

Mecanismos fisiológicos e estratégias de proteção pulmonar na broncoaspiração: implicações para a prática fonoaudiológica

Physiological mechanisms and pulmonary protection strategies in aspiration: implications for speech-language pathology practice

Mecanismos fisiológicos y estrategias de protección pulmonar en la broncoaspiración: implicaciones para la práctica fonoaudiológica

Guilherme Maia Zica¹ 

Maria Inês Rebelo Gonçalves¹ 

Resumo

A broncoaspiração representa um dos principais desfechos negativos em indivíduos com disfagia, associando-se a pneumonias aspirativas, aumento de tempo de internação, necessidade de suporte ventilatório e mortalidade. Apesar dessa relevância, a Fonoaudiologia ainda tende a abordar a aspiração predominantemente como um evento patológico dicotômico, e não como um processo biológico, regulado por mecanismos próprios de defesa pulmonar. Este texto tem como objetivo descrever, de forma atualizada e integrada, os principais mecanismos fisiológicos envolvidos na proteção pulmonar, em especial a tosse, a depuração mucociliar, a resposta imune inata alveolar, o papel dos pneumócitos, do sistema linfático e da homeostase microbiana, e contextualizá-los à broncoaspiração e à prática fonoaudiológica. Abordamos as implicações desses mecanismos para a avaliação, o prognóstico e o manejo clínico da disfagia, enfatizando que o tratamento exclusivo das alterações de deglutição nem sempre é suficiente para prevenir pneumonias aspirativas e outras comorbidades respiratórias. Defende-se uma

¹ Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Contribuição dos autores:

GMZ: concepção do estudo; metodologia; coleta de dados; esboço do artigo e revisão crítica.

MIRG: concepção do estudo; metodologia; esboço do artigo; revisão crítica e orientação.

Email para correspondência: guilhermemaiafono@gmail.com

Recebido: 12/12/2025

Aprovado: 05/03/2026

visão ampliada que incorpore estratégias multiprofissionais de proteção pulmonar, incluindo treinamento muscular respiratório, técnicas de depuração, dispositivos de pressão expiratória positiva, higiene oral intensiva, monitoramento funcional e educação em saúde. A compreensão desses mecanismos deve orientar práticas clínicas, organização curricular e novas pesquisas, aproximando a Fonoaudiologia da fisiologia respiratória e da imunologia pulmonar.

Palavras-chave: Aspiração Respiratória; Imunidade; Pneumonia Aspirativa; Transtornos de Deglutição; Fonoaudiologia;

Abstract

Bronchoaspiration represents one of the main adverse outcomes in individuals with dysphagia, being associated with aspiration pneumonia, prolonged hospitalization, the need for ventilatory support, and increased mortality. Despite its relevance, Speech-Language Pathology still tends to approach aspiration predominantly as a dichotomous pathological event, rather than as a biological process regulated by intrinsic pulmonary defense mechanisms. The purpose of this text is to provide an updated and integrated description of the main physiological mechanisms involved in pulmonary protection—particularly cough, mucociliary clearance, the innate alveolar immune response, the role of pneumocytes, the lymphatic system, and microbial homeostasis—and to contextualize them in relation to bronchoaspiration and speech-language pathology practice. We discuss the implications of these mechanisms for the assessment, prognosis, and clinical management of dysphagia, emphasizing that treating swallowing disorders alone is not always sufficient to prevent aspiration pneumonia and other respiratory comorbidities. The text advocates for a broadened perspective that incorporates multiprofessional pulmonary protection strategies, including respiratory muscle training, airway clearance techniques, positive expiratory pressure devices, intensive oral hygiene, functional monitoring, and health education. Understanding these mechanisms should guide clinical practice, curriculum design, and future research, bringing Speech-Language Pathology closer to respiratory physiology and pulmonary immunology.

Keywords: Respiratory Aspiration; Immunity; Pneumonia, Aspiration; Deglutition Disorders; Speech-Language Pathology;

