

Artigo de Revisão de Literatura

Qual a contribuição das provas funcionais respiratórias, prova de marcha de 6 minutos e teste de exercício cardiopulmonar na avaliação pré-operatória de cirurgia de resseção pulmonar?

What is the contribution of lung function testing, 6-minute walk test and cardiopulmonary exercise testing in the preoperative assessment of lung resection surgery?

Ana Raquel Martins¹, Carolina Rodrigues¹, Joana Carmo¹, Raquel Barros^{2,3*}

¹ Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa - Lisboa, Área de Ensino de Cardiopneumologia, Lisboa. anamartins7469@esscvp.eu; carolinarodrigues7519@esscvp.eu; joanacarmo7920@esscvp.eu

² CrossI&D Lisbon Research Center, Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa – Lisboa, Lisboa. rbarros@esscvp.eu

³ Unidade Local de Saúde de Santa Maria - Hospital Pulido Valente (ULSSM-HPV), Lisboa.

O cancro do pulmão é responsável pela maior taxa de mortalidade por cancro em Portugal, sendo a cirurgia de resseção pulmonar a única terapêutica potencialmente curativa. A avaliação pré-operatória inclui: provas funcionais respiratórias (PFR), prova de marcha de 6 minutos (6MWT) e teste de exercício cardiopulmonar (CPET) por terem a capacidade de avaliar a tolerância do indivíduo ao *stress* induzido pela cirurgia. Estabeleceu-se como objetivo do artigo esclarecer a importância destas técnicas na avaliação do risco cirúrgico em candidatos a resseção pulmonar por cancro do pulmão. A realização das PFR baseia-se na necessidade de uma reserva cardiorrespiratória mínima para tolerar a resseção de parte do pulmão, constituindo-se o volume expiratório máximo no primeiro segundo (FEV₁) e a capacidade de difusão (DLco) como preditores de morbilidade e mortalidade pós-cirúrgica. Após a realização das PFR, pode haver a necessidade de avaliações complementares, como a 6MWT e o CPET. A 6MWT permite a determinação da capacidade funcional, sendo os parâmetros: distância percorrida na 6MWT (dp6MWT), produto entre a distância percorrida e a saturação mínima de oxigénio (DSD) e a saturação periférica de oxigénio (SpO₂) preditores de complicações pós-operatórias. O CPET possibilita estimar a reserva fisiológica pós-cirúrgica sendo os parâmetros: consumo de oxigénio no pico do esforço (VO₂peak), consumo de oxigénio no limiar anaeróbio (VO₂AT) e o equivalente

ventilatório para o dióxido de carbono (VE/VCO₂) preditores de morbilidade e mortalidade.

As PFR, a 6MWT e o CPET assumem um papel preponderante na avaliação/estratificação do risco cirúrgico em candidatos a cirurgia de ressecção pulmonar.

Lung cancer is responsible for the highest cancer mortality rate in Portugal, with lung resection surgery being the only potentially curative therapy. Preoperative assessment includes pulmonary function tests (PFTs), the six-minute walk test (6MWT), and cardiopulmonary exercise testing (CPET), as they are able to assess the individual's tolerance to the stress induced by surgery. The objective of this article was to clarify the importance of these techniques in the assessment of surgical risk in candidates for lung resection surgery due to lung cancer. The performance of PFTs is based on the need for a minimum cardiopulmonary reserve to tolerate the resection of part of the lung, with the maximum expiratory volume in one second (FEV1) and diffusion capacity (DLco) acting as predictors of postoperative morbidity and mortality. After performing PFT, complementary assessments such as the 6MWT and CPET may be necessary. The 6MWT allows determination of functional capacity, being parameters such as six-minute walk distance (6MWD), the product of distance walked and minimum oxygen saturation (DSP), and peripheral oxygen saturation (SpO₂) established as predictors of postoperative complications. CPET enables estimation of postoperative physiological reserve, being the parameters peak oxygen uptake (VO₂peak), oxygen uptake at the anaerobic threshold (VO₂AT), and the ventilatory equivalent for carbon dioxide (VE/VCO₂) established as predictors of postoperative morbidity and mortality. The PFTs, 6MWT, and CPET play a pivotal role in the evaluation and stratification of surgical risk in candidates for lung resection surgery.

PALAVRAS-CHAVE: Cancro do pulmão; cirurgia de ressecção pulmonar; avaliação de risco; provas funcionais respiratórias; prova de marcha de 6 minutos; teste de exercício cardiopulmonar.

KEY WORDS: Lung cancer; lung resection surgery; risk assessment; pulmonary function tests; six-minute walk test; cardiopulmonary exercise testing.

Submetido em 04.03.2026; Aceite em 18.03.26; Publicado em 31.07.2026.

* **Correspondência:** Raquel Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1712-028X>

Email: rbarros@esscvp.eu

<https://doi.org/10.67012/QHKB2203>

© 2026 Os autores. Este artigo encontra-se licenciado sob *Creative Commons Attribution 4.0 International* ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/))

INTRODUÇÃO

Segundo o *European Cancer Inequalities Registry* - Perfil sobre cancro por país 2023, o cancro é a segunda principal causa de morte em Portugal¹. Os cancros com maior incidência entre os homens portugueses seguem o padrão da União Europeia (UE), sendo os cancros da próstata, colorretal e pulmão os mais comuns¹. Nas mulheres verifica-se a mesma distribuição, à exceção do primeiro lugar que é ocupado pelo cancro da mama. Estes dados permitem constatar que o cancro do pulmão ocupa um lugar cimeiro na incidência de cancros em ambos os sexos¹.

De acordo com o mesmo documento, a mortalidade por cancro em Portugal é atribuída sobretudo aos cancros do pulmão e colorretal¹. Em 2019, a taxa de mortalidade pelo cancro do pulmão foi de 38 mortes por 100 000 habitantes, sendo mais elevada em homens que em mulheres¹.

O tratamento do cancro do pulmão consiste numa combinação de modalidades terapêuticas que envolvem a ressecção pulmonar, a quimioterapia, a radioterapia, a terapia-alvo e a imunoterapia². Apesar do progresso dos tratamentos médicos, a ressecção pulmonar continua a ser o único tratamento potencialmente curativo^{3,4}, sendo o prognóstico do cancro do pulmão, quando a cirurgia não é uma opção, bastante desfavorável⁵.

Caso a cirurgia de intenção curativa configure uma possibilidade terapêutica, é importante reconhecer que esta acarreta riscos que dependem de fatores como a idade, o estado físico do doente, as comorbilidades, a reserva cardiopulmonar, o tipo e extensão do procedimento, a abordagem cirúrgica, a experiência cirúrgica/institucional, a evolução da doença e outras modalidades terapêuticas administradas^{6,7}. Entre os riscos da cirurgia de ressecção pulmonar incluem-se o elevado risco de complicações cardiorrespiratórias^{8,9}, sendo as mais comuns a atelectasia, a pneumonia, a embolia

pulmonar, o edema pulmonar, o pneumotórax, a insuficiência respiratória (todas com repercussão negativa na função pulmonar do indivíduo), a arritmia e o enfarte agudo do miocárdio^{10,11}.

Uma avaliação pré-operatória que permita auxiliar a equipa médica na estratificação do risco cirúrgico é determinante. Destacam-se como objetivos desta avaliação: 1) Identificar doença pulmonar preexistente ou alterações funcionais; 2) Identificar a necessidade de otimizar a função pulmonar antes da cirurgia; 3) Ponderar o risco perioperatório *versus* os potenciais benefícios da cirurgia; 4) Orientar a gestão no período perioperatório; 5) Avaliar o risco de complicações cardiorrespiratórias pós-operatórias; 6) Avaliar o risco de mortalidade cirúrgica e 7) Estimar a função pulmonar pós-operatória^{12,13}.

A avaliação pré-cirúrgica inclui a realização de múltiplos exames complementares de diagnóstico, porém tendo por base o âmbito do presente artigo dar-se-á ênfase às seguintes técnicas: Provas de Função Respiratória (PFR), Prova de Marcha de 6 Minutos (6MWT) e Teste de Exercício Cardiopulmonar (CPET). Estas técnicas têm a capacidade de avaliar a tolerância do indivíduo ao *stress* induzido pela cirurgia e a sua capacidade de resistir ao período de recuperação, contribuindo por esse motivo para a classificação do risco cirúrgico em doentes candidatos a cirurgia de ressecção pulmonar¹⁴.

