI	Avaliação prévia e após 30 minutos	Drenagem Autógena - 20 minutos
	GC	Avaliação prévia e após 50 minutos	Sem técnica
Gastaldi et al. 2015 ⁹	GI	V1 - TCLE e questionários	Flutter - 30 minutos
		V2 e V3 - Avaliação prévia, imediatamente e após 20 minutos	
	GC	V4 - BD 1 hora antes	Flutter (sham)
		V1 - TCLE e questionários	
Figueiredo et al. 2010 ²²	GI	Avaliação prévia e imediatamente após	Flutter - 15 minutos + tosse
	GC	Avaliação prévia e imediatamente após	Flutter (sham) + tosse

GI: Grupo Intervenção; GC: Grupo Controle; TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; V: Visita; BD: Broncodilatador.

Em relação ao tipo de instrumento para avaliação da impedância do sistema respiratório, Gastaldi et al.⁹ e Figueiredo et al.²² utilizaram o IOS^{9,22} e Wallaert et al.²³ utilizaram a TOF-m, ambos apresentando os dados em *hertz*. Além dos TOF's para avaliação, dois dos documentos (66,6%) também utilizaram a espirometria^{9,23}. Destes, houve um aumento da capacidade vital forçada (CVF) e do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) apenas no estudo de Wallaert et al.²³. Ainda, os estudos de Gastaldi et al.⁹ e Wallaert et al.²³ observaram maiores volumes de escarros expectorados nos grupos intervenções, quando comparados aos controles.

Houve redução da resistência total das vias aéreas (R5 e Rrs5) imediatamente^{9,22,23} e após

20 minutos⁹ da realização dos recursos de fisioterapia respiratória em todos os estudos avaliados. Além disso, Figueiredo et al.²² encontraram redução da resistência das vias aéreas periféricas (dR/dF) e da reatância integral entre 5 Hz (AX). Gastaldi et al.⁹ relataram diminuição da resistência central (R20) e da resistência das vias aéreas periféricas (R5-R20). Nesse, ainda houve diminuição da reatância (X5), com consequente aumento desse parâmetro, após 20 minutos da intervenção⁹. Já Wallaert et al.²³ encontraram redução da resistência central (Rrs11 e Rrs 19) em todo o ciclo ventilatório e na fase inspiratória, com aumento da reatância (X5) após a intervenção. Nesses três estudos, não houve mudança significativa nas variáveis avaliadas nos pacientes dos grupos controles^{9,22,23} (Tabela 3).

Tabela 3

Características e principais resultados dos estudos incluídos.

Autor & Ano	Grupos avaliados	Medidas avaliadas	Variáveis da impedância	Principais resultados
Wallaert et al. 2018 ²³	GI	Espirometria TOF-m Escarro	Rrs5, Rrs11, Rrs19, Xrs5	↓ da Rrs5, Rrs11, Rrs19 insp. ↓ da resistência total em 5, 11 e 19 ↑ da Xrs5 insp
	GC	Espirometria TOF-m	Rrs5, Rrs11, Rrs19, Xrs5	Sem alterações clínicas
Gastaldi et al. 2015 ⁹	GI	FeNO IOS Espirometria Escarro SpO ₂ Número de tosse	R5, R20, X5, X20, Fres, AX	V2 e V3 - ↓ X5 inspiratória e ↑ Fres imediatamente ↓ R5, DR5, R20, AX e ↑ X5 após 20 min V4 - ↓ de R5, R5-R20 e R20 após 20 min
	GC	FeNO IOS Espirometria Escarro SpO ₂ Número de tosse	R5, R20, X5, X20, Fres, AX	Sem alterações clínicas
Figueiredo et al. 2010 ²²	GI	IOS	R5, dR/dF, X5, Fres, AX	↓R5, ↓dR/dF e ↓AX
	GC	IOS	R5, dR/dF, X5, Fres, AX	Sem alterações clínicas

GI: Grupo Intervenção; GC: Grupo Controle; TOF-m: Técnica de Oscilações Forçadas Modificadas; IOS: sistema de oscilometria de impulso; R: resistência; X: reatância; Fres: frequência de ressonância; AX: reatância integral entre 5 Hz e a frequência de ressonância; dR/dF: resistência em função da frequência de oscilação; DR: delta da resistência; V: Visita; FeNO: fração de óxido nítrico exalado; SpO₂: saturação periférica de oxigênio; Min: minutos. ↓: redução; ↑: aumento.

