

# Modulo 1 - Leitura 6 - Anestesia para pneumonectomia

*S. Hackett\*, R. Jones and R. Kapila*

*Nottingham University Hospitals NHS Trust, Nottingham, UK*



## **Objetivos de aprendizado**

Após ler este artigo, você deverá ser capaz de:

Resumir as etapas na avaliação pré-operatória específica para o paciente que requer pneumonectomia.

Esboçar os desafios causados pelas mudanças na fisiopatologia associadas à pneumonectomia.

Descrever a abordagem para anestésiar um paciente para pneumonectomia.

Identificar as complicações comuns após pneumonectomia.



### **Pontos-chave**

A pneumonectomia apresenta a maior mortalidade pós-operatória de todas as ressecções pulmonares e só deve ser considerada uma vez que todas as outras opções cirúrgicas tenham sido excluídas.

Complicações surgem devido ao desvio de toda a circulação pulmonar através de um único pulmão e da comprometimento na troca de gases após a ressecção.

A avaliação pré-operatória deve focar na tolerância ao exercício, reserva fisiológica e função respiratória pós-operatória prevista.

Os fluidos intravenosos devem ser restritos para ajudar a prevenir o edema pulmonar pós-pneumonectomia no pulmão restante.

Complicações cardíacas pós-operatórias são comuns; até 40% dos pacientes desenvolvem novas complicações.

A pneumonectomia envolve a remoção cirúrgica de um pulmão inteiro. Este artigo tem como objetivo abordar o manejo perioperatório de um paciente submetido à pneumonectomia, incluindo orientações para prever o risco pós-operatório, estadiamento atualizado do câncer, considerações essenciais para a anestesia, abordagem cirúrgica e implicações e manejo de complicações pós-operatórias.

### **História**

Em 1933, o Dr. James Gilmore, um obstetra e ginecologista, apresentou-se a Evarts A. Graham no Barnes Hospital em St. Louis, Missouri, EUA, para uma lobectomia por câncer de pulmão. As descobertas durante a cirurgia de extensão do câncer resultaram na primeira pneumonectomia de um único estágio bem-sucedida. Gilmore continuou a praticar medicina por 24 anos após sua cirurgia.<sup>1</sup>

---

*Stephen Hackett FRCA concluiu recentemente uma bolsa de estudos em anestesia torácica.*

*Richard Jones FRCA concluiu recentemente uma bolsa de estudos em anestesia torácica.*

*Rik Kapila FRCA é um anestesista consultor no Nottingham University Hospitals NHS Trust. O Dr. Kapila tem interesses especializados em anestesia torácica, educação médica e melhoria da qualidade.*

---

## **Morbidade e mortalidade**

A pneumonectomia representou 5% das cirurgias para câncer de pulmão na Inglaterra em 2015. As taxas de sobrevida em 30 dias, 90 dias e 1 ano foram de 92,3%, 88,4% e 74,6%, respectivamente. Isso se compara às taxas de sobrevida em 30 dias, 90 dias e 1 ano de 98,5%, 96,8% e 89%, respectivamente, para as cirurgias de bilobectomia, lobectomia e ressecção em alça combinadas.<sup>2</sup> A mortalidade pós-operatória está fortemente relacionada ao aumento da idade, presumivelmente devido à incapacidade do ventrículo direito em uma pessoa mais idosa de tolerar o aumento da resistência vascular pulmonar após a ressecção.<sup>3</sup> A pneumonectomia direita está associada a uma maior mortalidade do que a esquerda, provavelmente porque a desviação do débito cardíaco através do pulmão esquerdo menor resulta em aumento da resistência vascular pulmonar e insuficiência do ventrículo direito. Também há uma incidência maior de fístula broncopleural (FBP) com a pneumonectomia direita. A qualidade de vida após a pneumonectomia é pior em comparação com a lobectomia ou bilobectomia.<sup>4</sup> Por essas razões, as equipes cirúrgicas torácicas devem considerar a pneumonectomia como último recurso. Ela deve ser realizada apenas se considerada se todas as outras opções, incluindo a lobectomia em alça e ressecções não anatômicas, foram consideradas inadequadas e levando em consideração a avaliação da reserva fisiológica do paciente, incluindo a função respiratória prevista pós-operatória (FPP). Por outro lado, o paciente deve ser devidamente aconselhado quando uma abordagem alternativa à pneumonectomia for possível, mas estiver associada a um maior risco de recorrência do câncer.<sup>4</sup>

