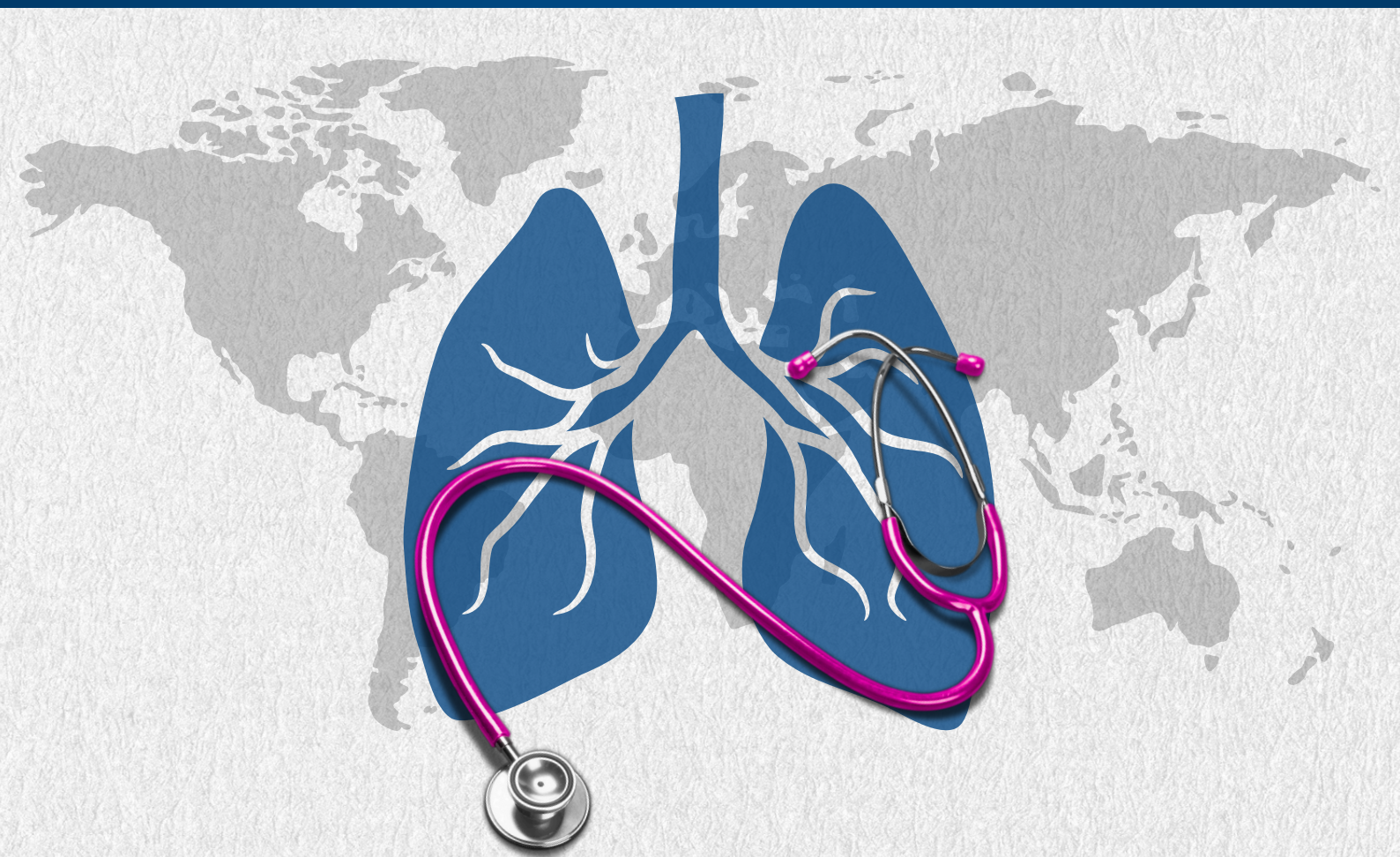


ESTRATÉGIAS FISIOTERAPÊUTICAS PARA O PACIENTE COM CÂNCER DE PULMÃO EM FASE PRÉ-OPERATÓRIA

GUIA PARA PROFISSIONAIS BASEADO EM EVIDÊNCIAS

Belém/PA – 2025



Alessandra Tavares Farias



Alessandra Tavares Farias

ESTRATÉGIAS FISIOTERAPÊUTICAS PARA O PACIENTE COM CÂNCER DE PULMÃO EM FASE PRÉ-OPERATÓRIA

GUIA PARA PROFISSIONAIS BASEADO EM EVIDÊNCIAS

BELÉM/PA

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) **Sistema de Bibliotecas da UEPA / SIBIUEPA**

Farias, Alessandra Tavares

Estratégias fisioterapêuticas para o paciente com câncer de pulmão em fase pré-operatória: guia para profissionais baseado em evidências / Alessandra Tavares Farias. – Belém: UEPA, 2025.

47 p.: il.

Orientadora: Prof.^a. Msc. Simone Gualberto Scotta

Guia elaborado por Discente do Programa de Residência em Oncologia e Cuidados Paliativos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2025.

ISBN 978-65-01-82437-6

1. Câncer de pulmão. 2. Fisioterapia. 3. Pré-operatório. I. Universidade do Estado do Pará. II. Título.

CDD 22.ed. 615.836

DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO

Origem do produto: Produto técnico educacional resultante do Programa de Residência Multiprofissional em Oncologia e Cuidados Paliativos, intitulado: “Estratégias Fisioterapêuticas para o paciente com Câncer de Pulmão em fase pré-operatória: Guia para Profissionais Baseado em Evidências”.

Autora: Alessandra Tavares Farias

Orientadora da pesquisa: Msc. Simone Gualberto Scotta

Público-alvo: Fisioterapeutas e Residentes que atuam na área da oncologia.

Finalidade: Auxiliar os profissionais fisioterapeutas e residentes no manejo dos pacientes com câncer pulmonar em fase pré-operatória, além instruir sobre as intervenções fisioterapêuticas mais indicadas para a proposição assertiva de condutas baseadas em evidências.

Disponibilidade: Irrestrita, preservando-se os direitos autorais, bem como, a vedação da comercialização do produto.

Divulgação: Em formato digital.

Instituição envolvida: Universidade do Estado do Pará.

Design Gráfico: Samara Tavares Farias Menescal

Idioma: Português

Cidade: Belém – Pará.

País: Brasil

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: Câncer Pulmonar: Cenário Atual e Características Clínicas.....	07
REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO II: Benefícios da Abordagem Fisioterapêutica e sua Implementação em Fase Pré-Operatória da Neoplasia Pulmonar.....	21
REFERÊNCIAS.....	28
CAPÍTULO III: Intervenções, Protocolos e Condutas Fisioterapêuticas no Carcinoma Pulmonar.....	32
Exercícios Respiratórios.....	33
Treinamento Intervalado de Alta Intensidade e Exercício Aeróbico.....	35
Treinamento de Resistência Muscular Respiratória e com Pressão Positiva.....	37
Cinesioterapia Resistida	39
Treinamento de Tosse.....	40
CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