Resumen

La broncoaspiración representa uno de los principales desenlaces negativos en individuos con disfagia, asociándose con neumonías aspirativas, mayor tiempo de hospitalización, necesidad de soporte ventilatorio y mortalidad. A pesar de esta relevancia, la Fonoaudiología aún tiende a abordar la aspiración predominantemente como un evento patológico dicotómico, y no como un proceso biológico regulado por mecanismos propios de defensa pulmonar. El objetivo de este texto es describir, de manera actualizada e integrada, los principales mecanismos fisiológicos involucrados en la protección pulmonar, en especial la tos, la depuración mucociliar, la respuesta inmune innata alveolar, el papel de los neumocitos, del sistema linfático y de la homeostasis microbiana, y contextualizarlos en relación con la broncoaspiración y la práctica fonoaudiológica. Abordamos las implicaciones de estos mecanismos para la evaluación, el pronóstico y el manejo clínico de la disfagia, enfatizando que el tratamiento exclusivo de las alteraciones deglutorias no siempre es suficiente para prevenir las neumonías aspirativas y otras comorbilidades respiratorias. Se defiende una visión ampliada que incorpore estrategias multiprofesionales de protección pulmonar, incluyendo entrenamiento muscular respiratorio, técnicas de depuración, dispositivos de presión expiratoria positiva, higiene oral intensiva, monitoreo funcional y educación en salud. La comprensión de estos mecanismos debe orientar las prácticas clínicas, la organización curricular y nuevas investigaciones, acercando la Fonoaudiología a la fisiología respiratoria y a la inmunología pulmonar.

Palabras clave: Aspiración Respiratoria; Inmunidad; Neumonía por Aspiración; Trastornos de Deglución; Patología del Habla y Lenguaje;

Introdução

A broncoaspiração é definida como a entrada de material sólido ou líquido nas vias aéreas inferiores, com potencial para desencadear desde sintomas leves e autolimitados até a insuficiência respiratória aguda e óbito em minutos, dependendo do volume aspirado, das características do material e das condições clínicas do indivíduo^{1,2}. Em pessoas com disfagia, especialmente em idosos, pessoas com doenças neurológicas e pacientes críticos, a aspiração pulmonar é um evento frequente e subdiagnosticado, com forte impacto sobre a morbimortalidade e os custos em saúde¹.

Tradicionalmente, a Fonoaudiologia tem se ocupado da broncoaspiração sobretudo a partir da ótica da disfagia orofaríngea, centrando-se na prevenção da entrada de alimento, líquido ou saliva na via aérea. Embora essa abordagem seja fundamental, ela não esgota a complexidade do fenômeno aspirativo. Parte da literatura recente propõe compreender a aspiração como um processo biológico por vezes inevitável e pouco explorado, no qual o organismo dispõe de múltiplas estratégias fisiológicas de defesa para reconhecer, conter, depurar e responder a corpos estranhos que alcançam o trato respiratório inferior¹.

Nesse contexto, pneumologistas e fisioterapeutas respiratórios historicamente dominam o conhecimento acerca da fisiologia pulmonar, da depuração de secreções, da imunidade inata e das estratégias de proteção da árvore brônquica. A Fonoaudiologia, por sua vez, ainda carece de uma incorporação sistemática desses conceitos à formação, à prática clínica e à pesquisa. Muitas vezes, considera-se apenas a presença ou ausência de aspiração em exames instrumentais, sem integrar de forma robusta a eficiência da tosse, a integridade da depuração mucociliar, a resposta imune local e a condição global de proteção pulmonar do paciente¹⁻⁷.

A aspiração silenciosa ilustra esse desafio: mesmo na ausência de tosse, parte do material aspirado pode ser manejado por mecanismos fisiológicos de defesa, ou, em contrapartida, volumes aparentemente pequenos desencadeiam pneumonias de difícil controle^{2,8}. Essa variabilidade sugere que a mera ocorrência de aspiração pulmonar não é suficiente para explicar o desfecho clínico dos pacientes com disfagia, sendo necessário considerar

outros fatores como o estado funcional e a reserva dos mecanismos de proteção pulmonar¹.

Diante disso, o objetivo deste artigo é descrever, de forma atualizada e integrada, os principais mecanismos fisiológicos envolvidos na proteção pulmonar, contextualizando-os à broncoaspiração e à prática fonoaudiológica. Buscamos inspirar uma visão ampliada, que considere a complexidade respiratória e reconheça que o tratamento exclusivo da disfagia nem sempre é suficiente para prevenir pneumonias aspirativas e comorbidades. A compreensão dos mecanismos de defesa pulmonar deve orientar práticas clínicas, organização curricular, estratégias multiprofissionais e pesquisas futuras na área da Fonoaudiologia e Disfagia como um campo interdisciplinar. Até o momento não foram localizados estudos nessa vertente.