## **Indicações**

A indicação mais comum para a pneumonectomia é o carcinoma brônquico, quando a localização anatômica não permite uma ressecção alternativa.<sup>5</sup> Isso inclui tumores originados do brônquio principal, proximais ao brônquio intermedius, ou aqueles com envolvimento hilário (Figura 1). Indicações em doenças não malignas incluem lesões

traumáticas no pulmão com hemorragia incontrolável, distúrbios infecciosos crônicos do pulmão (como tuberculose) e infecções fúngicas que resultam em destruição pulmonar.<sup>6</sup>

### **Tipos de pneumonectomia**

Existem várias abordagens para este procedimento.<sup>7</sup> A pneumonectomia padrão é a mais comum e envolve a remoção apenas do pulmão afetado. Deve haver uma margem brônquica segura que permita o grampeamento e o fechamento do coto brônquico. A artéria e veias pulmonares são isoladas e ligadas sem a necessidade de acesso intra-pericárdico.

Existem cenários específicos que exigem a pneumonectomia intrapericárdica, como quando a artéria pulmonar principal direita ou esquerda está envolvida ou quando há um tumor tão próximo à veia pulmonar que ela precisa ser isolada e dividida ao nível da aurícula esquerda para garantir uma margem vascular clara. É necessária uma boa comunicação entre o cirurgião e o anestesista, especialmente ao clampear a artéria pulmonar principal direita ou esquerda, para permitir medidas que mantenham um débito cardíaco estável.

A pneumonectomia extrapleural é um tipo radical de ressecção às vezes realizada para casos selecionados de mesotelioma. Isso envolve a excisão do pulmão afetado, pleura ipsilateral, hemidiafragma e hemipericárdio, com remendo.



*Figura 1: Tomografia computadorizada do tórax mostrando uma grande massa hilar envolvendo o brônquio principal direito. A intervenção cirúrgica mais apropriada para esse tumor seria a pneumonectomia direita.*

A reconstrução, no entanto, raramente é realizada no Reino Unido após o ensaio Mesotelioma e Cirurgia Radical ter demonstrado que a mortalidade é pior em comparação com o tratamento médico. A pneumonectomia de conclusão refere-se à excisão do tecido pulmonar residual após ressecção durante cirurgia anterior. A pneumonectomia carinal também é raramente realizada; ela se refere à excisão do pulmão e da carina em pacientes com tumores da traqueia distal ou carina.<sup>8</sup> Este artigo se concentrará na pneumonectomia **padrão**.

### **Avaliação pré-operatória**

#### **Estadiamento do câncer de pulmão**

Os cânceres de pulmão primários podem ser divididos em cânceres de não pequenas células (CNP) e cânceres de pequenas células. Os CNPs representam aproximadamente 85% dos casos e podem ser subdivididos em adenocarcinoma, escamoso e carcinoma de células grandes.

Os pacientes com câncer de pulmão devem ser avaliados quanto ao estadiamento de acordo com a oitava edição da classificação tumor, linfonodo, metástase (T, N, M)

(Tabela 1).<sup>9</sup> Todos devem fazer uma tomografia computadorizada (TC), seguida por tomografia por emissão de positrões com tomografia computadorizada (PET-CT) para avaliar o status dos linfonodos. Se forem detectados linfonodos mediastinais PET-CT positivos, é necessária uma amostragem mediastinal adicional por meio de uma ultrassonografia endobrônquica ou mediastinoscopia. O manejo cirúrgico radical deve ser oferecido àqueles com doença T1-3 N0-1 M0, embora aqueles com doença T4 e N2 ainda possam ser candidatos à cirurgia, dependendo das discussões dentro da equipe multidisciplinar; um tratamento multimodal radical pode ser considerado em casos individuais.<sup>4</sup>

### **Elegibilidade para cirurgia**

A Sociedade Britânica de Tórax (BTS) recomenda que a avaliação de risco pré-operatório para todas as ressecções pulmonares seja dividida em três domínios.<sup>4</sup> Estes são (i) mortalidade operatória, (ii) eventos miocárdicos perioperatórios e (iii) dispneia pós-operatória.

### **Mortalidade operatória**

As diretrizes da BTS aconselham considerar o uso do Thoracore para estimar a mortalidade pós-operatória em pacientes submetidos à cirurgia torácica. Isso incorpora nove fatores: idade, sexo, escore ASA, estado funcional, escore de dispneia, prioridade da cirurgia, extensão da cirurgia, diagnóstico de malignidade e escore de comorbidade.<sup>10</sup> No entanto, vários estudos mostraram que o Thoracore e outros modelos de risco não são precisos na previsão da mortalidade em cirurgia torácica.<sup>11</sup> Portanto, a avaliação pré-operatória deve se concentrar mais na capacidade de exercício do paciente e na reserva fisiológica.