Definiu-se como objetivo da presente revisão de literatura esclarecer a importância dos exames complementares de diagnóstico - PFR, 6MWT e CPET - na avaliação/estratificação do risco cirúrgico em indivíduos com indicação para ressecção pulmonar devido a cancro do pulmão. No decorrer do artigo abordar-se-á individualmente a importância de cada técnica no referido contexto.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão de literatura de publicações indexadas na MEDLINE, PubMed, SciELO, Google, Google Scholar e The Cochrane Library. Foram também incluídos documentos de outras origens com reconhecido interesse para o tema estudado. Foram utilizadas como palavras-chave (individuais ou conjugadas com os Operadores Booleanos – E, OU e NÃO): cancro do pulmão, cirurgia de ressecção pulmonar, avaliação de risco cirúrgico, provas funcionais respiratórias, prova de marcha de 6 minutos e teste de exercício cardiopulmonar e seus equivalentes em inglês e espanhol.

Não foi estabelecido um intervalo de tempo para a inclusão dos artigos, de forma a haver uma maior abrangência nos resultados e um conhecimento mais aprofundado acerca da temática em estudo, optando-se por considerar os documentos que estavam disponíveis de forma livre na internet e que contivessem informação relevante para o artigo desenvolvido. Foram incluídos artigos originais de investigação, meta-análises, artigos de revisão sistemática, artigos de revisão simples de literatura, *guidelines*, capítulos de livros e documentos institucionais com conteúdo considerado relevante pelos autores. Foram obtidos 183 artigos, dos quais 62 foram excluídos por não estarem diretamente relacionados com o tema, 14 por não apresentarem uma descrição metodológica adequada, 33 por apenas estar disponível o abstract e seis por estarem redigidos noutra língua além do português, inglês ou espanhol. Para a presente revisão de literatura foram selecionados 68 artigos/documentos.

PROVAS DE FUNÇÃO RESPIRATÓRIA E AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA

As PFR estão entre os exames que se realizam no

contexto da avaliação pré-operatória de cirurgia de ressecção pulmonar, baseando-se a sua necessidade na premissa de que é necessária uma reserva respiratória mínima para tolerar a ressecção de uma determinada quantidade de unidades alvéolo-capilares¹³. Constitui um dos melhores preditores pré-operatórios de morbilidade e mortalidade pós-cirúrgica¹⁵. As PFR de candidatos a tratamento cirúrgico do cancro do pulmão devem incluir a espirometria e o estudo da capacidade de difusão. Destas técnicas derivam parâmetros de grande valia, como o volume expiratório máximo no primeiro segundo (FEV₁) e a capacidade de transferência alvéolo-capilar do monóxido de carbono (DLco)¹⁶. Ambos representam a função de diferentes compartimentos pulmonares, estando o FEV₁ principalmente associado à limitação do débito aéreo e a DLco às trocas gasosas através da membrana alvéolo-capilar.

De acordo com Megawati *et al.*, ambos os parâmetros, quando em conjunto, apresentam-se como um preditor mais significativo de morbilidade e mortalidade pós-operatórias que apenas um destes individualmente⁷. No artigo de Matheos *et al.* é afirmado que o FEV₁ e a DLco são ferramentas essenciais na avaliação pré-operatória de candidatos a cirurgia torácica. É também descrito o risco cirúrgico mediante a análise destas variáveis: a presença de um FEV₁ pré-cirurgia (basal) >80% do previsto constitui um risco aceitável para pneumectomia, um FEV₁ (basal) >70% um risco aceitável para lobectomia e um FEV₁ (basal) <60% um risco elevado para o procedimento invasivo (associado a uma maior probabilidade de complicações pós-operatórias e a uma elevada taxa de mortalidade). Relativamente à DLco, valores basais deste parâmetro <60% do previsto são considerados inadequados para grandes ressecções pulmonares, enquanto valores >70% estão associados a taxas reduzidas de complicações pós-operatórias¹⁷.

Também outras publicações fazem referência ao

risco cirúrgico mediante o FEV₁ e DLco basais. É o caso de Silva *et al.* que referem que candidatos a cirurgia de ressecção pulmonar com FEV₁ >80% e DLco >80% do previsto apresentam um risco aceitável para a intervenção, por estes *cutoff points* estarem associados a uma menor probabilidade de complicações pós-operatórias¹⁸. A investigação de Cao *et al.* evidenciou que doentes com FEV₁ (basal) ≥60% e DLco (basal) ≥50% apresentam uma taxa de complicações pós-operatórias estatisticamente inferior àqueles com FEV₁ (basal) <60% e DLco (basal) <50% (0,5% *versus* 12,9%)¹⁹. O estudo de Wang constatou que uma DLco (basal) ≥70% está associada a uma menor taxa de complicações cardiorrespiratórias comparativamente a uma DLco (basal) <70% (27% *versus* 94%)²⁰.

De acordo com Cundrle *et al.*, candidatos a ressecção pulmonar com FEV₁ e DLco dentro da normalidade têm um baixo risco de complicações pulmonares pós-operatórias (CPP), relevantes por afetarem o tempo de internamento hospitalar e os custos de saúde associados. Esta afirmação é sustentada pelos resultados deste estudo em que foi verificado que o subgrupo com FEV₁ e DLco basais ≥80% do previsto teve cerca de metade da taxa de CPP comparativamente ao subgrupo com FEV₁ e/ou DLco basais <80% (9% *versus* 19%) - p<0,05²¹.

Segundo Roungeris *et al.*, o FEV₁ e a DLco têm sido associados a riscos acrescidos de morbilidade e mortalidade após uma grande ressecção pulmonar²². O artigo de Ferguson *et al.* suporta esta afirmação, na medida em que indivíduos com FEV₁ (basal) <80% do previsto tiveram um risco acrescido de mortalidade (*hazard ratio* - HR) (FEV₁: 70-79%, HR 1,30; FEV₁: 60-69%, HR 1,59; FEV₁ <60%, HR 1,44) comparativamente àqueles com FEV₁ (basal) ≥80%. Doentes com DLco (basal) <60% do previsto também tiveram um risco acrescido de mortalidade (DLco: 70-79%, HR 1,12; DLco: 60-69%, HR 1,29; DLco <60%, 1,35) comparativamente àqueles com DLco (basal) ≥60%²³.

Liptay *et al.* examinaram o valor prognóstico do FEV₁ e da DLco em doentes com cancro do pulmão submetidos a ressecção cirúrgica e observaram que as médias de FEV₁ e DLco entre doentes que morreram de cancro e de outras causas foram significativamente distintos (p=0,0015 e p<0,0001, respetivamente). Quando a sobrevivência específica por causa de morte foi analisada simultaneamente para o FEV₁ e DLco, verificaram que o último parâmetro teve um efeito significativo na sobrevivência por outras causas de morte (HR 0,966, p<0,0001) quando ajustada para o FEV₁, contudo quando ajustado para a DLco, o FEV₁ não teve efeito significativo (p>0,05). Uma DLco <40% do previsto previu melhor que o FEV₁ a diminuição da sobrevivência por outras causas que não o cancro (p<0,0001)²⁴.

As grandes ressecções pulmonares determinam uma redução variável da função pulmonar após a cirurgia, particularmente no pós-operatório precoce. Essa redução pode ser responsável pelo aumento da morbilidade pós-cirúrgica e pela maior dificuldade na recuperação²⁵. A determinação das variáveis FEV₁ e DLco basais também fornece informações relativas à perda funcional pós-cirúrgica, tal como é demonstrado no estudo de Brunelli *et al.* pois deste derivaram os seguintes resultados: indivíduos submetidos a lobectomia com FEV₁ (basal) <70% do previsto tiveram uma menor perda percentual de FEV₁ (21,7% *versus* 29,9%; p=0,004) e de DLco (20,2% *versus* 30,8%; p=0,004) comparativamente àqueles com FEV₁ (basal) ≥70%²⁵.