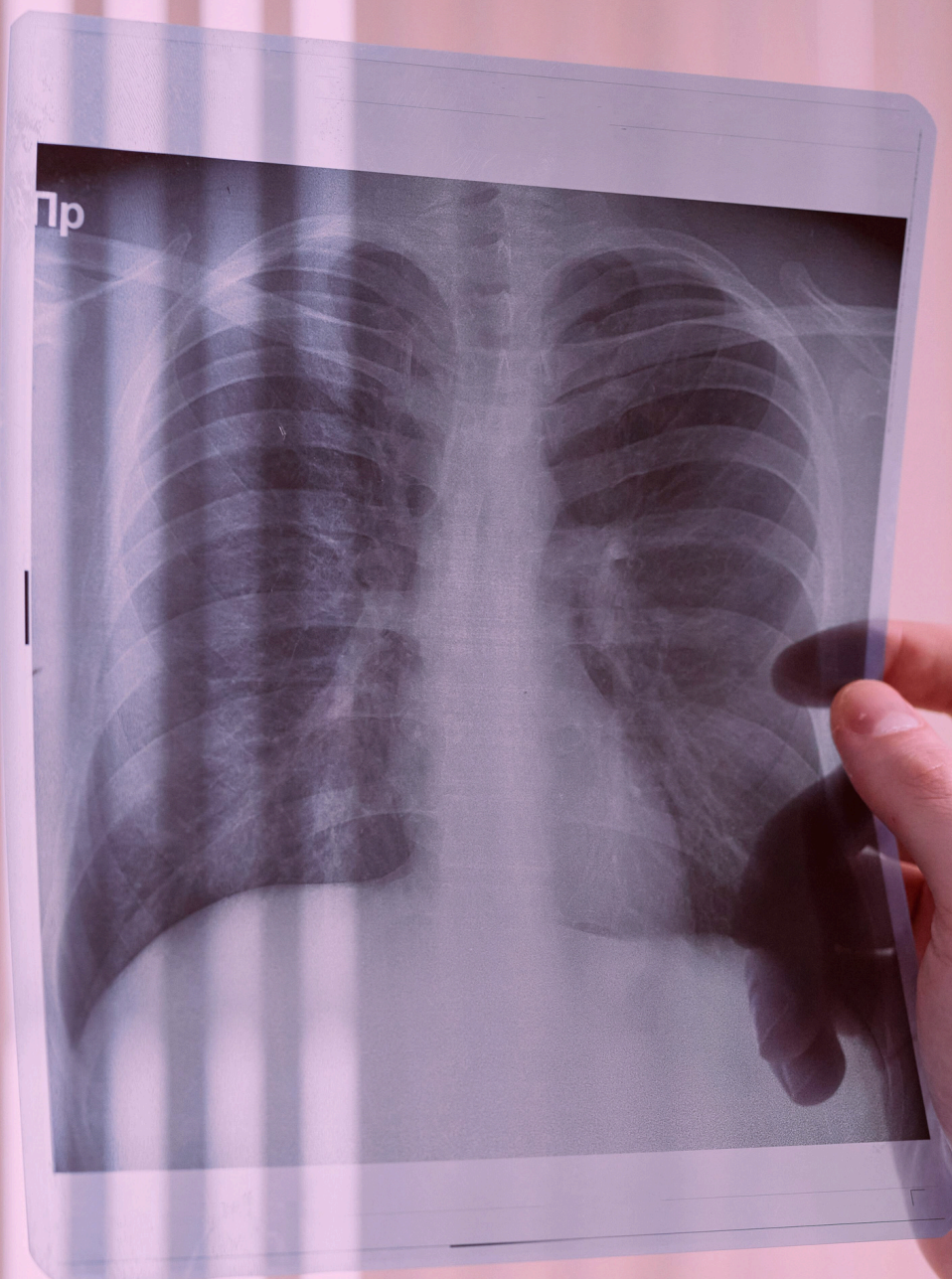


APRESENTAÇÃO:

Prezados leitores, este é um *e-book* desenvolvido como um produto tecnológico educacional baseado no projeto intitulado: “Efeitos das intervenções fisioterapêuticas na fase pré-operatória de pacientes paliativos com câncer de pulmão elegíveis a abordagem cirúrgica: Uma revisão sistemática”, vinculado ao Programa de Residência Multiprofissional em Oncologia e Cuidados Paliativos da Universidade Estadual do Pará (UEPA).

Desejamos que o instrumento auxilie no estudo teórico e na prática clínica dos profissionais fisioterapeutas e residentes que atuem com o paciente oncológico pulmonar.

Boa leitura!

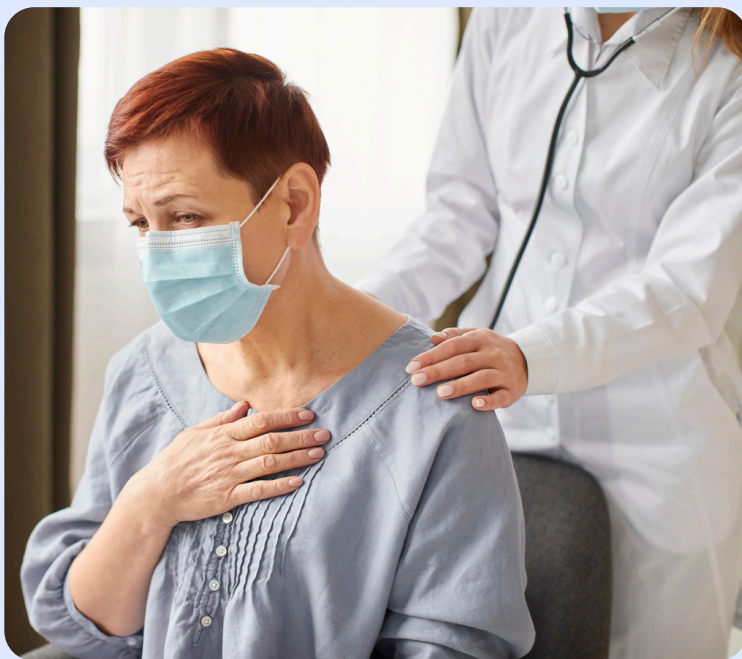


CAPÍTULO 1

CÂNCER PULMONAR: CENÁRIO ATUAL E CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

CÂNCER PULMONAR: CENÁRIO ATUAL E CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

O câncer pulmonar é uma problemática constante de saúde pública, configurando-se como uma questão de morbimortalidade, principalmente, pela prevalência do tabagismo (Li; Lei; Ding et al., 2023). É atualmente o segundo câncer mais incidente a nível mundial, com 2,4 milhões de casos novos (Bray; Laversanne; Cantou, et al., 2024). Segundo projeções mais recentes do Instituto Nacional do Câncer, excluindo os tumores de pele não melanoma, os cânceres de traqueia, brônquio e pulmão se configuram na quarta posição entre os tipos de câncer mais frequentes do Brasil, com mais de 32.560 casos para cada ano do triênio 2022-2025 (INCA, 2022).



A doença é a causa de letalidade pertinente ao câncer mais frequente no mundo, com aproximadamente 27% de todas as mortes por neoplasia em cada ano. Também continua sendo a principal causa de óbito entre os cânceres malignos

em todos os países altamente desenvolvidos (Smolarz; Łukasiewicz; Samulak, et al., 2025). É evidenciado que 80% dos casos se

tornaram resistentes aos medicamentos propostos, levando a uma taxa de sobrevivência global para menos de 7% após 10 anos do diagnóstico em todos os estágios. Para enfrentar este desafio, a detecção precoce, o estadiamento mais preciso e o gerenciamento adequado da doença continuam sendo os principais aliados para um melhor prognóstico e maiores ofertas de vias terapêuticas (Cheung; Juan, 2017; Siegel; Giaquinto; Jemal et al., 2024).

Dentre as particularidades da neoplasia pulmonar, a forma mais comum é o de não pequenas células, representando cerca de 85% dos casos de câncer de pulmão (Hendriks; Remon; Faivre-Finn et al., 2024). Contudo, para fins terapêuticos e de prognóstico, também existe a forma de câncer de pulmão de pequenas células, menos incidente, porém com uma configuração agressiva, alta letalidade e sobrevida diminuída (Souza et al., 2022). O principal fator de risco para o surgimento da neoplasia é o uso de tabaco inalado, seguido do contato com gás radônio, assim como em menor proporção, a ingestão de álcool, exposição ambiental ao fumo passivo, amianto, poluição do ar, bem como, contato com radiação ionizante (Clark; Alsubait, 2023; Florez; Kiel; Riano, et al, 2024).



Como já exposto, o uso do tabaco é o maior fator de risco para câncer de pulmão. Ele é encontrado em cerca de 85–90% de todos os casos da neoplasia. Isto é, fumar acarreta em uma cascata de alterações mutacionais a longo prazo. Os compostos

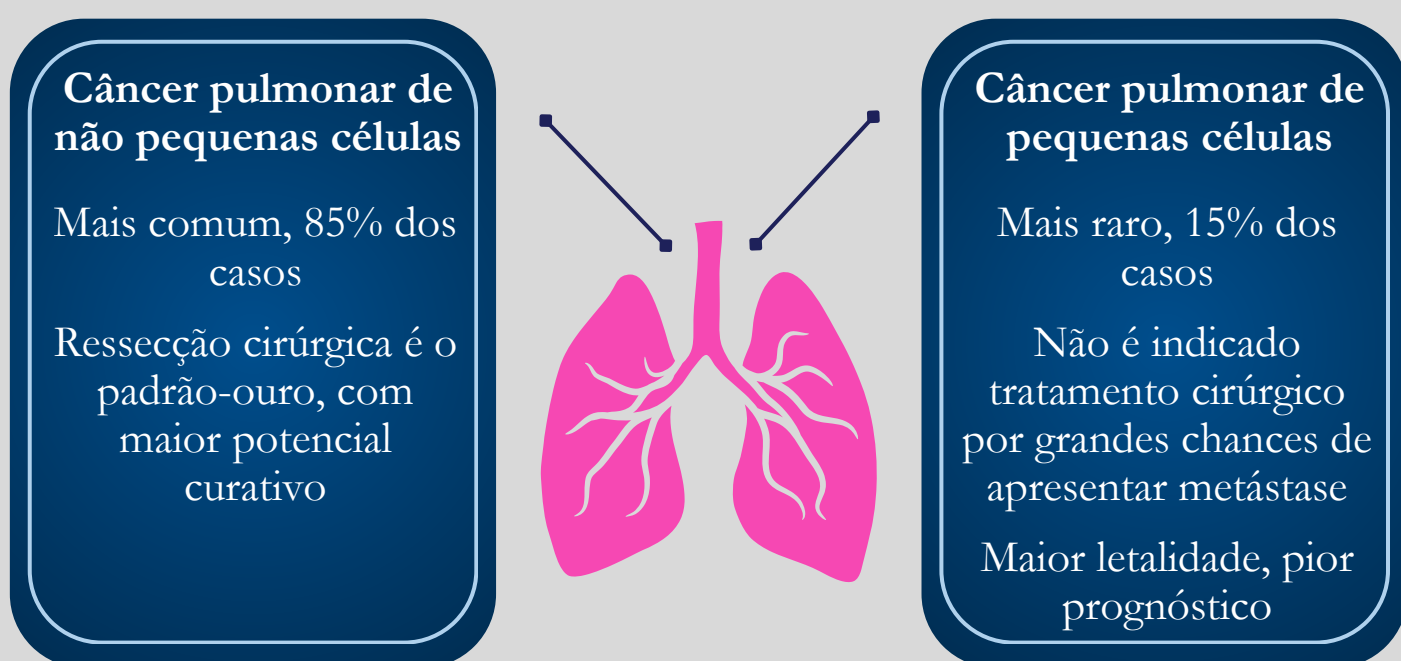
carcinogênicos, as espécies reativas de oxigênio no tabaco e a regulação positiva da cascata inflamatória ocasionam em desregulação celular com liberação de citocinas e síntese de fatores de crescimento. Repercutindo em mutações significativas na replicação do DNA, com uma taxa média de uma mutação genética a cada 15 cigarros fumados (Roelofs; Rampon, 2024).