Descrição

Tosse

A tosse é o mecanismo de proteção pulmonar mais conhecido e estudado. Trata-se de um reflexo complexo responsável por gerar fluxo aéreo elevado, capaz de remover muco, secreções e partículas da laringe, traqueia e brônquios principais³. É classicamente descrita em três fases coordenadas: inspiratória, compressiva e expulsiva. Na fase inspiratória, ocorre um volume inspiratório relativamente amplo, seguido de fechamento glótico e contração vigorosa da musculatura expiratória na fase compressiva, com aumento expressivo da pressão intratorácica. A abertura súbita da glote na fase expulsiva gera fluxo de alta pressão e velocidade, promovendo cisalhamento e deslocamento de secreções³⁻⁵.

Em indivíduos saudáveis, a pressão intratorácica pode ultrapassar 300 mmHg e o fluxo expiratório máximo atingir velocidade de centenas de quilômetros por hora^{4,5}. A eficácia da tosse depende de um arco reflexo intacto (receptores, vias aferentes, centros de integração e vias eferentes), de força muscular respiratória adequada e de vias aéreas pervias. Na população geral, a prevalência de tosse crônica varia entre 5% e 40%, influenciada por fatores ambientais, tabagismo, doenças respiratórias crônicas e exposições ocupacionais^{5,6}.

Na prática fonoaudiológica, relatos de tosse durante ou após a alimentação são clinicamente úteis para identificar risco de aspiração; contudo, sabe-se que exames instrumentais como a video-

fluoroscopia e a avaliação endoscópica da deglutição permanecem mais sensíveis e específicos para detectar aspiração, especialmente a silenciosa^{2,7}. Ainda assim, a avaliação qualitativa da tosse, presença, reflexo em relação à deglutição, intensidade, caráter produtivo ou seco, capacidade de múltiplas tosse sequenciais, contribui para o prognóstico clínico e para a tomada de decisão sobre a segurança alimentar, o tipo de dieta e a necessidade de intervenções protetoras^{8,9}.

Em indivíduos fragilizados, com doenças neurológicas ou fraqueza global, o reflexo de tosse pode estar reduzido, ausente ou ineficaz, aumentando o risco de aspiração silenciosa e de complicações pulmonares². É fundamental diferenciar a tosse deflagrada por penetração/aspiração da tosse relacionada a infecções respiratórias, irritantes ambientais ou broncoespasmo, uma vez que esses quadros podem coexistir e interferir na interpretação clínica^{2,4,5}.

Manobras terapêuticas clássicas da Fonoaudiologia, como a deglutição supraglótica e super-supraglótica, utilizam a tosse proposital após a deglutição como estratégia de depuração laríngea, reduzindo resíduos e minimizando o volume de material que eventualmente atinge a via aérea⁹. O treino de tosse voluntária e, em alguns casos, de tosse assistida (em parceria com fisioterapia) pode ser determinante para pacientes com disfagia e reserva respiratória limitada^{10,12}. Torna-se importante destacar que a tosse atua predominantemente nas vias aéreas proximais e bronquíolos de médio calibre; os alvéolos, por não possuírem musculatura lisa contrátil nem receptores desencadeadores do reflexo, dependem de outros mecanismos de depuração e imunidade^{6,10,11}.

Cílios e depuração mucociliar

A depuração mucociliar (DMC) é considerada a primeira linha de defesa das vias aéreas condutoras. Esse mecanismo resulta da ação coordenada entre o epitélio ciliado, a camada periciliar e o muco, que capturam e transportam partículas inaladas, detritos celulares, microrganismos e microaspirações em direção à orofaringe^{6,11}. Para que esse sistema seja eficaz, é necessária a integridade estrutural dos cílios, a batida ciliar coordenada, viscosidade e elasticidade adequadas do muco e hidratação suficiente da superfície bronquial⁶.

Alterações na DMC são comuns em infecções respiratórias, tabagismo, desidratação, exposição

a poluentes e em disfunções ciliares primárias, reduzindo a eficiência do transporte de muco e aumentando o risco de colonização microbiana e inflamação^{6,10}. Em pacientes com disfagia, a aspiração constante de saliva colonizada, secreções orofaríngeas e microalimentos pode sobrecarregar esse sistema, tornando-o insuficiente e predispondo a infecções recorrentes e broncopneumonias^{1,6,10}.