Os valores de FEV₁ e DLco obtidos nas PFR pré-operatórias (basais) são também utilizados para o cálculo de valores previstos pós-operatórios (PPO). Existem dois métodos que podem ser utilizados - método anatómico e método de perfusão²⁶. Método anatómico: PPO-FEV₁ = FEV₁ (pré-operatório) x (1 - y/z), PPO-DLco = DLco (pré-operatória) x (1 - y/z), y = número de segmentos funcionais removidos; z = número total de

segmentos funcionais. Método de perfusão: $PPO-FEV_1 = FEV_1$ (pré-operatório) $\times$ (1-fração do total da perfusão dos segmentos removidos), $PPO-DLco = DLco$ (pré-operatório) $\times$ (1-fração do total da perfusão dos segmentos removidos). De acordo com Spyrtos *et al.* e Brunelli *et al.*, o FEV_1 e a $DLco$ basais e PPO devem ser determinados e calculados em todos os candidatos a cirurgia de ressecção pulmonar por estarem independentemente associados às taxas de morbilidade e mortalidade pós-cirúrgicas^{27,28}.

A American Association for Thoracic Surgery Clinical Practice Standards Committee reuniu um painel de peritos que, após uma análise sistemática da literatura, desenvolveu um documento de consenso sobre fatores de risco importantes na determinação de alto risco para lobectomia. Dos resultados do inquérito foi possível constatar que as variáveis $PPO-FEV_1$ e $PPO-DLco$ são consideradas fatores importantes neste contexto por se encontrarem em lugares cimeiros da classificação, ocupando respetivamente o terceiro e o quinto lugar²⁹.

Existem enúmeras publicações que esclarecem o papel do $PPO-FEV_1$ e $PPO-DLco$ como preditores de morbilidade e mortalidade após cirurgia de ressecção pulmonar em doentes com cancro do pulmão. Destas destacam-se os artigos de Algar *et al.*³⁰ e de Cerfolio e Bryant¹⁵. O primeiro evidenciou que indivíduos com $PPO-FEV_1$ reduzido apresentam um maior risco de desenvolvimento de CPP ($p=0,001$), tendo este parâmetro se revelado um fator de risco independente para CPP (*Odds ratio* - OR: 0,998). O segundo artigo identificou que o $PPO-FEV_1$ ($p<0,001$) e a $PPO-DLco$ ($p=0,002$) foram significativamente diferentes entre os grupos com e sem CPP. Também a análise de regressão multivariada identificou o $PPO-FEV_1$ ($p<0,001$) e o $PPO-DLco$ ($p=0,003$) como preditores independentes significativos de morbilidade respiratória^{15,30}.

Um $PPO-FEV_1$ ou $PPO-DLco <40\%$ têm sido critérios

tradicionalmente considerados como de risco elevado para cirurgia de ressecção pulmonar³¹. Os resultados reportados por Pate *et al.* revelaram que indivíduos com $PPO-FEV_1 <40\%$ tiveram mais complicações pós-operatórias que aqueles com $PPO-FEV_1 \geq 40\%$ ³². No artigo de Markos *et al.* foi descrito que o $PPO-FEV_1$ e $PPO-DLco$ são preditores de complicações pós-operatórias, incluindo morte e insuficiência respiratória. Também observaram que independentemente do tipo de cirurgia realizada um $PPO-FEV_1 \geq 40\%$ foi associado à ausência de mortalidade pós-operatória, enquanto um valor $<40\%$ foi associado a uma mortalidade de 50% ³³.

Apesar de a grande maioria da informação presente na literatura, relativa à avaliação do risco cirúrgico através das PFR, se reportar aos parâmetros FEV_1 e $DLco$, Matos e Catarino referem no seu artigo que as alterações fisiológicas próprias de qualquer ato cirúrgico irão traduzir-se em alterações funcionais respiratórias correspondentes a um padrão restritivo, que se repercute numa diminuição de 50 a 60% da capacidade vital forçada (FVC) obtida por espirometria³⁴. Indivíduos com valores reduzidos de FVC pré-operatória podem apresentar um risco acrescido de desenvolver complicações pós-operatórias, especialmente aqueles com comorbilidades associadas³⁵. De acordo com Albuquerque *et al.*, valores de FVC basal $>80\%$ do previsto são considerados aceitáveis para cirurgia, enquanto valores de FVC basal $<50\%$ estão associados a um risco elevado de complicações e a elevadas taxas de mortalidade³⁶.

Ao longo deste capítulo, pretendeu-se descrever a importância dos parâmetros derivados da espirometria, quer na sua forma basal quer na sua forma PPO, como preditores de complicações e de mortalidade na cirurgia de ressecção pulmonar por cancro do pulmão - Tabela 1.

PROVA DE MARCHA DE 6 MINUTOS E AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA

Após a realização das PFR, pode haver a necessidade de avaliações complementares para uma melhor caracterização do risco pré-operatório, de forma a garantir que, mesmo indivíduos com valores reduzidos de FEV₁ e/ou DLco, possam realizar técnicas cujos resultados aumentem a probabilidade de elegibilidade para cirurgia. Exemplos dessas técnicas são a 6MWT e o CPET, que geralmente estão recomendados em casos selecionados quando os resultados das PFR não são totalmente esclarecedores para a caracterização do risco cirúrgico³⁷.

A 6MWT é um teste de exercício submáximo, que fornece uma avaliação de todos os sistemas envolvidos no exercício, incluindo o sistema cardiopulmonar e os músculos periféricos. Permite a determinação objetiva da capacidade funcional de cada indivíduo, e como a marcha é uma atividade de rotina e a intensidade é definida pelo doente, é geralmente bem tolerada e pode ser facilmente realizada no período pré-operatório^{38,39}. Por este motivo, apresenta-se como uma ferramenta importante de prognóstico no contexto cirúrgico, por determinar a capacidade do organismo responder e se adaptar ao *stress* fisiológico induzido pelo procedimento. Doentes com boa capacidade funcional têm menor risco de complicações pós-operatórias, menos tempo de internamento hospitalar e taxas mais baixas de mortalidade⁴⁰.

A 6MWT não é um exame *gold standard* para estratificação do risco cirúrgico, porém a sua realização é ponderada aquando da falta de disponibilidade/acessibilidade ao CPET. Apesar de ser um exame simples de avaliação da capacidade funcional, os seus resultados estão correlacionados com os obtidos pelo CPET, pois doentes com menor capacidade de exercício, ou seja, menor distância percorrida na 6MWT (dp6MWT) manifestam uma

redução significativa no consumo de oxigénio no pico do esforço (VO₂peak) - principal parâmetro para estratificação do risco cirúrgico^{41,42}. O facto de a dp6MWT estar associada a esta variável, torna-a um parâmetro valorizável neste tipo de avaliação^{41,42}. Segundo Morales-Blanchir *et al.*, a 6MWT tem uma elevada utilidade na avaliação pré-operatória e pós-operatória de indivíduos submetidos a transplante pulmonar, ressecção pulmonar e cirurgia de redução de volume pulmonar⁴³.

A dp6MWT, quando aliada aos fatores idade, peso e resultado das PFR, é incluída em equações que permitem estimar o VO₂peak de forma mais aproximada possível ao real medido pelo CPET. Sobretudo em indivíduos com doenças cardiorrespiratórias, o VO₂peak calculado indiretamente pela 6MWT não difere significativamente do VO₂peak obtido no CPET, o que torna a 6MWT uma ferramenta simples, acessível e valorizável na avaliação da capacidade cardiorrespiratória e inerentemente na avaliação do risco cirúrgico⁴⁴. No artigo de Sinclair *et al.* está descrito que indivíduos com dp6MWT >563 metros não necessitam efetuar o CPET, sendo a determinação da dp6MWT suficiente para a estratificação de risco⁴⁵. Todavia, aqueles com dp6MWT <427 metros devem necessariamente executar o CPET. A avaliação de doentes com 427 ≤ dp6MWT ≤ 563, é mais complexa havendo a obrigatoriedade de considerar outros fatores para decidir se é ou não fundamental a realização do CPET⁴⁵.

De acordo com a literatura, indivíduos com maior dp6MWT apresentam uma menor probabilidade de desenvolver complicações pós-operatórias, comparativamente àqueles com menor distância alcançada^{38,46}. Segundo Keeratichananont *et al.*, dp6MWT <300 metros estão associadas a um risco elevado de mortalidade e internamento hospitalar pós-operatório prolongado, enquanto dp6MWT ≥300 metros estão associadas a uma menor

probabilidade de ocorrência de complicações³⁸. Considerando o artigo de Shulman *et al.*, indivíduos com dp6MWT <370 metros possuem uma probabilidade superior a 20% de desenvolver algum tipo de incapacidade⁴¹.