É necessário enfatizar também a notória mudança no perfil da população acometida, com tendências crescentes de diagnóstico de neoplasia pulmonar em mulheres. Isso pode ser explicado por um conjunto de riscos adicionais intrínsecos ao gênero feminino que contribuiriam para um desenvolvimento neoplásico pulmonar mais facilmente. Isto é, genes específicos com potencial carcinogênico, diferenças sexuais nas formas de reparações do DNA, até mesmo o tratamento adjuvante com radioterapia em mulheres sobreviventes de câncer de mama. É descrito que a terapia pode estar associada a quase o dobro do risco para neoplasia pulmonar primária ipsilateral a mama acometida (Florez; Kiel; Riano, et al., 2024; Wang; Yin; Liu, et al., 2018).

É oportuno destacar que o câncer de pulmão pode apresentar estadiamento paralelamente com as vias de escolhas do tratamento. É dividido em três situações clínicas: inicial (estágio I–II), localmente avançado (estágio III) e metastático (estágio IV) (Chaft; Rimner; Weder, et al., 2021; Petrella; Rizzo; Attili, et al., 2023). Nos estágios iniciais, a abordagem de escolha é a ressecção cirúrgica. No estágio II, pode ser empregada o uso da quimioterapia adjuvante buscando acrescentar maior sobrevida. Contudo, no estágio III,

alguns pacientes terão uma abordagem similar ao estágio II, e outros serão admitidos em uma combinação com quimioterápicos. Já em neoplasia pulmonar avançada em estágio IV, a recomendação indica quimioterapia derivada da platina associada a uma segunda medicação (Neves, 2016; Geib; Roithmann, 2013).

Figura 01: Características dos subtipos de câncer pulmonar



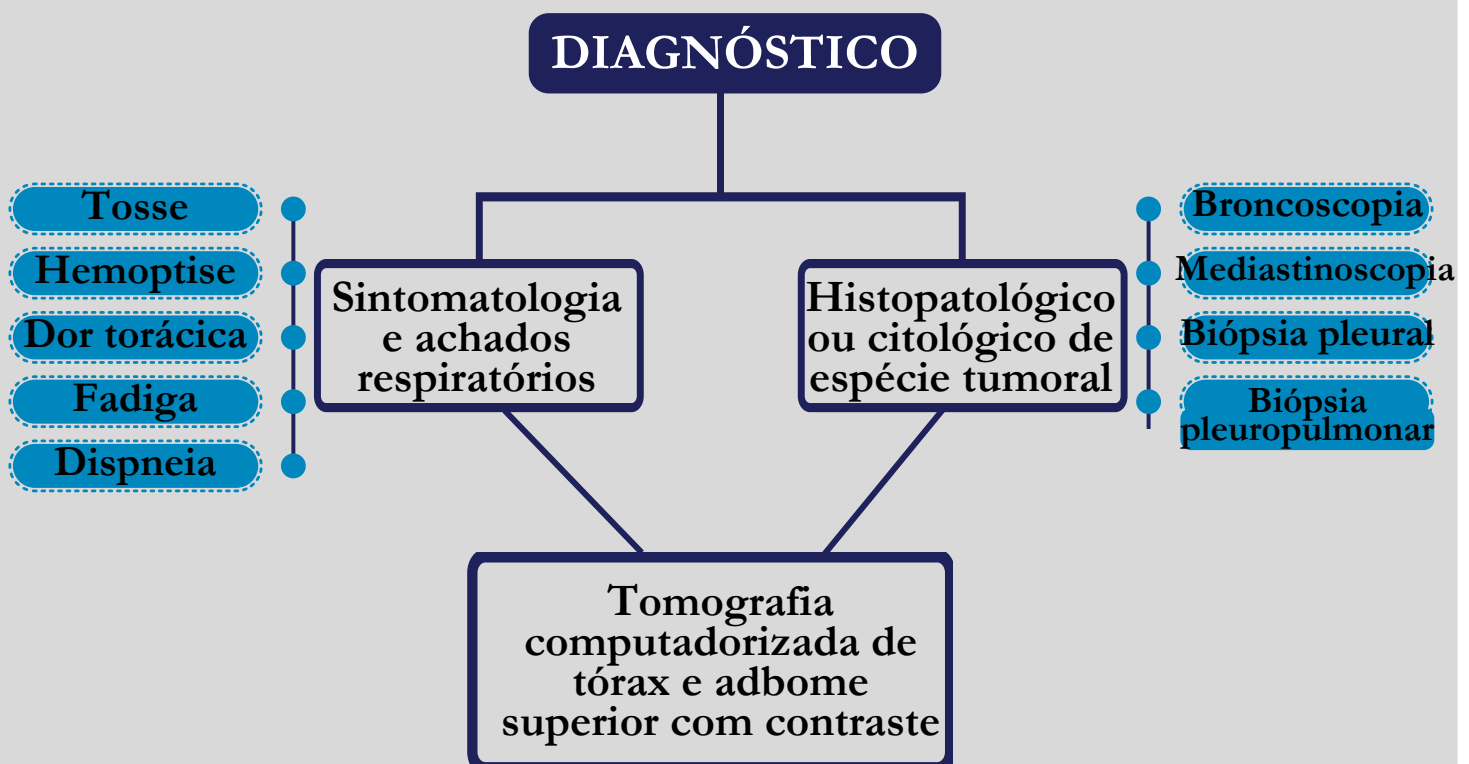
Fonte: Elaboração das autoras (2025)

O manejo para o processo de diagnóstico de câncer de pulmão é alcançado com os relatos e achados respiratórios, como a tosse, presente em cerca de 50% a 75% dos casos, seguido de hemoptise, dor no peito e dispneia, além de fadiga ou emagrecimento (Alduais; Zhang; Fan, et al., 2023). Contudo, para uma investigação mais precisa e com elevada acurácia, tem-se a indicação da realização do exame histopatológico ou citológico de espécime tumoral. Ele pode

ser obtido por broncoscopia, mediastinoscopia, biópsia pleural ou biópsia pleuropulmonar a céu aberto ou vídeo-assistida. Ademais, os dados para diagnóstico serão realizados após estudo anatomopatológico de peça cirúrgica, segmento, lobo pulmonar ou pulmão (Brasil, 2014; Cheung; Juan, 2017).

Após o processo de investigação e a confirmação da condição neoplásica e da tipologia histológica tumoral, é aconselhada a verificação do estadiamento clínico com auxílio da tomografia computadorizada de tórax e abdome superior com contraste. Outrossim, a cintilografia óssea com Tecnécio-99m é indicada para doentes com câncer de pulmão de pequenas células e em demais casos, quando há queixa de algia óssea. Achados anormais com alterações na cintilografia devem ser corroborados com suporte de outros exames de imagem, para assim se estabelecer o diagnóstico associado de metástase óssea (Brasil, 2022; Brasil, 2014).

Figura 02: Processo de diagnóstico e estadiamento da neoplasia pulmonar



Fonte: Elaboração das autoras (2025)

Como explorado anteriormente, o câncer de pulmão possui dois subtipos para fins terapêuticos, o de pequenas células e o de não pequenas células.



Para a primeira classificação, não é recomendado o tratamento cirúrgico, uma vez que exhibe maior propensão a culminar no desenvolvimento de metástases. Contudo, a cirurgia é a modalidade terapêutica de escolha para os casos de células não pequenas, pois aponta maior potencial curativo em indivíduos com doença localizada (Brasil, 2014; Alduais; Zhang; Fan, et al., 2023).