Por fim, quanto à qualidade metodológica, houve oscilação de 5 a 6 pontos no total de cada estudo, tendo uma média de 5,33 pontos. As pesquisas perderam pontuações nas avalia-

ções, principalmente nos critérios correspondentes a alocação oculta, participantes cegos e terapêuticas cegas. Estes dados estão demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4

Avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos nessa revisão de acordo com a escala PEDro.

Critérios avaliados	Wallaert et al. 2018 ²³	Gastaldi et al. 2015 ⁹	Figueiredo et al. 2010 ²²
Critérios de elegibilidade*	+	+	+
Alocação aleatória	-	+	+
Alocação oculta	-	-	-
Grupos semelhantes	+	-	+
Participantes cegos	-	-	-
Terapeutas cegos	-	-	-
Avaliadores cegos	-	-	+
Acompanhamento adequado	+	+	+
Análise da intenção de tratar	+	+	-
Comparações entre grupos	+	+	+
Estimativas pontuais e variabilidade	+	+	+
Escore total	5/10	5/10	6/10

*O item dos critérios de elegibilidade não contribui para a pontuação total; +: Sim; -: Não.

DISCUSSÃO

Na prática clínica, diversos marcadores são utilizados para quantificação da melhora terapêutica, incluindo parâmetros hemodinâmicos, ausculta pulmonar e esforço ventilatório^{12,26,27}. No entanto, esses indicadores parecem não ser sensíveis para evidenciar os efeitos da prática da fisioterapia no âmbito científico. Em nossa revisão, apenas três estudos utilizaram algum método de oscilações forçadas para avaliar as mudanças da impedância pulmonar após a aplicação dos recursos de fisioterapia respiratória em adultos com DVO. Todos os estudos^{9,22,23} encontraram melhora de algum parâmetro avaliado nas TOF's após a abordagem fisioterapêutica, sendo de consenso entre os autores, a redução da resistência total das vias aéreas (R5 ou Rrs5).

A resistência total das vias aéreas foi o único parâmetro que diminuiu em todos os estudos incluídos nessa revisão. Isso ocorreu devido ao estudo de Figueiredo et al.²² não encontrar redução da resistência central e por Wallaert et al.²³ não evidenciar diminuição na resistência periférica das vias aéreas. Tais achados podem ser atribuídos ao fato de Figueiredo et al.²² terem incluído pacientes com bronquiectasias, nos quais patologicamente apresentam acometimentos maiores em regiões periféricas (bronquíolos) e não centrais. Da mesma forma, no estudo de Wallaert et al.,²³

os achados podem ser relacionados a dificuldade de eliminação de secreções em vias aéreas periféricas, considerando que a secreção desses pacientes é mais desidratada, espessa e aderida. A melhora na resistência total pode ser explicada a partir dos princípios fisiológicos das técnicas de fisioterapia respiratória, em que objetivam descolocar secreções das vias aéreas periféricas até regiões centrais¹⁵. Com isso, ocorre a eliminação das secreções contidas em regiões de grande calibre, podendo diminuir além da resistência central (R20), como identificado em duas pesquisas^{9,23}, e reduzir a resistência total das vias aéreas (R5).

Além dos parâmetros da resistência, a reatância também parece ser um marcador precoce de alterações pulmonares. Nos estudos incluídos, houve aumento da Xrs5 e X5 (reatância a baixa frequência), os quais parecem estar relacionados com as propriedades elásticas do pulmão e com a expansibilidade de áreas colapsadas, sendo representativo das vias aéreas periféricas²⁹. Quando há um aumento da reatância, ocorre melhora da permeabilidade das vias aéreas, ou seja, aumenta a capacidade de ventilação de tais áreas²³. No entanto, em um dos estudos, imediatamente após a intervenção, houve redução da X5, indicando que, com a técnica, pode ter ocorrido uma broncoconstrição das vias aéreas. Porém, a partir de nova medição, 20 minutos após, foi verificado um aumento significativo desse parâmetro, sugerindo

apenas uma piora temporária. Em contrapartida, essa broncoconstrição imediata pode ser evitada com a utilização de broncodilatador pré-intervenção, conforme demonstrado no estudo. Assim, parece que a utilização de medicação beta agonista de curta duração deve preceder a prática da fisioterapia respiratória em pacientes com DPOC³⁰.