A Fonoaudiologia pode contribuir indiretamente para otimizar a DMC por meio de ações como incentivo à hidratação adequada, orientação e organização respiratória durante alimentação e fala, orientação postural e estímulo à mobilidade global de pacientes acamados^{1,9,12}. Em contexto multiprofissional, dispositivos de pressão expiratória positiva (PEP) e de pressão expiratória positiva oscilante (PEPO), como EPAP com válvula de PEEP, Threshold®, Shaker®, Flutter®, Acapella® e Aerobika®, auxiliam na mobilização de secreções, na melhora do transporte mucociliar e na prevenção de atelectasias¹²⁻¹⁸. Embora muitas vezes prescritos por fisioterapeutas, o fonoaudiólogo especialista em disfagia precisa compreender as bases anatômicas e fisiológicas desses recursos, os objetivos terapêuticos e as possíveis interfaces com a deglutição e a voz.

Macrófagos alveolares e resposta imune inata

Nos alvéolos, a principal linha de defesa é desempenhada pelos macrófagos alveolares, que atuam na fagocitose de microrganismos, partículas aspiradas e células apoptóticas, além de modular a resposta inflamatória local^{10,11}. Estas células localizam patógenos por meio de receptores de reconhecimento padrão, produzem citocinas pró e anti-inflamatórias e coordenam a ativação de outras células imunológicas, contribuindo para a resolução da inflamação ou, em situações de desequilíbrio, para sua perpetuação^{10,11}.

A ativação crônica e repetida dos macrófagos, como ocorre em aspirações recorrentes, pode levar a inflamação persistente, remodelamento tecidual, fibrose e prejuízo da função pulmonar^{1,10,11}. Em indivíduos idosos, imunossuprimidos ou com doenças pulmonares prévias, essa reserva imune encontra-se reduzida, fazendo com que microaspirações relativamente pequenas tenham grande impacto clínico^{1,10}. Nesses casos, a atuação fonoaudiológica é voltada à redução da frequência e do volume aspirado, à otimização da higiene oral e no trabalho

multiprofissional com pneumologia, odontologia e fisioterapia sendo essencial para evitar sobrecarga do sistema imune pulmonar^{1,13}.

É possível compreender que, quando identificado um caso de disfagia com risco ou aspiração observada em avaliação clínica e/ou instrumental por um fonoaudiólogo especialista, torna-se necessário o encaminhamento para um pneumologista.

Pneumócitos tipo I e II e surfactante

Os pneumócitos tipo I (PNM I) e tipo II (PNM II) revestem a superfície alveolar e desempenham funções-chave na homeostase pulmonar. Os PNM I são células finas, responsáveis principalmente pelas trocas gasosas; os PNM II produzem surfactante pulmonar, molécula fundamental para reduzir a tensão superficial, prevenir o colapso alveolar e contribuir para a estabilidade mecânica dos alvéolos^{10,11}.

Além das funções mecânicas, os PNM I e II participam da imunidade inata, reconhecendo patógenos, modulando respostas inflamatórias e interagindo com macrófagos alveolares e outras células inflamatórias^{10,11}. Pacientes com aspiração crônica, doenças sistêmicas, uso prolongado de ventilação mecânica ou exposição a agentes tóxicos podem apresentar dano estrutural progressivo dessas células, com aumento da permeabilidade alveolar, edema, inflamação e disfunção respiratória^{1,10}. A prevenção da aspiração, total quando possível, ou a redução do volume e da frequência de microaspirações, é fundamental para preservar a integridade dos pneumócitos e a função do surfactante.

Sistema linfático pulmonar

O sistema linfático pulmonar é responsável pela drenagem de fluidos intersticiais, remoção de detritos celulares e transporte de células imunes e antígenos^{10,11}. Em situações de aspiração crônica, infecções recorrentes ou inflamação persistente, a sobrecarga linfática pode comprometer a depuração imunológica e favorecer a disseminação de agentes patogênicos, além de contribuir para edema e alteração da complacência pulmonar^{6,10,11}.

Para a equipe multiprofissional, estratégias como posicionamento adequado, mobilização precoce, treino respiratório e técnicas de depuração auxiliam indiretamente a função linfática, reduzindo acúmulo de líquido e favorecendo a resolução de processos inflamatórios^{16,17}. O tratamento medicamentoso isolado é frequentemente insuficiente para

restaurar completamente a função de drenagem pulmonar; por isso, a abordagem multiprofissional integrada é indispensável^{10,11}.

Microbiota, pH e homeostase pulmonar

O microambiente pulmonar é regulado por uma interação complexa entre microbiota, pH (levemente ácido), barreiras epiteliais e mecanismos bioquímicos de defesa. Em condições ideais, o pulmão mantém baixa carga microbiana e um equilíbrio químico que favorece a tolerância imunológica e a rápida resolução de injúrias^{6,10,11}.