O procedimento cirúrgico padrão normalmente envolve a ressecção completa do parênquima pulmonar na área específica em que a tumoração está inserida. O método de escolha para pacientes indicados para abordagem cirúrgica é a lobectomia (Cai; Wang; Qin et al., 2023). Uma ressecção mais limitada do que a lobectomia, segmentectomia ou a ressecção em cunha, é justificada apenas em pacientes com limitação significativa das reservas respiratórias. A pneumonectomia é geralmente indicada apenas quando a lobectomia não garante a excisão total. Todos os tipos de ressecção devem ser acompanhados pela retirada dos linfonodos hilares e mediastinais (Liu; Shan; Shen, et al., 2019).

Dessa forma, o enfrentamento para a doença envolve a abordagem cirúrgica de ressecção pulmonar, considerada padrão para estágios iniciais. É descrito que a intervenção cirúrgica é o único método que oferece a esses pacientes melhor sobrevida. Entretanto, há a possibilidade de riscos e declínios de outras funções do paciente. A respiração superficial em decorrência da dor pós-toracotomia, com diminuição da expansibilidade do tórax e da ventilação pulmonar. Também é relatado que a medicação anestésica empregada juntamente com a utilização do tubo orotraqueal, imobilização e da permanência no leito do paciente, acabam gerando possíveis disfunções diafragmáticas, declínio da capacidade residual funcional e colapso prematuro das vias aéreas (Kokez; Keskin; Ergin, et al., 2023).

Ademais, outros procedimentos cirúrgicos mais empregados nesses pacientes envolvem a toracocentese, muito utilizada em derrame pleural metastático. A técnica consiste em uma punção feita com um instrumento intravenoso periférico na região da borda superior da costela inferior com drenagem do líquido presente no tórax, em média de 1000 a 1500 ml. A abordagem por mais que traga alívio não está isenta de complicações, ao passo que podem provocar hemotórax, pneumotórax e edema de reexpansão (Sagar; Landaeta; Adrianza et al., 2020).

Outra complicação que ocasionalmente acomete os pacientes com carcinoma pulmonar é o derrame pericárdico. É uma intercorrência que pode repercutir com possibilidade de tamponamento cardíaco, necessitando de retirada desse líquido intrapericárdio, a pericardiocentese. O procedimento também

consiste em uma punção e pode demandar anestesia local ou geral, dependendo posteriormente da colocação de um dreno pleural na região torácica (Nunes; Higa; Saito et al., 2023).

É relevante citar que em pacientes com carcinoma pulmonar a recorrência com que desenvolvem derrames pleurais neoplásicos é significativa. Por isso, em alguns casos, a escolha de realizar um procedimento que impeça esse reacúmulo de líquido aderindo os dois folhetos pleurais de forma definitiva é o manejo clínico mais indicado, chamado de pleurodese. Nesse contexto, é administrado na cavidade pleural um fármaco capaz de fixar a pleural parietal e a visceral e feita a remoção de quaisquer líquidos residuais. Contudo, a técnica possui repercussões a nível de expansibilidade, sendo um dos mecanismos de falha do procedimento o encarceramento pulmonar, presente em cerca de 30% dos casos pós abordagem (Araújo, 2015).

REFERÊNCIAS

ALDUAIS, Y.; ZHANG, H.; FAN, F. et al. **Non-small cell lung cancer (NSCLC): A review of risk factors, diagnosis, and treatment.** Medicine (Baltimore). 2023 Feb 22;102(8):e32899. doi: 10.1097/MD.00000000000032899. PMID: 36827002; PMCID: PMC11309591.

ARAÚJO, P.H.X.N.de. **Impacto na qualidade de vida e ocorrências de eventos adversos após pleurodese em pacientes com derrame pleural maligno recidivante.** 2015. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Protocolos clínicos e diretrizes terapêuticas em Oncologia.** Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Regulação, Avaliação e Controle. Coordenação-Geral de Gestão dos Sistemas de Informações em Saúde. **Manual de bases técnicas da oncologia – sia/sus - sistema de informações ambulatoriais.** 30ª Edição. Agosto de 2022.

BRAY, F.; LAVERSANNE, M.; CANTOU, H. et al. **Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries.** CA Cancer J Clin. 2024 May-Jun;74(3):229-263. doi: 10.3322/caac.21834. Epub 2024 Apr 4. PMID: 38572751.

CAI, H.; WANG, Y.; QIN, D. et al. **Advanced Surgical Technologies for Lung Cancer Treatment: Current Status and Perspectives.** Eng. Regen. 2023;4:55–67. doi: 10.1016/j.engreg.2022.12.001.

CHAFT, J.E.; RIMNER, A.; WEDER, W. et al. **Evolution of Systemic Therapy for Stages I–III Non-Metastatic Non-Small-Cell Lung Cancer.** Nat. Rev. Clin. Oncol. 2021;18:547–557. doi: 10.1038/s41571-021-00501-4.

CHEUNG, C.H.Y.; JUAN, H.F. **Quantitative proteomics in lung cancer.** J Biomed Sci. 2017 Jun 14;24(1):37. DOI: 10.1186/s12929-017-0343-y. PMID: 28615068; PMCID: PMC5470322.

CLARK, S.B.; ALSUBAIT, S. **Non–Small Cell Lung Cancer.** In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan–. PMID: 32965978.

FLOREZ N.; KIEL, L.; RIANO, I. et al. **Lung Cancer in Women: The Past, Present, and Future.** Clin Lung Cancer. 2024 Jan;25(1):1-8. doi: 10.1016/j.clcc.2023.10.007. Epub 2023 Oct 20. PMID: 37940410.

GEIB, G.; ROITHMANN, S. Câncer de Pulmão Não Pequenas Células. In: HOFF, P.M.G.; KATZ, A.; CHAMMAS, R. et al. **Tratado de Oncologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2013.

HENDRIKS, L.E.; REMON, J.; FAIVRE-FINN, C. et al. **Non-small-cell lung cancer**. Nat Rev Dis Primers. 2024 Sep 26;10(1):71. doi: 10.1038/s41572-024-00551-9. PMID: 39327441.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2022.

KOKEZ, H.; KESKIN, H.; ERGIN, M. et al. **Is preoperative pulmonar rehabilitation effective in the postoperative period after lung resection?** Afr Health Sci. 2023 Mar; 23(1): 646–655. DOI:10.4314/ahs. v23i1.69.

LI, C.; LEI, S.; DING, L. et al. **Global burden and trends of lung cancer incidence and mortality**. Chin Med J (Engl). 2023 Jul 5;136(13):1583-1590. doi: 10.1097/CM9.0000000000002529. PMID: 37027426; PMCID: PMC10325747.

LIU, Y.; SHAN, L.; SHEN, J. et al. **Choice of Surgical Procedure—Lobectomy, Segmentectomy, or Wedge Resection—For Patients with Stage T1-2N0M0 Small Cell Lung Cancer: A Population—Based Study**. Thorac. Cancer. 2019;10:593–600. doi: 10.1111/1759-7714.12943.

NEVES, J.B.V. Câncer de Pulmão. In: VIEIRA, S.C. **Oncologia Básica para Profissionais de Saúde**. Teresina: EDUFPI, 2016.

NUNES, R.A.; HIGA, C.; SAITO, E.H. et al. **Intervenções Paliativas no Câncer de Pulmão e Considerações Bioéticas.** Pulmão RJ 2023;31(1): 70-100.

PETRELLA, F.; RIZZO, S.; ATTILI, I. et al. **Stage III Non-Small-Cell Lung Cancer: An Overview of Treatment Options.** Curr. Oncol. 2023;30:3160–3175. doi: 10.3390/curroncol30030239.

ROELOFSZ, D.; RAMPON, G. **Lung Cancer in Missouri.** Mo Med. 2024 Sep- Oct;121(5):368-372. PMID: 39421481; PMCID: PMC11482853.

SAGAR, A.E.S.; LANDAETA, M.F.; ADRIANZA, A.M. et al. **Complications following symptom-limited thoracentesis using suction.** Eur Respir J. 2020 Nov 19;56(5):1902356. DOI: 10.1183/13993003.02356-2019.

SIEGEL, R.L.; GIAQUINTO, A.N.; JEMAL, A. et al. **Cancer statistics, 2024.** CA Cancer J Clin. 2024;74(1):12–49.

SOUZA, J.A.de M.; ROCHA, H.A. da.; SANTOS, M.A. da. C. et al. **Fatores associados ao tempo para o início do tratamento do câncer de pulmão em Minas Gerais, Brasil.** Revista Ciênc. saúde coletiva 27 (03). Mar 2022. DOI: 10.1590/1413-81232022273.02992021.