Na presente revisão, dois estudos incluídos quantificaram além das TOF's, a função pulmonar por meio da espirometria. Embora as amostras tenham sido compostas por sujeitos com DPOC e FC, ambos apresentaram DVO, variando de grau leve a moderado. Enquanto a pesquisa de Wallaert et al.²³ também encontrou uma melhora significativa na CVF e no VEF₁, após a intervenção fisioterapêutica, o estudo de Gastaldi et al.⁹ não observou alterações nos parâmetros espirométricos. Apesar da espirometria ser considerada um dos testes mais relevantes para a mensuração da função pulmonar em pacientes com DVO³¹, estudos relatam não haver modificações nas variáveis de VEF₁, CVF e FEF_{25-75%}³². Isso pode ser justificado devido ao fato de que a espirometria exige manobras de expiração forçada, e podem ocasionar estreitamento aéreo e/ou broncoespasmo, camuflando as modificações das vias aéreas. Além disso, é necessária uma alta colaboração e entendimento, o que poderia ser outro viés na quantificação dos dados^{31,33}. Por outro lado, as TOF's, utilizam apenas o VC, necessitando de menos colaboração, o que poderia ser mais representativo da mecânica pulmonar dos sujeitos²¹.

Como intervenção, dois dos estudos incluídos utilizaram o *flutter*, e um deles utilizou a drenagem autógena. Embora ambos os recursos fisioterapêuticos sejam indicados para remoção de secreção das vias aéreas, o *flutter* se baseia nos princípios de pressão expiratória positiva e na OOAF²⁸, enquanto a drenagem autógena utiliza diferentes volumes pulmonares para a desobstrução das vias aéreas³⁴⁻³⁷. Esses recursos devem ser realizados na presença de acúmulo de secreção, o que pode ser identificado pelos ruídos adventícios audíveis na ausculta pulmonar. Nessas situações, ocorre obstrução da via aérea e, a partir disso, um aumento da resistência, limitando a passagem de ar e dificultando as trocas gasosas²⁷. Cabe destacar também, que parece existir uma relação direta entre o volume de secreção e a im-

pedância do sistema respiratório³⁸. Todos os estudos, independente do recurso proposto, observaram melhora da resistência total das vias aéreas, o que corrobora com a relação entre a obstrução, o fluxo e a resistência pulmonar.

A presente revisão teve algumas limitações. Uma delas foi o fato de que os artigos selecionados incluíram três doenças distintas. Embora cada doença apresente um mecanismo diferente de comprometimento pulmonar, acredita-se que tais aspectos não inviabilizam nossos achados. Tal fato se deve pelas patologias serem semelhantes quanto ao caráter obstrutivo, hipersecretivo e sobre a resistência ventilatória. Suas diferenças estão mais relacionadas à origem da afecção, sendo a FC uma doença genética, as bronquiectasias comumente causadas pelas infecções pulmonares recorrentes e a DPOC por seu histórico de exposição ao tabaco. Além disso, outra limitação que merece ser citada é a presença de dois métodos distintos das TOF's para avaliação da impedância pulmonar. No entanto, as duas variações desse método utilizam os mesmos princípios fisiológicos de mensuração, diferindo apenas nas frequências e propriedades de ondas utilizadas^{21,39-41}. Em adição a esses fatores, a qualidade metodológica dos estudos incluídos foi considerada intermediária, o que poderia de certo modo, assegurar os resultados aqui encontrados.

CONCLUSÃO

Com base nos estudos selecionados, evidenciou-se que a aplicação de recursos para remoção de secreção das vias aéreas (OOAF e drenagem autógena) melhora a impedância respiratória de pacientes com DVO, sendo a resistência total das vias aéreas o parâmetro com maior ganho terapêutico. Esses achados indicam que as TOF's podem ser marcadores sensíveis para detectar os efeitos da fisioterapia respiratória, principalmente, em pacientes com diagnósticos de DPOC, FC e bronquiectasia.

Diferente da espirometria, todos os estudos apontaram modificações na mecânica pulmonar avaliada pelas TOF's, o que sugere a condução de outras investigações utilizando-se desse método para quantificar a resposta clínica em diferentes condições de saúde.