A desregulação desse ambiente, seja por infecções, uso reiterado de antibióticos, desidratação, doenças crônicas ou aspiração persistente de material colonizado, favorece a disbiose, inflamação crônica e maior susceptibilidade a pneumonias^{1,13}. A higiene oral rigorosa, a hidratação adequada, cuidados com biofilme dentário, controle de refluxo gastroesofágico e ajustes alimentares desempenham papel significativo na manutenção da homeostase e na prevenção de pneumonias aspirativas^{1,9,13}. Inúmeras estratégias, utilizadas de forma coordenada, se apresentam relevantes para reduzir o impacto da colonização orofaríngea sobre o trato respiratório.

Estratégias fonoaudiológicas de proteção pulmonar

O cuidado fonoaudiológico em disfagia deve integrar técnicas que auxiliem na depuração e proteção pulmonar, reconhecendo que a aspiração nem sempre é completamente eliminada, mas pode, em alguns casos, ser manejada e compensada^{1,2,12}. Entre as principais estratégias disponíveis destacam-se:

- **LaxVox e dispositivos de PEPO:** geram pressão expiratória positiva oscilatória, favorecendo a mobilização de secreções das vias aéreas médias e superiores. Quando combinados com nebulização prescrita pelo médico e o adequado manejo de hidratação orientado pelo nutricionista, podem melhorar a hidratação da mucosa e facilitar a depuração mucociliar^{12,14-16,18}.
- **Treinamento muscular respiratório:** aumenta a pressão expiratória máxima, melhora a eficácia da tosse e pode ser conduzido em parceria entre fonoaudiólogos e fisioterapeutas respiratórios^{12,16,19}.
- **Treino de tosse voluntária e tosse assistida:** fundamental para pacientes disfágicos com fraqueza muscular ou coordenação prejudicada,

contribuindo para um padrão de tosse mais efetivo e para o gerenciamento de secreções^{9,16,17}.

- **Manobras de proteção de via aérea:** como a deglutição supraglótica e super-supraglótica, que envolvem fechamento voluntário da via aérea, apneia protetora e tosse proposital após a deglutição, reduzindo o volume de material que permanece na laringe e na traqueia⁹. Em alguns casos, a tosse pode ser indicada de forma isolada após deglutições específicas como estratégia de limpeza, assim como o pigarro e o escarro.
- **Uso do Peak Flow:** a mensuração do pico de fluxo expiratório auxilia no acompanhamento da força expiratória e capacidade de tosse, mas pode também funcionar como ferramenta de biofeedback para o paciente, melhorando a percepção de limitação de fluxo aéreo e o engajamento em programas de reabilitação^{12,17,19}.
- **Higiene oral intensiva e cuidado com biofilme dentário:** fundamentais para reduzir a carga microbiana aspirada, especialmente em idosos, pacientes acamados e indivíduos com uso de próteses ou acúmulo de biofilme^{1,13}.
- **Educação em saúde e articulação multiprofissional:** a proteção pulmonar do paciente disfágico exige ações integradas com pneumologia, fisioterapia, enfermagem, odontologia, nutrição e medicina de família, tanto em hospitais quanto na atenção primária^{1,8,11,16}.

Essas estratégias não substituem o manejo da disfagia, mas o complementam, ampliando o foco do cuidado da orofaringe para o sistema respiratório e saúde geral do indivíduo como um todo. O fonoaudiólogo especialista precisa compreender o funcionamento integrado dos mecanismos de defesa pulmonar para planejar terapias seguras, pautadas na realidade fisiológica de cada paciente.

A incorporação sistemática de conteúdos sobre aspiração pulmonar, mecanismos fisiológicos de defesa e estratégias de proteção respiratória em currículos, residências e programas de educação permanente pode favorecer a formação de fonoaudiólogos mais preparados para atuar em cenários e pacientes complexos, incluindo hospitais, atenção primária, reabilitação domiciliar e cuidados de longa duração.

Considerações finais

Os mecanismos de defesa pulmonar atuam de forma integrada para proteger o sistema respiratório da broncoaspiração. O fonoaudiólogo especialista em disfagia precisa compreender esse sistema e suas interações para um manejo seguro da disfagia, prevenindo complicações respiratórias e colaborando para práticas multiprofissionais mais efetivas.