SMOLARZ B, ŁUKASIEWICZ H, SAMULAK D. et al. **Lung Cancer-Epidemiology, Pathogenesis, Treatment and Molecular Aspect (Review of Literature)**. Int J Mol Sci. 2025 Feb 26;26(5):2049. doi: 10.3390/ijms26052049. PMID: 40076671; PMCID: PMC11900952.

WANG, R; YIN, Z.; LIU, L. et al. **Second Primary Lung Cancer After Breast Cancer: A Population-Based Study of 6,269 Women**. Front Oncol. 2018 Oct 9;8:427. doi: 10.3389/fonc.2018.00427. PMID: 30356721; PMCID: PMC6189405.



CAPÍTULO 2

BENEFÍCIOS DA ABORDAGEM FISIOTERAPÊUTICA E SUA IMPLEMENTAÇÃO EM FASE PRÉ-OPERATÓRIA DA NEOPLASIA PULMONAR

BENEFÍCIOS DA ABORDAGEM FISIOTERAPÊUTICA E SUA IMPLEMENTAÇÃO EM FASE PRÉ-OPERATÓRIA DA NEOPLASIA PULMONAR

A fisioterapia pré-operatória em cirurgias de ressecção consiste na otimização e manejo da função e capacidade respiratória, preservando a homeostase perioperatória e facilitando a recuperação após o procedimento invasivo. Outrossim, a reabilitação pulmonar proporciona atenuação de complicações, além de reduzir o tempo de internação e redução de custos em até 35% para pacientes submetidos à ressecção pulmonar (Paz; Bezerra; Pereira et al., 2021; Kokez; Keskin; Ergin et al., 2023).

É oportuno destacar, que o perfil de pacientes acometidos com a neoplasia pulmonar presume certos fatores de risco, dentre eles, um histórico de sedentarismo. O que acaba sendo um índice de mau prognóstico e uma tendência a apresentar valores mais baixos em testes de função pulmonar, escores de força muscular e capacidade de exercício, antes mesmo de serem abordados invasivamente, acentuando essa má funcionalidade (Coups; Park; Feinstein et al., 2009; Granger; McDonald; Irving et al., 2014).

Figura 03: Perfil funcional do paciente oncológico pulmonar



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025)

Dessa forma, compreende-se que o câncer pulmonar durante o percurso para o tratamento oncológico é frequentemente acompanhado de sintomas físicos e psicológicos. São relatados frequentemente dor, fadiga, insônia e/ou distúrbios de humor (Sommer; Staerkind; Christensen et al., 2018). Esses sintomas podem impactar na qualidade de vida percebida e funcionalidade antes, durante e após a cirurgia, uma vez que os pacientes geralmente apresentam-se fisicamente inativos e/ou desnutridos e, portanto, têm baixa capacidade de reserva fisiológica. É possível observar os efeitos que a pré-reabilitação e a reabilitação pós-operatória resultam nos pacientes com câncer pulmonar de não pequenas células. Sendo vias terapêuticas alternativas que podem influenciar positivamente a qualidade de vida a longo prazo, a fadiga e a capacidade de exercício (Voorn; Driessen; Reinders, et al., 2023).

É relevante ressaltar, que a caracterização de uma função pulmonar deficitária está associada a um risco maior para neoplasia pulmonar, sendo o Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo (VEF1) um potencial biomarcador para um possível desenvolvimento (Lee; Lee; Lee, et al., 2022). Ademais, Choi, Lee e Lee et al., (2023), também demonstraram achados acerca da associação do declínio do VEF1/Capacidade Vital Forçada (CVF) como preditor de mortalidade respiratória.

É descrito que o treinamento físico pré-operatório confere uma redução relativa de 55% no risco de desenvolver uma complicação pulmonar pós-operatória. Intervenções como treinamento físico e aeróbico, de resistência, exercícios respiratórios, treinamento muscular inspiratório e alongamentos são algumas das estratégias mais empregadas. Ademais, a abordagem fisioterapêutica provavelmente reduz o tempo de internação hospitalar pós-operatória e também contribui no aumento da capacidade máxima de exercício (Granger e Cavalheri, 2022).

Athanassiadi, Magouliotis e Chatzimichali et al., (2023) também sistematizam seus achados ao corroborarem que o treinamento físico pré-operatório pode reduzir o risco de complicações, além de diminuir a necessidade de opiáceos, tempo de hospitalização, custos e despesas, melhorando o estado funcional pós-cirúrgico. Lockett (2023), explana em seu estudo os benefícios encontrados do emprego do treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento muscular inspiratório em pacientes que aguardam a cirurgia de ressecção, demonstrando uma maximização da função pulmonar, com aumento nos escores de pressão inspiratória

máxima e volume expiratório forçado no primeiro segundo.

O manejo pré-operatório eficaz, incluindo o acompanhamento perioperatório, pode auxiliar na redução do risco de complicações pulmonares e influenciar significativamente em melhores desfechos (Morano; Araújo; Nascimento et al., 2013). Bibo, Goldblatt e Merry (2021), destacam que a reabilitação pulmonar pré-operatória permite uma melhora da capacidade de exercício daqueles pacientes que serão submetidos à ressecção cirúrgica, com minimização de possíveis complicações no período pós-operatório, otimizando o tempo de internação e custos hospitalares.

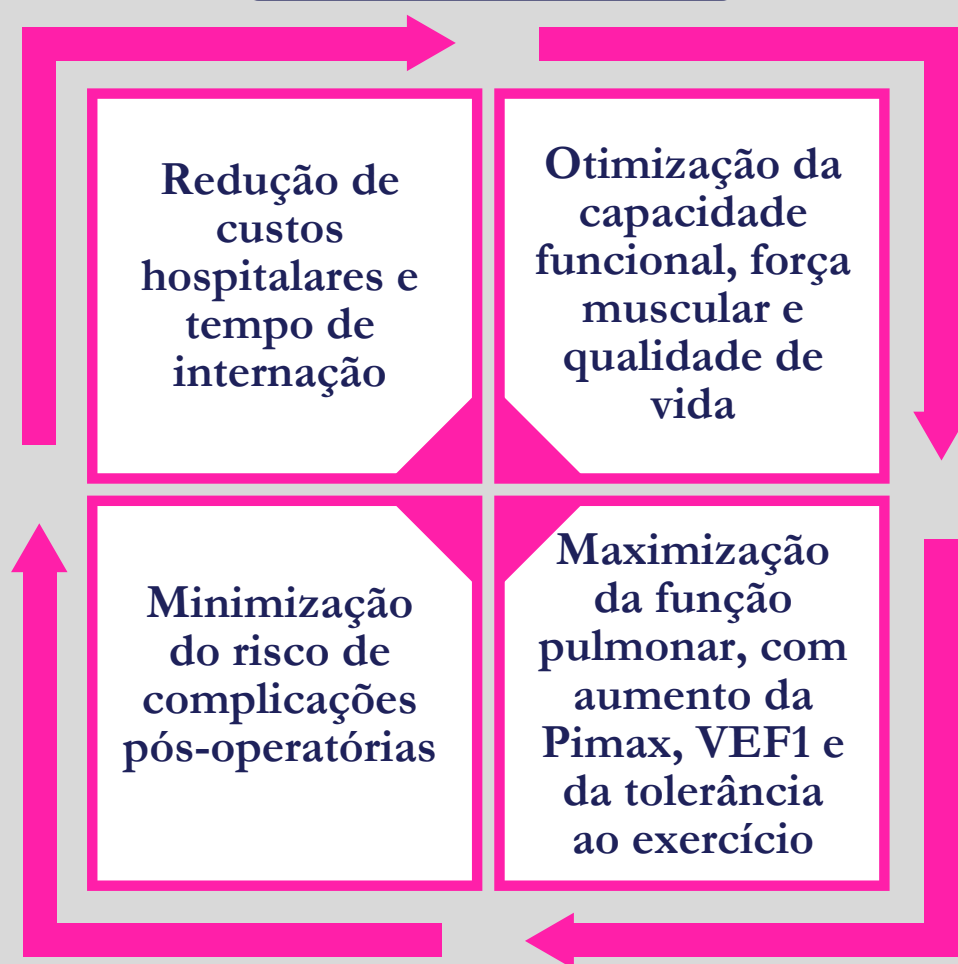
Alguns estudos expressam os benefícios dos exercícios respiratórios na capacidade de otimizar função pulmonar em pacientes com neoplasia pulmonar, reduzindo simultaneamente riscos de pneumonia pós-operatória (Ding; Ma; Ma et al., 2024). Ademais, é oportuno destacar que os exercícios físicos e fisioterapia respiratória têm o potencial de melhorar resultados como capacidade funcional e pulmonar em pacientes com câncer de pulmão (Valdivia-Martínez; Fernández-Gualda; Gallegos-García, et al., 2024).