Os estudos de Redwan e Bölükbas e de Derdiyok *et al.*, que incluíram nas suas amostras indivíduos submetidos a ressecção pulmonar devido a cancro do pulmão constataram, respetivamente, que dp6MWT <450 metros e <300 metros estão associadas a uma maior probabilidade de desenvolvimento de pneumonia pós-operatória^{47,48}. Agnew refere no seu artigo que uma dp6MWT <200 metros é preditora de elevada mortalidade nos 6 meses após a cirurgia⁴⁹.

Santos *et al.* no seu estudo dividiram a amostra de indivíduos que realizaram cirurgia de ressecção pulmonar em dois grupos: com e sem CPP. Mais de metade (57%) dos doentes desenvolveram CPP, tendo a 6MWT sido significativamente associada à probabilidade de CPP (OR: 22, p=0,01). A distância percorrida pelo grupo sem CPP foi de 80% do valor previsto, enquanto o grupo com CPP teve uma média inferior a 70% (p=0,03). Os autores concluíram que a 6MWT é um teste fácil, seguro e viável para a avaliação pré-operatória de rotina em cirurgia torácica por ter a capacidade de identificar doentes com maior probabilidade de desenvolver CPP³⁹.

A valorização da dp6MWT para avaliação do risco cirúrgico em cirurgia torácica não é consensual. Saad *et al.* desenvolveram um estudo cujo objetivo foi avaliar a dp6MWT pré-operatória de indivíduos com cancro do pulmão e a sua correlação com o surgimento de complicações pós-operatórias. Através dos resultados constataram a inexistência de relação entre a dp6MWT e as complicações decorrentes da cirurgia, pois grande parte destas são causadas por distúrbios mecânicos da parede torácica e alterações musculares respiratórias⁵⁰.

Como foi evidenciado anteriormente, a dp6MWT é a principal variável considerada para auxiliar na caracterização do risco cirúrgico. Todavia, derivam desta técnica outros parâmetros que complementam essa avaliação, tais como a saturação percutânea mínima de oxigénio (SpO₂ mínima), a variação entre a saturação máxima e mínima de oxigénio (Δ SpO₂) e o produto entre a distância percorrida e a saturação mínima de oxigénio - SpO₂ (DSP). O parâmetro menos reconhecido para esta finalidade é o DSP; no entanto, desde a publicação do *American Thoracic Society Statement* sobre a 6MWT, novos dados sobre a utilidade deste exame foram publicados e novos índices derivados da dessaturação foram propostos, nomeadamente o DSP. Teoricamente esta variável identifica o compromisso funcional global em candidatos a ressecção pulmonar com reservas ventilatórias diminuídas, sendo potencialmente um marcador útil de risco de complicações cardiorrespiratórias⁵¹.

Na investigação de Wesolowski *et al.*, foram estudados 555 indivíduos com PPO-FEV₁ e/ou PPO-DLco $\leq$ 60%, que realizaram 6MWT na avaliação pré-operatória. Foram consideradas variáveis de interesse para caracterização do risco cirúrgico a dp6MWT e a DSP. Um total de 363 doentes com PPO's <60% e uma dp6MWT $\geq$ 400 metros ou DSP $\geq$ 350 metros% tiveram uma menor taxa de complicações cardiopulmonares que aqueles com distâncias percorridas mais curtas ou DSP mais baixos (OR: 0,53 e 0,47, respetivamente). Resultados similares foram observados em indivíduos com PPO's <40% (OR: 0,33 e 0,25, respetivamente)⁵¹.

Na investigação de Nakagawa *et al.* consideraram como variáveis de interesse da 6MWT a SpO₂ e a Δ SpO₂, tendo os resultados revelado que o grupo com SpO₂ $\leq$ 91% e Δ SpO₂ $\geq$ 4% apresentaram um maior risco de mortalidade que o grupo com SpO₂ >91% e Δ SpO₂ <4%. Porém estas diferenças não tiveram significado estatístico (p>0,05), tendo os

autores justificado este resultado devido à reduzida dimensão da amostra (n=51)⁵².

O reconhecimento de variáveis de saturação de oxigénio na 6MWT não é consensual. Segundo Varela *et al.*, a dessaturação durante a 6MWT pré-operatória não adiciona informações relevantes para prever o risco de complicações por esta não se encontrar relacionada com as complicações após a cirurgia de ressecção pulmonar⁵³. Outro artigo que corrobora o anterior é o de Colice *et al.* em que é referido que a dessaturação de oxigénio durante o teste de exercício não está claramente associada a um risco aumentado de complicações perioperatórias⁶.

Segundo a revisão de literatura considerada para a construção do artigo, verificou-se uma substancial heterogeneidade relativamente à contribuição das variáveis medidas na 6MWT na predição de complicações pós-operatórias – Tabela 2.

TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR E AVALIAÇÃO PRÉ- OPERATÓRIA

O CPET integra o conjunto de exames complementares de diagnóstico aos quais os candidatos a cirurgia torácica podem ser submetidos para estratificação do risco cirúrgico⁵⁴⁻⁵⁷. Segundo o documento *Clinical consensus on preoperative pulmonary function assessment in patients undergoing pulmonary resection*, publicado em 2019, é recomendada a realização do CPET em candidatos que apresentam nas PFR pré-operatórias valores que apontem para a necessidade de efetuar exames complementares para avaliação do risco cirúrgico⁵⁸.

O CPET é um exame dinâmico que permite a análise integrada do funcionamento de órgãos e sistemas,

nomeadamente o respiratório, cardiovascular, metabólico e músculo-esquelético, pelo que constitui um recurso de excelência para a gestão operatória^{54,59}. Destaca-se neste contexto o seu contributo relativamente à estratificação do risco cirúrgico, à seleção de candidatos, à orientação do tipo de intervenção a realizar, à formulação de estratégias terapêuticas personalizadas e ao suporte de decisões clínicas pelos profissionais de saúde^{56,57}.

O objetivo do CPET, no contexto de avaliação pré-operatória de cirurgia de ressecção pulmonar, consiste em sobrecarregar os sistemas de fornecimento de oxigénio cardiopulmonar/sistémico e estimar a reserva fisiológica que pode estar disponível após a cirurgia. Indivíduos que não conseguem lograr um desempenho satisfatório no CPET podem ter uma incapacidade semelhante em resposta ao *stress* cirúrgico ou a acontecimentos pós-operatórios adversos^{14,37}.

O principal parâmetro para avaliação do risco cirúrgico através do CPET é o VO_2 peak, medida que avalia o volume máximo de oxigénio que o organismo consome durante um esforço máximo, indicador direto da eficiência do sistema cardiorrespiratório e muscular na produção de energia. No contexto cirúrgico, o VO_2 peak é particularmente útil para prever complicações pós-operatórias, uma vez que valores reduzidos estão associados a um risco elevado de eventos adversos, especialmente em cirurgias de grande porte e na presença de doenças crónicas^{20,49,54,60}.

Outras variáveis, também derivadas do CPET, têm assumido uma relevância crescente neste tipo de avaliação. A relação entre a ventilação e a produção de dióxido de carbono (VE/VCO_2 - equivalente ventilatório para o dióxido de carbono) fornece informações sobre a eficiência ventilatória, estando valores elevados desta variável (ineficiência ventilatória) associados a maior probabilidade de complicações pós-operatórias, especialmente em cirurgias de grande porte. O consumo de oxigénio no

limiar anaeróbio (VO_2AT) constitui um indicador da capacidade funcional do indivíduo e da sua aptidão para tolerar o *stress* induzido pela cirurgia; valores reduzidos estão associados a maior risco de complicações pós-operatórias^{20,49,54}.

Considerando o VO_2peak , é possível uma estratificação objetiva do risco cirúrgico: 1) indivíduos com $VO_2peak \geq 20$ ml/kg/min são categorizados como baixo risco para intervenções major como pneumectomia; 2) com $15 \leq VO_2peak < 20$ ml/kg/min são categorizados como risco intermédio (casos que requerem cautela na abordagem cirúrgica, e se necessário, intervenções pré-operatórias para melhorar a condição funcional do doente) e 3) com $VO_2peak \leq 10$ ml/kg/min são categorizados como risco elevado para cirurgias como resseções pulmonares anatómicas (alertando para a necessidade de redirecionar o plano terapêutico - terapêutica oncológica ou paliativa)⁵⁴. Relativamente à relação VE/VCO_2 , indivíduos: 1) com $VE/VCO_2 \leq 30$ são categorizados como baixo risco, indicando uma menor probabilidade de complicações decorrentes das intervenções cirúrgicas; 2) com $30 < VE/VCO_2 \leq 41$ são categorizados como risco intermédio exigindo uma maior atenção na abordagem cirúrgica e, se necessário, a implementação de medidas pré-operatórias para otimizar as condições do doente e 3) com $VE/VCO_2 > 41$ são categorizados como risco elevado alertando para a necessidade de reavaliar cuidadosamente o plano terapêutico e considerar alternativas menos invasivas ou estratégias paliativas devido à maior probabilidade de complicações associadas a uma ventilação menos eficiente⁶¹.