REFERÊNCIAS

1. Toyoshima MTK, Ito GM, Gouveia N. Tendências temporais da morbidade e da mortalidade por doenças respiratórias na cidade de São Paulo. *Rev de Med (São Paulo)*. 2003;82(1-4):67-77.
2. Toyoshima MTK, Ito GM, Gouveia N. Morbidade por doenças respiratórias em pacientes hospitalizados em São Paulo/SP. *Rev Assoc Med Bras*. 2005;51(4):209-13.
3. Brasil, Saúde Md, Saúde SdVe. Boletim epidemiológico. MS Brasília; 2016.
4. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia para o manejo da asma-2012. *J Bras Pneumol*. 2012;38(supl.1):1-146.
5. Athanazio RA, Silva Filho LVRF, Vergara AA, Ribeiro AF, Riedi CA, Procianny EdFA, et al. Diretrizes brasileiras de diagnóstico e tratamento da fibrose cística. *J Bras Pneumol*. 2017;43(3): 219-245.
6. Pessôa CLC, Pessôa RS. Epidemiologia da DPOC no presente—aspectos nacionais e internacionais. *Pulmão RJ-Atualizações Temáticas*. 2009;1(1):7-12.
7. Santos de Faria Júnior N, Marrach de Pasqual R, Apostólico N, Pastréllo Hirata R, Carvalho Aguiar Id, Vicente R, et al. Características clínicas de pacientes portadores de bronquiectasias acompanhados em um ambulatório especializado de pneumologia. *ConScientiae Saúde*. 2011;10(2):299-304.
8. Reyhler G, Debier E, Contal O, Audag N. Intrapulmonary Percussive Ventilation as an Airway Clearance Technique in Subjects With Chronic Obstructive Airway Diseases. *Respir Care*. 2018;63(5):620-31.
9. Gastaldi AC, Paredi P, Talwar A, Meah S, Barnes PJ, Usmani OS. Oscillating positive expiratory pressure on respiratory resistance in chronic obstructive pulmonary disease with a small amount of secretion: a randomized clinical trial. *Medicine*. 2015;94(42).
10. Freitas DA, Chaves GS, Santino TA, Ribeiro CT, Dias FA, Guerra RO, et al. Standard (head-down tilt) versus modified (without head-down tilt) postural drainage in infants and young children with cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2018;(3).
11. Morrison L, Innes S. Oscillating devices for airway clearance in people with cystic fibrosis. 2017;(5).
12. Donadio MV, Heinszmann-Filho JP, Vendrusculo FM, Frasson PX, Marostica PJ. Six-minute walk test results predict risk of hospitalization for youths with cystic fibrosis: a 5-year follow-up study. *J Pediatr*. 2017;182:204-9. e1.
13. Kriemler S, Radtke T, Christen G, Kerstan-Huber M, Hebestreit H. Short-term effect of different physical exercises and physiotherapy combinations on sputum expectoration, oxygen saturation, and lung function in young patients with cystic fibrosis. *Lung*. 2016;194(4):659-64.
14. Pupin MK, Riccetto AGL, Ribeiro JD, Baracat ECE. Comparação dos efeitos de duas técnicas fisioterapêuticas respiratórias em parâmetros cardiorrespiratórios de lactentes com bronquiolite viral aguda. *J Bras Pneumol*. 2009;35(9):860-7.
15. Strickland SL, Rubin BK, Drescher GS, Haas CF, O'Malley CA, Volsko TA, et al. AARC Clinical practice guideline: effectiveness of nonpharmacologic airway clearance techniques in hospitalized patients. *Respir care*. 2013;58(12):2187-93.
16. Rosa FKd, Roese CA, Savi A, Dias AS, Monteiro MB. Comportamento da mecânica pulmonar após a aplicação de protocolo de fisioterapia respiratória e aspiração traqueal em pacientes com ventilação mecânica invasiva. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010;19(2):170-5.
17. Gomes GR, Donadio MF. Effects of the use of respiratory physiotherapy in children admitted with acute viral bronchiolitis. *Arch Pediatr*. 2018;25(6):394-398.
18. Nair A, Ward J, Lipworth BJ. Comparison of bronchodilator response in patients with asthma and healthy subjects using spirometry and oscillometry. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2011 Oct;107(4):317-22.
19. Sakarya A, Uyan ZS, Baydemir C, Anık Y, Erdem E, Gokdemir Y, Karadag B, Karakoc F, Ersu R. Evaluation of children with cystic fibrosis by impulse oscillometry when stable and at exacerbation. *Pediatr Pulmonol*. 2016 Nov;51(11):1151-1158.
20. Lipworth BJ, Jabbal S. What can we learn about COPD from impulse oscillometry? *Respir Med*. 2018 Jun; 139:106-109.
21. de Assumpção MS, Gonçalves RM, Ferreira LG, Schivinski CI. Sistema de oscilometria de impulso em pediatria: revisão de literatura. *Medicina (Ribeirão Preto)*. 2014;47(2):131-42.
22. Figueiredo PH, Zin WA, Guimarães FS. Flutter valve improves respiratory mechanics and sputum production in patients with bronchiectasis. *Physiother Res Int*. 2012;17(1):12-20
23. Wallaert E, Perez T, Prevotat A, Reyhler G, Wallaert B, Le Rouzic O. The immediate effects of a single autogenic drainage session on ventilatory mechanics in adult subjects with cystic fibrosis. *PLoS One*. 2018; 29;13(3):e0195154.
24. Shiwa S, Costa L, Moser A, Aguiar I, Oliveira L. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioter Mov*. 2011; 24 (3): 523-33.
25. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009 Jul 21;6(7):e1000097.
26. Gomes GR, Calvete FP, Rosito GF, Donadio MV. Rhinopharyngeal Retrograde Clearance Induces Less Respiratory Effort and Fewer Adverse Effects in Comparison With Nasopharyngeal Aspiration in Infants With Acute Viral Bronchiolitis. *Respir Care*. 2016;61(12):1613-1619.
27. Bradley JM, Moran FM, Elborn JS. Evidence for physical therapies (airway clearance and physical training) in cystic fibrosis: an overview of five Cochrane systematic reviews. *Respir Med*. 2006;100(2):191-201.