Os benefícios da implementação da abordagem fisioterapêutica também podem ser observados nos escores como força muscular, aptidão aeróbica e nos sentimentos de motivação autorrelatados. Proporcionando maior preparo para desafios futuros e melhor capacidade de controlar os sintomas relacionados à cirurgia (Edbrooke; Denehy; Granger et al., 2019). A terapia de reabilitação pulmonar é uma abordagem eficaz para a recuperação da

capacidade motora e da função respiratória de pacientes pós-operatórios. Um programa simples de treinamento de exercícios de reabilitação pulmonar pode melhorar significativamente a tolerância ao exercício da respiração para os pacientes, aliviar a dispneia e otimizar sua qualidade de vida (Cheng, 2022).

Figura 04: Benefícios das intervenções fisioterapêuticas na funcionalidade do paciente com câncer pulmonar

PROGRAMAS DE EXERCÍCIOS EM FASE PRÉ-OPERATÓRIA



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025)

Outros achados presentes na literatura expressam que a aplicação de exercícios aeróbicos, treinamento de resistência e apoio psicológico e nutricional pré-operatório influenciou em desfechos positivos na fase pós-operatória na recuperação da capacidade

funcional (Ferreira; Minnella; Awasthi et al., 2021). O estudo de Sebio, Yáñez-Brage e Giménez et al., (2017), avaliou a viabilidade de um programa de reabilitação pulmonar pré-operatória. As conclusões do estudo parecem seguir as mesmas considerações estabelecidas, que as intervenções fisioterapêuticas parecem melhorar a condição pré-operatória dos pacientes e podem prevenir o declínio funcional após a cirurgia.

Sob essa perspectiva, é válido frisar, a relevância e impacto na saúde que os programas com intervenção fisioterapêutica exercem sobre esses pacientes, diminuindo o risco de dependência funcional pós-recuperação, otimização da função respiratória, redução do tempo de internação, taxas de mortalidade, complicações e riscos de readmissão. O que permite não só um prognóstico mais positivo, como também, uma promoção adequada de funcionalidade e bem-estar após a recuperação (Liu; Zhang; Yang et al., 2020).

REFERÊNCIAS

ATHANASSIADI, K.; MAGOULIOTIS, D.; CHATZIMICHALI, E. et al. **Prehabilitation in lung cancer surgery: a review and meta-analysis of RCT studies.** European Respiratory Journal 2023 vol. 62 no. suppl 67. DOI:10.1183/13993003.congress-2023.PA3773.

BIBO, L.; GOLDBLATT, J.; MERRY, C. **Does preoperative pulmonary rehabilitation/physiotherapy improve patient outcomes following lung resection?** Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2021 Jun; 32(6): 933–937. DOI: 10.1093/icvts/ivab011.

CHOI, K.W.; LEE, H.J.; LEE, J.K. et al. **Rapid FEV₁/FVC Decline Is Related With Incidence of Obstructive Lung Disease and Mortality in General Population.** J Korean Med Sci. 2023;38(1):e4. Published 2023 Jan 2. doi:10.3346/jkms.2023.38.e4.

CHENG, X. **Effects of Lung Rehabilitation Therapy in Improving Respiratory Motor Ability and Alleviating Dyspnea in Patients with Lung Cancer After Lobectomy: A Clinical Study.** Altern Ther Health Med. 2022 Mar;28(3):18-23. PMID: 33128535.

COUPS, E.; PARK, B.; FEINSTEIN, M. et al. **Physical activity among lung cancer survivors: changes across the cancer trajectory and associations with quality of life.** Cancer epidemiology, biomarkers & prevention 2009;18(2):664-72. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-08-0589.

DING, Q.; MA, F.; MA, X. et al. **Breathing exercises for patients with early-stage lung cancer: a meta-analysis.** Syst Rev 13, 243 (2024). <https://doi.org/10.1186/s13643-024-02640-y>.

EDBROOKE, L.; DENEHY, L.; GRANGER, C.L. et al. **Home-based rehabilitation in inoperable non-small cell lung cancer-the patient experience.** Support Care Cancer. 2020 Jan;28(1):99-112. doi: 10.1007/s00520-019-04783-4. Epub 2019 Apr 13. PMID: 30982092.

FERREIRA, V.; MINNELLA, E.M.; AWASTHI, R. et al. **Multimodal Prehabilitation for Lung Cancer Surgery: A Randomized Controlled Trial.** Ann Thorac Surg. 2021 Nov;112(5):1600-1608. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.11.022. Epub 2020 Dec 13. PMID: 33321089.

GRANGER, C.; CAVALHERI, V. **Preoperative exercise training for people with non-small cell lung cancer.** Cochrane Database of Systematic Reviews 2022, Issue 9. Art. No.: CD012020. DOI: 10.1002/14651858.CD012020.pub3.

GRANGER, C.; MCDONALD, C.; IRVING, L. et al. **Low physical activity levels and functional decline in individuals with lung cancer.** Lung cancer 2014 ; 83(2): 292-9. DOI: 10.1016/j.lungcan.2013.11.014.

KOKEZ, H.; KESKIN, H.; ERGIN, M. et al. **Is preoperative pulmonar rehabilitation effective in the postoperative period after lung resection?** Afr Health Sci. 2023 Mar; 23(1): 646–655. DOI:10.4314/ahs. v23i1.69.

LEE, H.W.; LEE, H.J.; LEE, J.K. et al. **Rapid FEV₁ Decline and Lung Cancer Incidence in South Korea.** Chest. 2022;162(2):466-474. doi:10.1016/j.chest.2022.03.018.

LIU, K.; ZHANG, W.; YANG, Y. et al. **Respiratory rehabilitation in erdely patients with COVID-19: A randomization controlled study.** Complement Ther Clin Pract, v. 39, p. 101-166, may, 2020. DOI: 10.1016/j.ctcp.2020.101166.

LOCKETT, S. **Preoperative optimization of pacientes awaiting lung resection in cardiothoracic surgery: unlock the potential of cardiac rehabilitation and diversify.** Heart 2023; 109 (Suppl 5): A1-A15. DOI: 10.1136/heartjnl-2023-BACPR.22.

MORANO, M.T.; ARAÚJO, A.S.; NASCIMENTO, F.B. et al. **Preoperative Pulmonary Rehabilitation Versus Chest Physical Therapy in Patients Undergoing Lung Cancer Resection: A Pilot Randomized Controlled Trial.** Arch Phys Med Rehabil. 2013 Jan;94(1):53-8. DOI: 10.1016/j.apmr.2012.08.206.

PAZ, L.E.S.; BEZERRA, B.J. da S.; PEREIRA, T. M. de M. et al. **COVID-19: a importância da fisioterapia na recuperação da saúde do trabalhador.** Rev Bras Med Trab, v. 19, n. 1, p. 94-106, 2021. DOI: 10.47626/1679-4435-2021-709.

SEBIO, G. R.; YÁÑEZ-BRAGE, M.I.; GIMÉNEZ, M. E, et al. **Preoperative exercise training prevents functional decline after lung resection surgery: a randomized, single-blind controlled trial.** Clin Rehabil. 2017 Aug;31(8):1057-1067. doi: 10.1177/0269215516684179. Epub 2016 Dec 20. PMID: 28730888.

SOMMER, M.S.; STAERKIND, M.E.B.; CHRISTENSEN, J. et al. **Effect of postsurgical rehabilitation programmes in patients operated for lung cancer: A systematic review and meta-analysis.** J Rehabil Med. 2018 Feb 28;50(3):236-245. doi: 10.2340/16501977-2292. PMID: 29392334.

VALDIVIA-MARTÍNEZ, M.; FERNÁNDEZ-GUALDA, M.A.; GALLEGOS-GARCÍA, E. et al. **Physiotherapy Interventions in Lung Cancer Patients: A Systematic Review.** Cancers (Basel). 2024 Feb 25;16(5):924. doi: 10.3390/cancers16050924. PMID: 38473286; PMCID: PMC10931344.



CAPÍTULO 3

INTERVENÇÕES, PROTOCOLOS E CONDUTAS FISIOTERAPÊUTICAS NO CARCINOMA PULMONAR

INTERVENÇÕES, PROTOCOLOS E CONDUTAS FISIOTERAPÊUTICAS NO CARCINOMA PULMONAR

As recomendações propostas no *e-book* foram baseadas em um artigo de revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados dos últimos cinco anos (2019-2024), com os resultados já publicados pelos presentes autores em revista científica no seguinte endereço eletrônico:



(<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/15187/8661>).

Seguem abaixo algumas condutas fisioterapêuticas recomendadas pela literatura científica atual a serem realizadas em pacientes com neoplasia pulmonar em fase pré-operatória.