Considerando o VO_2AT , doentes: 1) com $VO_2AT \geq 14$ ml/kg/min são categorizados como baixo risco para qualquer tipo de intervenção cirúrgica; 2) com $14 > VO_2AT \geq 11$ ml/kg/min são também categorizados como baixo risco, porém poderá ser necessária uma monitorização adicional e em alguns casos, adaptações no plano cirúrgico ou terapêutico;

3) com $VO_2AT < 11$ ml/kg/min são categorizados como risco moderado, alertando para a necessidade de uma maior cautela durante a abordagem cirúrgica e, se necessário, intervenções pré-operatórias para otimização da condição funcional e 4) com $VO_2AT < 8$ ml/kg/min, são categorizados como risco elevado, indicando a necessidade de redirecionar o plano terapêutico considerando alternativas como terapêuticas oncológicas ou cuidados paliativos⁶².

Existem na literatura várias publicações que se dedicaram a estudar o contributo do VO_2peak e da relação VE/VCO_2 na avaliação pré-operatória de cirurgia de resseção pulmonar por cancro do pulmão. Alguns desses estudos serão apresentados seguidamente.

A propósito do VO_2peak , Brunelli *et al.* desenvolveram uma investigação cujo objetivo foi avaliar qual o valor prognóstico deste parâmetro em doentes com cancro do pulmão. Os resultados revelaram que um $VO_2peak < 60\%$ do previsto está associado a uma sobrevivência significativamente reduzida, independentemente de outros fatores ajustados numa análise multivariável, com taxas de mortalidade específica e não oncológica duas a três vezes superiores⁵⁹. Loewen *et al.* conduziram um estudo em que observaram que 53% dos óbitos ocorreram em indivíduos com um $VO_2peak < 60\%$ do previsto e 66% naqueles com $VO_2peak \leq 15$ ml/kg/min, o que reforça a associação entre valores baixos de VO_2peak e piores desfechos cirúrgicos⁶³.

Relativamente à relação VE/VCO_2 , a investigação de Cundrle *et al.*, já reportada anteriormente, identificou que o grupo com CPP apresentava uma relação VE/VCO_2 estatisticamente superior à observada no grupo sem CPP (31,1 *versus* 28,0; $p=0,016$). A análise multivariada mostrou associação entre a relação VE/VCO_2 e CPP (OR: 1,116; $p=0,03$)²¹. Na investigação de Brunelli *et al.*, foi relatado que indivíduos com uma relação VE/VCO_2 mais elevada apresentaram um risco três vezes superior de CPP e

uma taxa de mortalidade 12 vezes superior comparativamente àqueles com valores mais baixos desse parâmetro⁶⁴. Resultados distintos foram obtidos no estudo de Bédard *et al.*, pois não foi evidenciada associação entre uma relação VE/VCO₂ >35 e menor sobrevida quando ajustada para causas relacionadas com o cancro⁶⁵.

Arbee-Kalidas *et al.* publicaram uma revisão sistemática e uma meta-análise com o objetivo de investigar as associações entre o CPET pré-operatório e os resultados pós-operatórios em doentes submetidos a cirurgia de ressecção pulmonar por cancro do pulmão. Destacam-se como resultados referentes ao VO₂peak: 1) Valores superiores de VO₂peak em valor absoluto e em percentagem do previsto estão significativamente associados a menor risco de mortalidade e a menos complicações; 2) Um *cutoff point* VO₂peak >15 ml/kg/min evidenciou uma probabilidade reduzida de mortalidade, mas não a diminuição de morbilidade pós-operatória. E como resultados relativos à relação VE/VCO₂: 1) Não se verificou qualquer relação entre o VE/VCO₂ e a mortalidade; no entanto doentes sem complicações pré-operatórias apresentaram uma relação VE/VCO₂ inferior; 2) Não se verificou correlação do VE/VCO₂ com a morbilidade e a mortalidade pós-operatória⁴⁰.

Não foram encontrados na pesquisa bibliográfica artigos originais de investigação, disponíveis de forma livre na Internet, que tenham analisado a relação entre o VO₂AT e a morbilidade e mortalidade pós-cirúrgica em indivíduos submetidos a ressecção pulmonar por cancro do pulmão. Por essa razão, não se obtiveram para este parâmetro, valores objetivos derivados de uma amostra específica de indivíduos, à semelhança do que foi possível para as variáveis VO₂peak e VE/VCO₂. O que representa uma limitação do presente artigo.

As informações acerca da contribuição do CPET para

a estratificação do risco cirúrgico foram sintetizadas na Tabela 3.

Tal como foi possível constatar pela informação anteriormente exposta, existe na literatura, proveniente de várias tipologias de investigação, resultados que contribuem para esclarecer o papel das variáveis provenientes das referidas técnicas para a caracterização do risco cirúrgico. A contribuição das PFR (basais e PPO) e do CPET para a avaliação de risco de ressecção pulmonar está bem estabelecida e foi incorporada em *guidelines* internacionais Europeias e Norte Americanas:

- *European Respiratory Society / European Society of Thoracic Surgeons (ERS/ESTS) - Clinical guidelines on fitness for radical therapy in cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy)*³⁷, publicado no *European Respiratory Journal* em 2009.

- *British Thoracic Society (BTS) - Guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery*⁶⁶ publicado no *Thorax* em 2001 e a sua atualização *Guidelines on the radical management of patients with lung cancer*⁶⁷ publicada na mesma revista em 2010.

- *American College of Chest Physicians (ACCP) - Physiologic Evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery*⁶ publicado no *Chest* em 2007 e a sua atualização⁶⁸ publicada no mesmo Jornal em 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações apresentadas ao longo do artigo, é possível concluir que as PFR, a 6MWT e o CPET assumem um papel preponderante na avaliação/estratificação do risco cirúrgico em doentes candidatos a cirurgia de ressecção pulmonar. Parâmetros derivados destas técnicas, nomeadamente FEV₁, DLco, dp6MWT, SpO₂, VO₂peak, VE/VCO₂ e VO₂AT são fortes preditores de complicações pulmonares pós-cirúrgicas, o que torna fundamental a sua determinação e

valorização no contexto da avaliação pré-operatória.