Referências

1. Zica GM, Gonçalves MIR. Pulmonary aspiration as a biological process: inevitable and insufficiently explored. *CoDAS*. 2025; 37(6): e20250097. doi:10.1590/2317-1782/20252025097.
2. Sun WJ, Cui WY, Jiang Y, Liu WJ. Diagnostic accuracy of screening tools for silent aspiration in patients with dysphagia. *Front Neurol*. 2025; 16: 1576869. doi:10.3389/fneur.2025.1576869.
3. Fuller RW, Jackson DM. Physiology and treatment of cough. *Thorax*. 1990; 45(6): 425–430. doi:10.1136/thx.45.6.425.
4. Lee KK, Davenport PW, Smith JA, Irwin RS, McGarvey L, Mazzone SB, et al. Global physiology and pathophysiology of cough: part 1. *Chest*. 2021;159(1): 282–293. doi:10.1016/j.chest.2020.08.2087.
5. McGarvey L, Rubin BK, Ebihara S, Hegland K, Rivet A, Irwin RS, et al. Global physiology and pathophysiology of cough: part 2. *Chest*. 2021;160(4):1413–1423. doi:10.1016/j.chest.2021.06.001.
6. Bustamante-Marín XM, Ostrowski LE. Cilia and mucociliary clearance. *Cold Spring Harb Perspect Biol*. 2017; 9(4): a028241. doi:10.1101/cshperspect.a028241.
7. Zica GM, Gonçalves MIR. The gold standard in dysphagia assessment: clinical swallowing evaluation, instrumental evaluation methods and artificial intelligence. *Rev CEFAC*. 2025; 27(6): e7125. doi:10.1590/1982-0216/20252767125.
8. Boaden E, Burnell J, Hives L, Dey P, Clegg A, Lyons MW, et al. Screening for aspiration risk associated with dysphagia in acute stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;10(10): CD012679. doi:10.1002/14651858.CD012679.pub2.
9. Logemann JA. Evaluation and treatment of swallowing disorders. 2nd ed. Austin (TX): Pro-Ed; 1998.
10. Korkmaz FT, Traber KE. Innate immune responses in pneumonia. *Pneumonia*. 2023;15(1):4. doi: 10.1186/s41479-023-00118-4.
11. Gopallawa I, Dehinwal R, Bhatia V, Gujar V, Chirmule N. A four-part guide to lung immunology: invasion, inflammation, immunity, and intervention. *Front Immunol*. 2023; 14: 1119564. doi:10.3389/fimmu.2023.1119564.
12. Sapienza CM, Troche MS. Respiratory muscle strength training. San Diego (CA): Plural Publishing; 2012.
13. Miyagami T, Nishizaki Y, Imada R, Yamaguchi K, Nojima M, Kataoka K, et al. Dental care to reduce aspiration pneumonia recurrence: a prospective cohort study. *Int Dent J*. 2024; 74(4): 816–822. doi:10.1016/j.identj.2023.11.010.

14. Moraes YCS, Alcântara EC, Utida VHS, Silveira LC. The use of oscillatory positive expiratory pressure devices: a systematic review. *Rev Med Minas Gerais*. 2024; 34: e34202. doi:10.5935/2238-3182.20240002.
15. Alghamdi SM, Alsulayyim AS, Alasmari AM, Philip KEJ, Buttery SC, Banya WAS, et al. Oscillatory positive expiratory pressure therapy in COPD (O-COPD): a randomised controlled trial. *Thorax*. 2023; 78(2):136–143. doi:10.1136/thoraxjnl-2022-219179.
16. Herrero-Cortina B, Lee AL, Oliveira A, O'Neill B, Jácome C, Dal Corso S, et al. European Respiratory Society statement on airway clearance techniques in adults with bronchiectasis. *Eur Respir J*. 2023; 62(1): 2202053. doi:10.1183/13993003.02053-2022.
17. Feldman JM, Kutner H, Matte L, Warman KW. Peak flow feedback intervention improves under-perception of airflow limitation in pediatric asthma: a randomized clinical trial. *Ann Am Thorac Soc*. 2025; 22(3): 403–415. doi:10.1513/AnnalsATS.202406-489OC.
18. Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson JM. Effect of oscillatory positive expiratory pressure device on airway clearance in bronchitis. *Thorax*. 1998; 53: 852–856. doi:10.1136/thx.53.10.852.
19. Tsang KCH, Vodicka A, Williams H, McManus RJ, Tarassenko L, Clifton DA, et al. Home monitoring with connected mobile devices for asthma: a 2-phase, 7-month observational study including a smart peak flow meter. *Sci Data*. 2023; 10: 238. doi:10.1038/s41597-023-02150-3.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.