EXERCÍCIOS RESPIRATÓRIOS

Os exercícios respiratórios em fase pré-operatória podem promover a melhora da tolerância cardiopulmonar e distância percorrida no teste da caminhada de 6 minutos, diminuição da ocorrência de complicações e redução do tempo de internação hospitalar em pacientes com câncer de pulmão com função

pulmonar reduzida (VEF1 <60%). Também foi verificado que a intervenção melhora qualidade de vida, podendo reduzir complicações pós-operatórias e promover rápida recuperação de pacientes idosos com câncer pulmonar. É descrito que o treinamento respiratório diminui o escape aéreo prolongado e a incidência de complicações pós-operatórias. Encurtando o tempo de internação em pacientes submetidos à ressecção em cunha (Lai et.al., 2019; Chen et al., 2023; Kokez et al., 2023).

Protocolo proposto por Lai et al. (2019):

- Intervenção:** 20 ciclos respiratórios por sessão
Frequência: 3x ao dia
Equipamento utilizado: espirômetro de incentivo volumétrico.
Duração da intervenção: 1 semana.

Protocolo proposto por Chen et al. (2023):

- Intervenção:** ciclos respiratórios
Frequência: 30 minutos diários
Duração da intervenção: 3 semanas.

Protocolo proposto por Kokez et al. (2023):

- Intervenção:** respiração diafragmática, segmentar e com freio labial.
Frequência: 10 repetições por dia.
Duração da intervenção: 7 dias.



TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE E EXERCÍCIO AERÓBICO

Os exercícios aeróbicos podem otimizar a circulação sanguínea, melhorar o suprimento de oxigênio aos tecidos, reduzir o nível de estresse dos pacientes e melhorar a capacidade antioxidante do corpo. Também promovem o aumento da resposta de células resistentes a alguns medicamentos do tratamento do câncer pulmonar, podendo ser usado como uma medida adjunta eficaz (Yang; Liu; Kong, 2021). As evidências disponíveis na literatura sugerem que os exercícios aeróbicos estão associados a uma redução na incidência de tumores, podendo afetar a fisiologia do tumor e controlar a progressão da doença, que está associada à inibição da metástase e recorrência do tumor (Hojman; Gehl; Christense et al., 2018; Cormie; Zopf; Zhang et al., 2017).



É válido ressaltar, que o exercício aeróbico permite melhorar o volume de perfusão do tumor, diminuindo espécies reativas de oxigênio mitocondriais, o que favorece a inativação do HIF-1, um fator que regula condições de hipóxia (DI MEO; NAPOLITANO; VENDITTI, 2019). Os efeitos moduladores também são observados na perfusão e hipóxia tumoral, melhorando oxigenação aguda e crônica em regiões hipóxicas, permitindo retardar o desenvolvimento do câncer (Hojman; Gehl; Christense et al., 2018).

Outro efeito positivo dos exercícios aeróbicos na regulação tumoral está associado ao aumento da Proteína Quinase Ativada por Adenosina Monofosfato (AMPK) durante a prática. Isso pode ser explicado pela enzima atuar como um supressor tumoral no início do curso da tumorigênese, inibindo o crescimento e metástase pela atividade autofágica da AMPK (Carling, 2017; Jia; Zhou; Ding, 2021).



Protocolo proposto por Lai et al. (2019):

- 1 **Intervenção:** exercícios aeróbicos
Frequência: 30 minutos por dia
Equipamento utilizado: "Nu step"
Duração da intervenção: 1 semana.

Protocolo proposto por Bhatia et al. (2019):

- 2 **Intervenção:** treino intervalado de alta intensidade
Frequência: 30 minutos por dia (3x na semana)
Equipamento utilizado: cicloergômetro
Duração da intervenção: 2 a 3 semanas.

Protocolo proposto por Liu et al. (2020):

- 3 **Intervenção:** exercícios aeróbicos (corrida, caminhada ou ciclismo)
Frequência: 30 minutos por dia (3x na semana)
Duração da intervenção: 2 semanas.

Protocolo proposto por Machado et al. (2024):

- 4 **Intervenção:** exercícios aeróbicos (caminhada)
Frequência: 3x na semana (por 30 minutos)
Duração da intervenção: 1 mês.

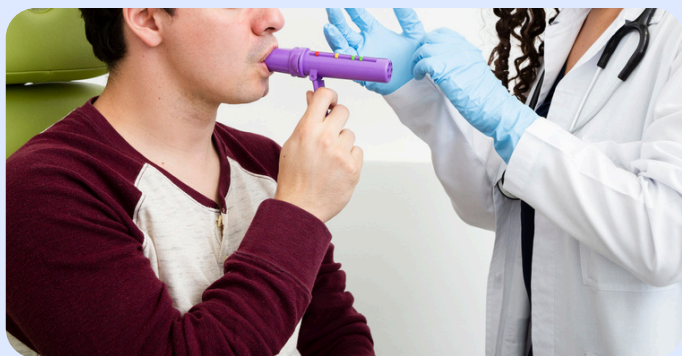


TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA MUSCULAR RESPIRATÓRIA E COM PRESSÃO POSITIVA

O treino muscular inspiratório é uma abordagem fisioterapêutica de reabilitação respiratória indicada para pacientes que apresentam dispneia e intolerância ao exercício, bem como, para pacientes que evitam certas atividades devido ao medo da dispneia durante o esforço (Beaumont; Le Tallec; Villiot-Danger, 2023). É conhecido que a intervenção pode beneficiar a função respiratória aumentando

as fibras tipo I e tipo II dos músculos intercostais externos, proporcionar a remodelação dos músculos treinados e alterar a estrutura adaptativa dos músculos respiratórios (Figueiredo; Azambuja; Cureau et al., 2020). Também é relatado a melhora da força e resistência muscular inspiratória, otimização da funcionalidade nas atividades de vida diária, distância percorrida e na qualidade de vida (Beaumont; Forget; Couturaud et al., 2018).

Ademais, alguns estudos associam o uso do treinamento respiratório juntamente com a pressão positiva, trazendo como benefícios na redução da taxa de intubação endotraqueal, do tempo de internação hospitalar e nas possíveis complicações da ventilação invasiva (Osadnik; Tee; Carson-Chahhoud et al., 2017). Dessa forma, é observado repercussões positivas na diminuição da mortalidade em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), geralmente já pré-existente ao carcinoma pulmonar. A pesquisa de Tang e Qin (2016), revelou que o tratamento de longo prazo com pressão positiva melhorou os índices de gasometria arterial, da resistência ao exercício e da qualidade de vida, diminuindo mortalidade e níveis de estresse oxidativo pulmonar (Lei; He; Hu et al., 2023).



Protocolo proposto por Kokez et al. (2023):

- 1 **Intervenção:** pressão positiva
Frequência: 20 minutos por dia
Equipamento utilizado: BIPAP
Duração da intervenção: 7 dias.

Protocolo proposto por Laurent et al. (2020):

- 2 **Intervenção:** treino muscular respiratório (30% da ventilação voluntária máxima) + balão de reinalação (50% da capacidade vital do paciente)
Frequência: 30 minutos por dia
Equipamento utilizado: “Spirotiger”
Duração da intervenção: 3 semanas (12 sessões).

4

CINESIOTERAPIA RESISTIDA

Dentre todos os recursos e abordagens fisioterapêuticas, a terapia baseada no movimento, cinesioterapia, é a opção com melhor custo-benefício. Consiste em um conjunto de exercícios terapêuticos, voltados ao alongamento, exercícios isométricos e exercícios de fortalecimento muscular, preferencialmente realizados sob supervisão (Domingos; Moreira; Alves et al., 2021). Os movimentos típicos do treinamento resistido com a cinesioterapia envolve contrações musculares concêntricas, isométricas e excêntricas. Como as contrações excêntricas podem fornecer forças e cargas resistivas maiores, a cinesioterapia excêntrica pode fornecer um estímulo maior para aumentar a amplitude de movimento (Hahn, 2018; Delvaux; Schwartz; Decréquy et al., 2020).

Protocolo proposto por Liu et al. (2020):

- Intervenção:** cinesioterapia resistida para membros superiores, inferiores, peitoral e core (3 séries de 10 a 12 repetições)
Equipamento utilizado: faixa elástica
Frequência: 2x na semana
Duração da intervenção: 2 semanas.

Protocolo proposto por Fernandez-Blanco et al. (2023):

- Intervenção:** cinesioterapia ativa em membros superiores
Frequência: 1x ao dia
Duração da intervenção: 5 dias consecutivos (5 sessões).

Protocolo proposto por Machado et al. (2024):

- Intervenção:** cinesioterapia resistida em membros inferiores com 6 exercícios (2 séries de 15 repetições)
Frequência: 2x por semana
Duração da intervenção: 1 mês

5

TREINAMENTO DE TOSSE

O ato de tossir é considerado um mecanismo de proteção natural do corpo para manter a árvore traqueobrônquica pérvia de secreções e materiais estranhos. A tosse é composta por três fases: o primeiro envolve o esforço inspiratório (fase inspiratória), seguido por um esforço expiratório forçado contra uma glote fechada, juntamente com a geração de pressões intratorácicas elevadas (fase compressiva) e por fim a abertura da glote com um rápido fluxo de ar expiratório (fase expulsiva). Esse processo atua na limpeza, no sentido distal para proximal, ao longo das porções condutoras do sistema respiratório (Brennan; McDonnell; Duignan, 2022).