REFERÊNCIAS

1. European cancer inequalities registry. Perfil sobre cancro por país - 2023. Comissão Europeia e Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2023. Disponível em: https://www.oecd.org/pt/publications/2023/02/eu-country-cancer-profile-portugal-2023_590cac0d.html
2. Ha D, Mazzone PJ, Ries A, Malhotra A, Fuster M. The utility of exercise testing in patients with lung cancer. *J Thorac Oncol*. 2016;11(9):1397-1410. <https://doi.org/10.1016/j.jtho.2016.04.021>
3. American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167(2):211-277. <https://doi.org/10.1164/rccm.167.2.211>
4. Burke JR, Duarte IG, Thourani VH, Miller J.Jr. Preoperative risk assessment for marginal patients requiring pulmonary resection. *Ann Thorac Surg*. 2003;76(2):1767-1773. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(03\)00650-7](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(03)00650-7)
5. Poonyagariyagorn H, Mazzone P. Lung cancer: preoperative pulmonary evaluation of lung resection candidate. *Semin Respir Crit Care Med*. 2008;29(3):271-84. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1076747>
6. Colice GL, Shafazand S, Griffin JP, Keenan R, Bolliger CT. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: ACCP evidenced-based clinical practice guidelines (2nd edition). *Chest*. 2007;132(3 Suppl):161S-77S. <https://doi.org/10.1378/chest.07-1359>
7. Megawati D, Rasmin M, Antariksa B, Yunus F. Preoperative assessment prior to lung resection: how to eliminate the risk. *Respir Sci*. 2022;2(3):175-185. <https://doi.org/10.36497/respirsci.v2i3.48>
8. Hamilton C, Alfille P, Mountjoy J, Bao X. Regional anesthesia and acute perioperative pain management in thoracic surgery: a narrative review. *J Thorac Dis*. 2022;14(6):2276-2296. <https://doi.org/10.21037/jtd-21-1740>
9. Degani-Costa L, Faresin S, Falcão L. Preoperative evaluation of the patient with pulmonary disease. *Braz J Anesthesiol*. 2014;64(1):22-34. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2012.11.002>
10. Marseu K, Slinger P. Perioperative lung protection. *Korean J of Anesthesiol*. 2017;70(3):239. <https://doi.org/10.4097/kjae.2017.70.3.239>
11. Asakura K. Predictor of cardiopulmonary complication after pulmonary resection. *J Thorac Dis*. 2019;11(Suppl 3):S404-S407. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.11.119>
12. Culver B. Preoperative assessment of the thoracic surgery patient: pulmonary function testing. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;13(2):92-104. <https://doi.org/10.1053/stcs.2001.25041>
13. Blanch A, Costescu F, Slinger P. Preoperative evaluation for lung resection surgery. *Curr Anesthesiol Rep*. 2020;10:176-184. <https://doi.org/10.1007/s40140-020-00376-8>
14. Kallianos A, Rapti A, Tsimpoukis S, et al. Cardiopulmonary exercise testing (CPET) as preoperative test before lung resection. *In Vivo*. 2014;28(6):1013-1020.
15. Cerfolio RJ, Bryant AS. Different diffusing capacity of the lung for carbon monoxide as predictors of respiratory morbidity. *Ann Thorac Surg*. 2009;88(2):405-410. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.04.015>
16. Bedin D, Izbicki M, Faresin SM. A utilização dos testes de função pulmonar na avaliação pré-operatória. *Pulmão RJ*. 2015;24(1):49-55.
17. Matheos T, Ram L, Canelli R. Preoperative evaluation for thoracic surgery. *Thorac Surg Clin*. 2020;30(3):241-247. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2020.04.003>
18. Silva DR, Baglio PT, Gazzana MB, Barreto S. Avaliação pulmonar e prevenção das complicações respiratórias perioperatórias. *Rev Bras Clin Med*. 2009;7:114-23.
19. Cao C, Louie B, Melfi F, et al. Impact of pulmonary function on pulmonary complications after robotic-assisted thoracoscopic lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2020;57(2):338-342. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezz205>
20. Wang J, Olak J, Ferguson MK. Relationship of carbon monoxide pulmonary diffusing capacity to postoperative cardiopulmonary complications in patients undergoing pneumonectomy. *Kaohsiung J Med Sci*. 2003;19(9):437-46. [https://doi.org/10.1016/S1607-551X\(09\)70488-7](https://doi.org/10.1016/S1607-551X(09)70488-7)
21. Cundrle I, Merta Z, Bratova M, et al. The risk of post-operative pulmonary complications in lung resection candidates with normal forced expiratory volume in 1 second and diffusing capacity of the lung for carbon monoxide: a prospective multicenter study. *ERJ Open Res*. 2023;9:00421-2022. <https://doi.org/10.1183/23120541.00421-2022>
22. Roungeris L, Devadze G, Talliou C, Griva P. Prediction of postoperative complications after major lung resection: a literature review. *Anesth Res*. 2024;1:146-156. <https://doi.org/10.3390/anesthres1020014>
23. Ferguson M, Dignam J, Siddique J, Vigneswaran W, Celauro A. Diffusing capacity predicts long-term survival after lung resection for cancer. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012;41:e81-6. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs049>
24. Liptay M, Basu S, Hoaglin M, et al. Diffusion lung capacity for carbon monoxide is an independent prognostic factor for long-term survival after curative lung resection for

- cancer. J Surg Oncol. 2009;100(8):703-707. <https://doi.org/10.1002/jso.21407>
25. Brunelli A, Sabbatini A, Xium F, et al. A model to predict the decline of forced expiratory volume in one second and the carbon monoxide lung diffusion capacity early after major lung resection. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2005;4(1):61-65. <https://doi.org/10.1510/icvts.2004.096347>
26. Roy P. Preoperative pulmonary evaluation for lung resection. J Anaesthesiol Clin Pharmacol. 2018;34(3):296-300. https://doi.org/10.4103/joacp.JOACP_89_17
27. Spyrtatos D, Zarogoulidis P, Porpodis K, et al. Preoperative evaluation for lung cancer resection. J Thorac Dis. 2014;6 Suppl 1:S162-6. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2014.03.06>
28. Brunelli A, Postmus P. Surgical management of lung cancer - preoperative functional evaluation of the surgical candidate. In: International Association for the Lung Cancer (IASLC) thoracic oncology, second edition. Florida: Editorial Rx Press North Fort Myers. 2016. Chapter 26, section VII.
29. Pennathur A, Brunelli A, et al. Definition and assessment of high risk in patients considered for lobectomy for stage I non-small cell lung cancer: the American association for thoracic surgery expert panel consensus document. J Thorac Cardiovasc Surg. 2021;162(6):1605-16-18e6. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2021.07.030>
30. Algar F, Alvarez A, Salvatierra A, Baamonde C, Aranda J, López-Pujol F. Predicting pulmonary complications after pneumonectomy for lung cancer. Eur J Cardiothorac Surg. 2003;23:201-208. [https://doi.org/10.1016/s1010-7940\(02\)00719-4](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(02)00719-4)
31. Burke J, Duarte J, Thourani V, Miller J. Preoperative risk assessment for marginal patients requiring pulmonary resection. Ann Thorac Surg. 2003;76:1767-1773. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(03\)00650-7](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(03)00650-7)
32. Pate P, Tenholder M, Griffin J, Eastridge C, Weiman D. Preoperative assessment of the high-risk patient for lung resection. Ann Thorac Surg. 1996;61:1494-500. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(96\)00087-2](https://doi.org/10.1016/0003-4975(96)00087-2)
33. Markos J, Mullan B, Hillman D, et al. Preoperative assessment as a predictor of mortality and morbidity after lung resection. Am Rev Respir Dis. 1989;139(4):902-910. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/139.4.902>
34. Matos M, Catarino A. Avaliação funcional respiratória pré-operatória. Rev Port Pneumol. 2005;3(1):S87-S97. [https://doi.org/10.1016/S0873-2159\(15\)30535-3](https://doi.org/10.1016/S0873-2159(15)30535-3)
35. Ramadan M, Attaya W, Mohammed W, Farag E. Risk factors of prolonged air leak following thoracic surgery: a single-center observational study. Egypt J Hosp Med. 2024;94:9-13.
36. Albuquerque A, Berton D, Campos E, et al. Novas recomendações de espirometria da sociedade brasileira de pneumologia e fisiologia - Atualização 2024. J Bras Pneumol. 2024;50(6):1-15. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20240169>
37. Brunelli A, Charloux A, Bolliger C, et al. European Respiratory Society (ERS)/European Society of Thoracic Surgeons (ESTS) clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy). Eur Respir J. 2009;34:17-41. <https://doi.org/10.1183/09031936.00184308>
38. Keeratchananont W, Thanadetsuntorn C, Keeratchananont S. Value of preoperative 6-minute walk test for predicting postoperative pulmonary complications. Ther Adv Respir Dis. 2016;10(1):18-25. <https://doi.org/10.1177/1753465815615509>
39. Santos B, Souza H, Miranda A, Cipriano F, Gastaldi A. Performance in the 6-minute walk test and postoperative pulmonary complications in pulmonary surgery: an observational study. Braz J of Phys Ther. 2016;20(1):66-72. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0119>
40. Arbee-Kalidas N, Purbhoo K. Preoperative assessment of functional capacity. General Anaesthesia. 2024;Tutorial 516:1-6.
41. Shulman A, Cuthbertson B, Wijesundera D, et al. Using the 6-minute walk test to predict disability-free survival after major surgery. Br J Anaesth. 2019;122(1):111-119. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.08.016>
42. Towe C, Wu K, Khil A, et al. Desaturation during six-minute walk testing predicts major morbidity following anatomic lung resection among patients with COPD. Healthcare (Basel). 2019;7(1):16. <https://doi.org/10.3390/healthcare7010016>
43. Morales-Blanhir J, Vidal C, Romero M, Castro M, Villegas A, Zamboni M. Teste de caminhada de seis minutos: uma ferramenta valiosa na avaliação do comprometimento pulmonar. J Bras Pneumol. 2011;37(1):110-117. <https://doi.org/10.1590/s1806-37132011000100016>
44. Cahalin L, Pappagianopoulos P, Prevost S, Wain J, Ginns L. The relationship of the 6-minute walk test to maximal oxygen consumption in transplant candidates with end-stage lung disease. Chest. 1995;108(2):452-459. <https://doi.org/10.1378/chest.108.2.452>
45. Sinclair R, Batterham A, Davies S, Cawthorn L, Danjoux G. Validity of the 6 min walk test in prediction of the anaerobic threshold before major non-cardiac surgery. Br J Anaesth. 2012;108(1):30-35. <https://doi.org/10.1093/bja/aer322>
46. Ambrozín A. Complicações pós-operatórias em cirurgia torácica relacionadas aos índices e testes preditores de risco cirúrgico pré-operatórios. 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/bb27d6c4-2960-48c7-bfe7-828b12e9aa6/content>
47. Redwan B, Bölükbas S. The correlation of preoperative six-minute walk distance and postoperative pneumonia after lung resection. J Thorac Dis. 2019;11(1):17-18. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.11.83>