### **Eventos miocárdicos perioperatórios**

Deve-se buscar a opinião de um cardiologista para todos os pacientes com uma condição cardíaca ativa (por exemplo, angina instável, insuficiência cardíaca, arritmias significativas, doença valvar cardíaca grave) para otimização do tratamento médico. Pacientes sem uma condição cardíaca ativa devem ser avaliados usando o Índice de Risco Cardíaco Revisado, sendo que aqueles com pontuação 3 ou com capacidade funcional ruim devem ser encaminhados para teste de estresse físico e opinião de um cardiologista.<sup>4</sup>

Todos os pacientes considerados para pneumonectomia devem passar por ecocardiografia transtorácica. Isso também se aplica a pacientes que apresentam dispneia inexplicada ou um som cardíaco audível.

*Tabela 1 Resumo do estadiamento do câncer de pulmão conforme a oitava edição da classificação tumor, linfonodo, metástase.*

**T: tumor (tumor)**

Tis Carcinoma in situ (carcinoma in situ)

T1 Tumor <3 cm na maior dimensão, circundado pelo pulmão ou pleura visceral, sem evidência broncoscópica de invasão mais proximal do que o brônquio lobular (ou seja, não no brônquio principal)

T1mi Adenocarcinoma minimamente invasivo (adenocarcinoma minimamente invasivo)

T1a Tumor <1 cm na maior dimensão (tumor <1 cm na maior dimensão)

T1b Tumor >1 cm, mas <2 cm na maior dimensão (tumor >1 cm, mas <2 cm na maior dimensão)

T1c Tumor >2 cm, mas <3 cm na maior dimensão (tumor >2 cm, mas <3 cm na maior dimensão)

T2 Tumor >3 cm, mas <5 cm ou tumor com qualquer um dos seguintes recursos:

(i) Envolvendo o brônquio principal, independentemente da distância até a carina, mas sem envolver a carina.

(ii) Invade a pleura visceral.

(iii) Associado à atelectasia ou pneumonite obstrutiva que se estende até a região hilar, envolvendo parte do pulmão ou todo o pulmão.

T2a Tumor >3 cm, mas <4 cm na maior dimensão (tumor >3 cm, mas <4 cm na maior dimensão)

T2b Tumor >4 cm, mas <5 cm na maior dimensão (tumor >4 cm, mas <5 cm na maior dimensão)

T3 Tumor com mais de 5 cm, mas não mais do que 7 cm na maior dimensão ou que invade diretamente qualquer um dos seguintes: parede torácica (incluindo tumores do sulco superior), nervo frênico, pericárdio parietal; ou nódulo(s) tumoral(is) separado(s) no mesmo lobo que o primário.

T4 Tumores com mais de 7 cm ou que invadem qualquer um dos seguintes: diafragma, mediastino, coração, grandes vasos, traqueia, nervo laríngeo recorrente, esôfago, corpo vertebral, carina; nódulo(s) tumoral(is) separado(s) em um lobo ipsilateral diferente do primário.

---

**N: linfonodos (gânglios)**

N0 Sem metástase em linfonodos regionais (nenhuma metástase em linfonodos regionais)

N1 Metástase em linfonodos peribronquiais ipsilaterais ou linfonodos hilares ipsilaterais e linfonodos intrapulmonares, incluindo envolvimento por extensão direta (metástase em linfonodos peribronquiais ipsilaterais ou linfonodos hilares ipsilaterais e linfonodos intrapulmonares, incluindo envolvimento por extensão direta)

N2 Metástase em linfonodos mediastinais ipsilaterais ou subcarinais ipsilaterais (metástase em linfonodos mediastinais ipsilaterais ou subcarinais ipsilaterais)

N3 Metástase em linfonodos mediastinais contralaterais, linfonodos hilares contralaterais, linfonodos escalenos ipsilaterais ou contralaterais, ou linfonodos supraclaviculares ipsilaterais (metástase em linfonodos mediastinais contralaterais, linfonodos hilares contralaterais, linfonodos escalenos ipsilaterais ou contralaterais ou linfonodos supraclaviculares ipsilaterais)

---

**M: metástases (metástases)**

M0 Sem metástase à distância (nenhuma metástase à distância)

M1 Metástase à distância (metástase à distância)