Contudo, para uma efetiva habilidade de eliminação de fluidos e materiais presentes nas vias aéreas, é fundamental que a capacidade neuromuscular, o nível de consciência e a força dos músculos inspiratórios e expiratórios estejam intactas e harmônicas. É observado que qualquer alteração nesse processo pode levar a uma condição de tosse ineficaz, predispondo o paciente a infecções respiratórias, por acúmulo de secreção, e atelectasia pulmonar, em casos de cirurgias torácicas de ressecção pulmonar (Brennan; Mcdonnell; Duignan, 2022.; Magni; Hochsprung; Cáceres-Matos et al., 2024).

Protocolo proposto por Kokez et al. (2023):

- Intervenção:** treino de tosse (15 repetições)
Frequência: 1x ao dia
Duração da intervenção: 7 dias.

Protocolo proposto por Liu et al. (2020):

- Intervenção:** treino de tosse
Frequência: 2x ao dia por 10 minutos
Duração da intervenção: 2 semanas.

Protocolo proposto por Fernandez et al. (2023):

- Intervenção:** treino de tosse
Frequência: 1x ao dia.
Duração da intervenção: 5 dias (5 sessões).

CONCLUSÃO

As intervenções fisioterapêuticas aplicadas no manejo do paciente oncológico pulmonar em fase pré-operatória demonstram efeitos positivos em uma série de variáveis associadas a funcionalidade. Principalmente na redução do risco de complicações pós-operatórias, tempo de internação hospitalar e na otimização da qualidade de vida e capacidade funcional. Porém, é necessário analisar a resposta fisiológica do paciente frente as condutas propostas, como sinais de desconforto respiratório, intolerância severa aos exercícios, necessidade de instalação de oxigênio suplementar e aqueles que tem indicação de conservação energética ou estão em processo de finitude.

Em serviços de alta complexidade oncológica, é fundamental que a assistência intra-hospitalar seja iniciada ainda em fase pré-operatória, visando a identificação de preditores de mau prognóstico, assim como déficits funcionais prévios. A fisioterapia é uma estratégia promissora, segura e viável na abordagem aos pacientes, auxiliando e contribuindo para os melhores desfechos pós-cirúrgicos.

REFERÊNCIAS

BEAUMONT, M.; FORGET, P.; COUTURAUD, F. et al. **Effects of inspiratory muscle training in COPD patients: a systematic review and meta-analysis.** Clin Respir J. 2018;12(7):2178–88.

BEAUMONT, M.; LE TALLEC, F.; VILLIOT-DANGER, E. **Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation.** Rev Mal Respir. 2021;38(7):754–67.

BHATIA, C.; KAYSER, B. **Preoperative high-intensity interval training is effective and safe in deconditioned patients with lung cancer: A randomized clinical trial.** J Rehabil Med. 2019 Oct 3;51(9):712-718. doi: 10.2340/16501977-2592. PMID: 31468059.

BRENNAN, M.; MCDONNELL, M.J.; DUIGNAN, N. et al. **The use of cough peak flow in the assessment of respiratory function in clinical practice- A narrative literature review.** Respir Med. 2022 Mar; 193:106740. doi: 10.1016/j.rmed.2022.106740. Epub 2022 Jan 15. PMID: 35123355.

CARLING D. **AMPK signalling in health and disease.** Curr Opin Cell Biol. 2017; 45:31-37.

CHEN, B.; YAN, X.; WANG, X. et al. **Effectiveness of precise and quantitative rapid pulmonary rehabilitation nursing program for elderly patients with lung cancer during the perioperative period: A randomized controlled trial.** Pak J Med Sci. 2023 Mar-Apr;39(2):572-577. doi: 10.12669/pjms.39.2.7103. PMID: 36950399; PMCID: PMC10025742.

CORMIE, P; ZOPF, E.M.; ZHANG, X. et al. **The impact of exercise on cancer mortality, recurrence, and treatment-related adverse effects.** Epidemiol Rev. 2017;39(1):71-92.

DI MEO, S.; NAPOLITANO, G.; VENDITTI, P. **Mediators of physical activity protection against ROS-linked skeletal muscle damage.** Int J Mol Sci. 2019;20(12):3024.

DOMINGOS, H.Y.B.; MOREIRA, S.S.; ALVES, M.S. et al. **Cinesioterapia para melhoria da qualidade de vida após cirurgia de câncer de mama.** Fisioter Bras. 2021;22(3):385–97.

FERNÁNDEZ-BLANCO, R.; RINCÓN-GARCÍA, D.; VALERO-ALCAIDE, R. et al. **Preoperative respiratory therapy in patients undergoing surgery for lung cancer: A randomized controlled trial.** Physiotherapy Research International Volume 28, January 2023 doi: <https://doi.org/10.1002/pri.1973>.

FIGUEIREDO, R.I.N.; AZAMBUJA, A.M.; CUREAU, F.V. et al. **Inspiratory muscle training in COPD.** Respir Care. 2020;65(8):1189–201.

HAHN, D. **Stretching the limits of maximal voluntary eccentric force production in vivo.** J Sport Health Sci. 2018;7(3):275–281. doi: 10.1016/j.jshs.2018.05.003.

HOJMAN, P.; GEHL, J.; CHRISTENSEN, J.F.; et al. **Molecular mechanisms linking exercise to cancer prevention and treatment.** Cell Metab. 2018;27(1):10-21.

JIA, N.; ZHOU, Y.; DONG, X. et al. **The antitumor mechanisms of aerobic exercise: A review of recent preclinical studies.** Cancer Med. 2021 Sep;10(18):6365-6373. doi: 10.1002/cam4.4169. Epub 2021 Aug 13. PMID: 34387383; PMCID: PMC8446393.

KOKEZ, H.; KESKIN, H.; ERGIN, M. et al. **Is preoperative pulmonar rehabilitation effective in the postoperative period after lung resection?** Afr Health Sci. 2023 Mar; 23(1): 646–655. DOI:10.4314/ahs. v23i1.69.

LAI, Y.; WANG, X.; ZHOU, K. et al. **Impact of one-week preoperative physical training on clinical outcomes of surgical lung cancer patients with limited lung function: a randomized trial.** Ann Transl Med. 2019 Oct;7(20):544. DOI: 10.21037/atm.2019.09.151. PMID: 31807526; PMCID: PMC6861755.

LAURENT, H.; AUBRETON, S.; GALVAING, G. et al. **Preoperative respiratory muscle endurance training improves ventilatory capacity and prevents pulmonary postoperative complications after lung surgery.** Eur J Phys Rehabil Med. 2020 Feb;56(1):73-81. doi: 10.23736/S1973-9087.19.05781-2. Epub 2019 Sep 4. PMID: 31489810.

LEI, Y.; HE, J.; HU, F. et al. **Sequential inspiratory muscle exercise-noninvasive positive pressure ventilation alleviates oxidative stress in COPD by mediating SOCS5/JAK2/STAT3 pathway.** BMC Pulm Med 23, 385 (2023).
<https://doi.org/10.1186/s12890-023-02656-5>.

LIU, Z.; QIU, T.; PEI, L. et al. **Two-Week Multimodal Prehabilitation Program Improves Perioperative Functional Capability in Patients Undergoing Thoracoscopic Lobectomy for Lung Cancer: A Randomized Controlled Trial.** Anesth Analg. 2020 Sep;131(3):840-849. doi: 10.1213/ANE.0000000000004342. PMID: 31348053.

MACHADO, P.; PIMENTA, S.; GARCIA, A.L. et al. **Effect of Preoperative Home-Based Exercise Training on Quality of Life After Lung Cancer Surgery: A Multicenter Randomized Controlled Trial.** Ann Surg Oncol. 2024 Feb;31(2):847-859. doi: 10.1245/s10434-023-14503-2. Epub 2023 Nov 7. PMID: 37934383; PMCID: PMC10761542.

MAGNI, E.; HOCHSPRUNG, A.; CÁCERES-MATOS, R. et al. **Effects of Respiratory Training on Pulmonary Function, Cough, and Functional Independence in Patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis.** Neurol Int. 2024 Nov 1;16(6):1332-1342. doi: 10.3390/neurolint16060101. PMID: 39585060; PMCID: PMC11587033.

OSADNIK, C.R.; TEE, V.S.; CARSON-CHAHHOUD, K.V.; et al. **Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease.** Cochrane Database Syst Rev. 2017;7:CD004104.

YANG, H.; LIU, Y.; KONG, J. **Effect of aerobic exercise on acquired gefitinib resistance in lung adenocarcinoma.** Transl Oncol. 2021 Nov;14(11):101204. doi: 10.1016/j.tranon.2021.101204. Epub 2021 Aug 21. PMID: 34425505; PMCID: PMC8383010.