48. Derdiyok O, Temel U, Arslan B, Karadayi S, Ozyertkan MO. The role of pre-operative 6-minute walk test in predicting the risk of early pneumonia after operation. *Sisli Etfal Hastan Tip Bul.* 2024;58(4):437-441. <https://doi.org/10.14744/SEMB.2024.34341>
49. Agnew N. Preoperative cardiopulmonary exercise testing. *BJA Educ.* 2010;10(2):33-37. <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkq001>
50. Saad IAB, Barusso M, Gonçalves CS, Melo B. Avaliação da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos e atendimentos em fisioterapia nos pacientes submetidos a cirurgia torácica por neoplasia pulmonar. *Unopar Cient Cienc Biol Saude.* 2013;15(2):105-109.
51. Wesolowski S, Orlowski T, Kram M. The 6-min walk test in the functional evaluation of patients with lung cancer qualified for lobectomy. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2020;30(4):559-564. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivz313>
52. Nakagawa T, Chiba N, Saito M, Sakaguchi Y, Ishikawa S. Clinical relevance of decreased oxygen saturation during 6-min walk test in preoperative physiologic assessment for lung cancer surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;62:620-626. <https://doi.org/10.1007/s11748-014-0413-y>
53. Varela G, Cordovilla R, Jiménez MF, Novoa N. Utility of standardized exercise oximetry to predict cardiopulmonary morbidity after lung resection. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001;19(3): 351-354. [https://doi.org/10.1016/s1010-7940\(01\)00570-x](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(01)00570-x)
54. Pele IC, Mihaltan FD. Cardiopulmonary exercise testing in thoracic surgery. *Pneumologia.* 2020; 69:3-10. <https://doi.org/10.2478/pneum-2020-0001>
55. Ozova M, Chomakhidze P, Poltavskaya M, et al. Cardiopulmonary exercise testing for cardiovascular risk assessment in patients undergoing gastric and oesophageal cancer surgery: results from a prospective interventional cohort study. *Open Heart.* 2022;9(2):e001932. <https://doi.org/10.1136/openhrt-2021-001932>
56. American Thoracic Society. Cardiopulmonary exercise testing (CPET) – patient education – Information series. Disponível em: <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/resources/cpet.pdf>
57. Levett DZH, Jack S, Swart M, et al. Perioperative cardiopulmonary exercise testing (CPET): consensus clinical guidelines on indications, organization, conduct, and physiological interpretation. *Br J Anaesth.* 2018;120(3):484-500. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.10.020>
58. Jiang G, Zhang L, Zhu Y, et al. Clinical consensus on preoperative pulmonary function assessment in patients undergoing pulmonary resection (first edition). *Curr Chall Thorac Surg.* 2019;1:7. <https://doi.org/10.21037/ccts.2019.06.01>
59. Brunelli A, Pompili C, Salati M, et al. Preoperative maximum oxygen consumption is associated with prognosis after pulmonary resection in stage I non-small cell lung cancer. *Ann Thorac Surg.* 2014;98(1):238-242. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.04.029>
60. Chouinard G, Roy PM, Blais M, et al. Exercise testing and postoperative complications after minimally invasive lung resection: a cohort study. *Front Physiol.* 2022;13:951460. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.951460>
61. Kristenson K, Hylander J, Boros M, Hedman K. VE/VCO2 slope threshold optimization for preoperative evaluation in lung cancer surgery: identifying true high- and low-risk groups. *J Thorac Dis.* 2024;16(1):123-132. <https://doi.org/10.21037/jtd-23-1292>
62. Godoy D. Tópicos de atualização em cirurgia torácica. capítulo: A avaliação clínica do risco cirúrgico. Sociedade Brasileira de Cirurgia Torácica. Disponível em: https://www.sbct.com.br/Livro-Virtual/01/03%20a_avaliacao_clinica_risco_cirurgico.pdf
63. Loewen GM, Watson D, Kohman L, et al. Preoperative exercise VO2 measurement for lung resection candidates: results of Cancer and Leukemia Group B Protocol 9238. *J Thorac Oncol.* 2007;2(7):619-625. <https://doi.org/10.1097/JTO.0b013e318074bba7>
64. Brunelli A, Belardinelli R, Pompili C, et al. Minute ventilation-to-carbon dioxide output (VE/VCO2) slope is the strongest predictor of respiratory complications and death after pulmonary resection. *Ann Thorac Surg.* 2012;93(6):1802-1806. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.03.022>
65. Bédar B, Koliakos E, Demarchi MS, et al. Ventilatory efficiency slope is associated with cardiopulmonary complications after thoracoscopic anatomical lung resection. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2022;35(1):1-8. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivac039>
66. British Thoracic Society and Society of Cardiothoracic Surgeons of Great Britain and Ireland Working Party. BTS guidelines - guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery. *Thorax.* 2001;56(2):89-108. <https://doi.org/10.1136/thorax.56.2.89>
67. Lim E, Baldwin D, Beckles M, et al. Guidelines on the radical management of patients with lung cancer (update of the 2001 guidelines). *Thorax.* 2010;65 Suppl 3:iii1-27. <https://doi.org/10.1136/thx.2010.145938>
68. Brunelli A, Kim AW, Berger KI, Addrizzo-Harris D. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery - diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2013;143:5. <https://doi.org/10.1378/chest.12-2395>

Tabela 1 – FEV₁ e DLco (basais e PPO) e FVC como preditores de morbidade e mortalidade na cirurgia de ressecção pulmonar

AUTOR	PUBLICAÇÃO	ANO	TIPO DE ARTIGO	RESULTADOS
Cundrle <i>et al.</i> ²¹	<i>European Respiratory Journal</i>	2023	Original	FEV₁ (basal) ≥ 80% e DLco (basal) ≥ 80% ↓ Taxas de CPP
Cao <i>et al.</i> ¹⁹	<i>European Journal of Cardio-thoracic Surgery</i>	2020	Original	FEV₁ (basal) ≥ 60% e DLco (basal) ≥ 50% ↓ Taxas de complicações pós-operatórias
Matheos <i>et al.</i> ¹⁷	<i>Thoracic Surgery Clinics</i>	2020	Revisão de literatura	FEV₁ (basal) > 80% Risco aceitável para pneumectomia FEV₁ (basal) > 70% Risco aceitável para lobectomia FEV₁ (basal) < 60% Risco elevado para cirurgia ↑ Taxas de complicações pós-operatórias DLco (basal) > 70% ↓ Taxas de complicações pós-operatórias DLco (basal) < 60% Inadequado para grandes ressecções pulmonares
Ferguson <i>et al.</i> ²³	<i>European Journal of Cardio-thoracic Surgery</i>	2012	Original	FEV₁ (basal) < 80% e DLco (basal) < 60% ↑ Risco de mortalidade pós-operatória
Silva <i>et al.</i> ¹⁸	Revista Brasileira de Clínica Médica	2009	Revisão de literatura	FEV₁ (basal) > 80% e DLco (basal) > 60% Risco aceitável para cirurgia ↓ Taxas de complicações pós-operatórias
Liptay <i>et al.</i> ²⁴	<i>Journal of Surgical Oncology</i>	2009	Original	DLco (basal) < 40% ↓ Sobrevida pós-operatória por outras causas que não cancro do pulmão
Wang ²⁰	<i>Kaohsiung Journal of Medical Sciences</i>	2003	Original	DLco (basal) ≥ 70% ↓ Taxas de complicações cardiorrespiratórias

Qual a contribuição das provas funcionais respiratórias, prova de marcha de 6 minutos e teste de exercício cardiopulmonar na avaliação pré-operatória de cirurgia de resseção pulmonar?