28. Silva YR, Greer TA, Morgan LC, Li F, Farah CS. A Comparison of 2 Respiratory Devices for Sputum Clearance in Adults With Non-Cystic Fibrosis Bronchiectasis. *Respir Care*. 2017;62(10):1291-1297.
29. Komarow HD, Myles IA, Uzzaman A, Metcalfe DD. Impulse oscillometry in the evaluation of diseases of the airways in children. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2011;106(3):191-9.
30. Matsushima S, Inui N, Yasui H, Kono M, Nakamura Y, Toyoshima M, et al. Indacaterol and tiotropium combination therapy in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Pulm Pharmacol Ther*. 2015;30:11-5.
31. Brashier B, Salvi S. Measuring lung function using sound waves: role of the forced oscillation technique and impulse oscillometry system. *Breathe (Sheff)*. 2015;11(1):57-65.
32. Saadeh C, Saadeh C, Cross B, Gaylor M, Griffith M. Advantage of impulse oscillometry over spirometry to diagnose chronic obstructive pulmonary disease and monitor pulmonary responses to bronchodilators: an observational study. *SAGE Open Med*. 2015;6;3:2050312115578957.
33. Albuquerque CGd, Andrade FMDd, Rocha MAdA, Oliveira AFFd, Ladosky W, Victor EG, et al. Determining respiratory system resistance and reactance by impulse oscillometry in obese individuals. *J Bras Pneumol*. 2015;41(5):422-6.
34. McCormack P, Burnham P, Southern KW. Autogenic drainage for airway clearance in cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;6;10:CD009595.
35. Morgan K, Osterling K, Gilbert R, Dechman G. Effects of Autogenic Drainage on Sputum Recovery and Pulmonary Function in People with Cystic Fibrosis: A Systematic Review. *Physiother Can*. 2015 Fall; 67(4): 319-326.
36. Schöni MH. Autogenic drainage: a modern approach to physiotherapy in cystic fibrosis. *J R Soc Med*. 1989; 82(Suppl 16): 32-37.
37. Lester MK1, Flume PA. Airway-clearance therapy guidelines and implementation. *Respir Care*. 2009;54(6):733-50.
38. Dias CM, Siqueira TM, Faccio TR, Gontijo LC, Salge JAdSB, Volpes MS. Estudo da técnica hiperinsuflação manual com compressão torácica *Rev Bras Ter Intensiva*. 2011; 23(2):190-198.
39. Restrepo RD, Serrato DM, Adasme R. Assessing Respiratory System Mechanical Function. *Clin Chest Med*. 2016;37(4):615-632.
40. Hempel G, Simon P, Salz P, Wrigge H. Respiratory Failure: Innovations in Diagnostics and Therapy. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2018;53(2):126-140.
41. Skylogianni E, Douros K, Anthracopoulos MB, Fouzas S. The Forced Oscillation Technique in Paediatric Respiratory Practice. *Paediatr Respir Rev*. 2016;18:46-51.