Cerfolio e Bryant ¹⁵	<i>The Annals of Thoracic Surgery</i>	2009	Original	PPO-FEV₁ e PPO-DLco Preditores independentes de morbilidade respiratória
Algar et al. ³⁰	<i>European Journal of Cardio-thoracic Surgery</i>	2003	Original	↓ PPO-FEV₁ ↑ Risco de complicações CPP Fator de risco independente para CPP
Pate et al. ³²	<i>The Annals of Thoracic Surgery</i>	1996	Original	PPO-FEV₁<40% ↑ Taxas de complicações pós-operatórias
Markos et al. ³³	<i>American Review of Respiratory Disease</i>	1989	Original	PPO-FEV₁ e PPO-DLco Preditores de complicações pós-operatórias
Mohamed et al. ³⁵	<i>The Egyptian Journal of Hospital Medicine</i>	2024	Original	↓ FVC (basal) ↑ Taxas de complicações pós-operatórias
Albuquerque et al. ³⁶	<i>Jornal Brasileiro de Pneumologia e Tisiologia</i>	2024	Recomendações	FVC (basal) < 80% Aceitável para cirurgia FVC (basal) < 50% ↑ Taxas de complicações pós-operatórias ↑ Taxas de mortalidade

Informações organizadas em 3 grupos: FEV₁ (basal) e DLco (basal), PPO-FEV₁ e PPO-DLco e FVC (basal) - Ordem cronológica decrescente por grupo.

CPP - Complicações pulmonares pós-operatórias; DLco - Capacidade de transferência alvéolo-capilar do monóxido de carbono; FEV₁ - Volume expiratório máximo no primeiro segundo; FVC - Capacidade vital forçada; PPO - Previsto pós-operatório.

Tabela 2 – 6MWT como preditora de morbilidade e mortalidade na cirurgia de ressecção pulmonar

AUTOR	PUBLICAÇÃO	ANO	TIPO DE ARTIGO	RESULTADOS
Derdiyok <i>et al.</i> ⁴⁸	<i>Medical Bulletin of Sisli Etfal Hospital</i>	2024	Original	dp6MWT < 300 m ↑ Probabilidade de pneumonia pós-operatória
Wesolowski <i>et al.</i> ⁵¹	<i>The British Journal of Anaesthesia</i>	2020	Original	dp6MWT ≥ 400 m e DSP ≥ 350 m% ↓ Taxas de complicações cardiopulmonares
Shulman <i>et al.</i> ⁴¹	<i>The British Journal of Anaesthesia</i>	2019	Original	dp6MWT < 370 m ↑ Probabilidade de incapacidade
Redwan e Bolukbas ⁴⁷	<i>Journal of Thoracic Disease</i>	2018	Original	Dp6MWT < 450 m ↑ Probabilidade de pneumonia pós-operatória
Keeratichananont <i>et al.</i> ³⁸	<i>Therapeutic Advances in Respiratory Disease</i>	2016	Original	Dp6MWT < 300 m ↑ Risco de mortalidade ↑ Tempo de internamento hospitalar Dp6MWT ≥ 300 m ↓ Probabilidade de complicações
Nakagawa <i>et al.</i> ⁵²	<i>General Thoracic and Cardiovascular Surgery</i>	2014	Original	SpO₂ ≤ 91% e ΔSpO₂ ≥ 4% ↑ Risco de mortalidade
Saad <i>et al.</i> ⁵⁰	<i>Unopar Científica - Ciências Biológicas e da Saúde</i>	2013	Original	Inexistência de relação entre a dp6MWT e complicações pós-cirúrgicas
Sinclair <i>et al.</i> ⁴⁵	<i>British Journal of Anaesthesia</i>	2012	Original	dp6MWT ≥ 563 m Não necessitam realizar CPET dp6MWT < 427 m Necessidade de realizar CPET 427 m ≤ dp6MWT < 563 m Necessidade de outros fatores para a decisão de realizar CPET
Agnew <i>et al.</i> ⁴⁹	<i>Education in Anaesthesia Critical Care & Pain</i>	2010	Revisão de literatura	dp6MWT < 200 m ↑ Taxa de mortalidade

Qual a contribuição das provas funcionais respiratórias, prova de marcha de 6 minutos e teste de exercício cardiopulmonar na avaliação pré-operatória de cirurgia de ressecção pulmonar?

Colice <i>et al.</i> ⁶	<i>Chest</i>	2007	<i>Guideline</i>	Dessaturação de oxigénio não está associada ao aumento do risco de complicações perioperatórias
Varela <i>et al.</i> ⁵³	<i>European Journal of Cardio-thoracic Surgery</i>	2001	Original	A SpO ₂ não está relacionada com as complicações pós-cirúrgicas

Informações organizadas por ordem cronológica decrescente.

CPET - Teste de exercício cardiopulmonar; dp6MWT - Distancia percorrida na prova de marcha de 6 minutos; DSP - Produto entre a distância percorrida e a saturação mínima periférica de oxigénio; 6MWT - Prova de marcha de 6 minutos; SpO₂ - Saturação capilar periférica de oxigénio; ΔSpO₂ - Variação entre a saturação máxima e mínima de oxigénio.

Tabela 3 – CPET como preditor de morbilidade e mortalidade na cirurgia de ressecção pulmonar

AUTOR	PUBLICAÇÃO	ANO	TIPO DE ARTIGO	RESULTADOS
Pele <i>et al.</i> ⁵⁴	<i>General Reviews</i>	2020	Revisão de literatura	VO_{2peak} ≥ 20 ml/kg/min Baixo risco para cirurgia 15 ≤ VO_{2peak} < 20 ml/kg/min Risco intermédio para cirurgia VO_{2peak} ≤ 10 ml/kg/min Risco elevado para cirurgia
Brunelli <i>et al.</i> ⁵⁹	<i>The Annals of Thoracic Surgery</i>	2014	Original	VO_{2peak} < 60% ↓ Sobrevivência ↑ Taxa de mortalidade
Loewen <i>et al.</i> ⁶³	<i>Journal of Thoracic Oncology</i>	2007	Original	Valores inferiores de VO _{2peak} estão associados a piores desfechos cirúrgicos
Kristenson <i>et al.</i> ⁶¹	<i>Journal of Thoracic Disease</i>	2024	Original	VE/VCO₂ ≤ 30 Baixo risco cirúrgico 30 < VE/VCO₂ ≤ 41 Risco cirúrgico intermédio VE/VCO₂ > 41 Risco cirúrgico elevado
Cundrle <i>et al.</i> ²¹	<i>European Respiratory Research - Open Research</i>	2022	Original	Associação entre a relação VE/VCO ₂ e CPP

Qual a contribuição das provas funcionais respiratórias, prova de marcha de 6 minutos e teste de exercício cardiopulmonar na avaliação pré-operatória de cirurgia de ressecção pulmonar?

Bedat <i>et al.</i> ⁶⁵	<i>Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery</i>	2022	Original	Ausência de relação entre VE/VCO ₂ > 35 e menor sobrevivência
Brunelli <i>et al.</i> ⁶⁴	<i>The Annals of Thoracic Surgery</i>	2012	Original	Valores superiores de VE/VCO ₂ estão associados a maior risco de CPP e a maior taxa de mortalidade
Godoy ⁶²	Sociedade Brasileira de Cirurgia Torácica	Capítulo de livro virtual		VO₂AT ≥ 14 ml/kg/min Baixo risco cirúrgico 14 > VO₂AT ≥ 11 ml/kg/min Baixo risco cirúrgico (monitorização adicional/adaptações do plano cirúrgico) VO₂AT < 11 ml/kg/min Risco cirúrgico moderado VO₂AT < 8 ml/kg/min Risco cirúrgico elevado

Informações organizadas em 3 grupos: VO_{2peak}, VE/VCO₂ e VO₂AT - Ordem cronológica decrescente por grupo.

CPP - Complicações pulmonares pós-operatórias; VE/VCO₂ - Equivalente ventilatório para o dióxido de carbono; VO₂AT - Consumo de oxigénio no limiar anaeróbio; VO_{2peak} - Consumo de oxigénio no pico do esforço.