M1a Nódulo(s) tumoral(is) separado(s) em um lobo contralateral; tumor com nódulos pleurais ou derrame pleural/pericárdico maligno (nódulo(s) tumoral(is) separado(s) em um lobo contralateral; tumor com nódulos pleurais ou derrame pleural/pericárdico maligno)

M1b Metástase em um único órgão extra-torácico (metástase em um único órgão extra-torácico)

M1c Múltiplas metástases extra-torácicas em um ou vários órgãos (múltiplas metástases extra-torácicas em um ou vários órgãos)

Presença de hipertensão pulmonar é uma contraindicação relativa, especialmente para a pneumonectomia direita, devido ao aumento inevitável na resistência vascular pulmonar após a cirurgia.<sup>6</sup>

**Dispneia pós-operatória**

A avaliação da função pulmonar é um aspecto fundamental da avaliação pré-operatória para todos os pacientes planejados para ressecção pulmonar e historicamente tem sido



usada como um preditor de mortalidade e dispneia pós-operatória. A avaliação respiratória pode ser considerada sob os tópicos "mecânica respiratória" e "função do parênquima pulmonar".

3

Mecânica respiratória: Volume expiratório forçado em 1 segundo previsto pós-operatório (ppo FEV1)

Isso estima o volume expiratório forçado em 1 segundo (FEV1) após a ressecção pulmonar e pode ser calculado contando os segmentos pulmonares. Existem 10 segmentos no pulmão direito e 9 no esquerdo. Para pacientes submetidos à ressecção pulmonar, as seguintes fórmulas podem ser aplicadas:



### Formulas

ppoFEV1 (Volume Expiratório Forçado em 1 Segundo Previsto Pós-Operatório)  $\frac{1}{4}$  FEV1 pré-operatório

19

(No. de segmentos a serem ressecados)

% ppoFEV1 (Percentual de ppoFEV1)  $\frac{1}{4}$  ppoFEV1 100  
FEV1 previsto para idade, sexo e altura

Para pacientes que estão sendo considerados para pneumonectomia, o ppoFEV1 também pode ser estimado por meio de cintilografia de perfusão, se este estudo for considerado necessário em pacientes com testes de função pulmonar limítrofes. Este teste detalha a proporção da perfusão total para cada pulmão. Essas informações podem então ser aplicadas à fórmula a seguir:

% ppoFEV1  $\frac{1}{4}$  FEV1 pré-operatório  
100 % de perfusão para o pulmão a ser ressecado  
FEV1 previsto corrigido para idade, sexo e altura

A cintilografia é mais útil nos casos em que identifica que não haverá mais perda de função pulmonar por meio da cirurgia (por exemplo, quando há compressão tumoral da artéria pulmonar ou quando o lobo afetado está obstruído e não contribui para a

ventilação) e nos pacientes em que a avaliação prévia destacou que tal perda seria inaceitável.<sup>4</sup>

Ao interpretar esses resultados, a causa subjacente da FEV1 pré-operatória anormal deve ser levada em consideração. Uma FEV1 reduzida pode ser secundária à doença pulmonar obstrutiva crônica ou fraqueza subjacente dos músculos respiratórios, ambas as quais podem resultar em resultados cirúrgicos diferentes. Uma lesão que obstrui uma luz brônquica provavelmente prejudicará os resultados dos testes de base, mas pode-se esperar que melhorem após a cirurgia.<sup>12</sup>

### **Função do parênquima pulmonar**

A capacidade de difusão para monóxido de carbono (DLCO) é uma medida da área de superfície efetiva total da unidade alvéolo-capilar ou eficácia da transferência de gases. É quantificada em unidades de mmol min<sup>-1</sup> kPa<sup>-1</sup> e também como uma porcentagem prevista de acordo com as características do paciente, como idade, sexo, etnia e altura. A DLCO prevista após a cirurgia (ppo DLCO) pode ser calculada usando a fórmula equivalente à ppo FEV1. FEV1 e DLCO medem características diferentes da função respiratória; portanto, um resultado satisfatório para um deles pode não ser refletido no outro.

A DLCO agora é considerada um importante preditor de morbidade pós-operatória, apesar da espirometria normal, e, portanto, é vista como um teste essencial para todos os pacientes submetidos à ressecção pulmonar.<sup>4</sup>

### **Interpretação de ppo FEV1 e DLCO**

As diretrizes do Instituto Nacional de Saúde e Excelência em Cuidados de Saúde sugerem que o limite recomendado de valores ppo para FEV1 e DLCO para ressecção cirúrgica é de 30%. Os pacientes com valores ppo <30% do previsto para FEV1 e/ou DLCO devem estar cientes dos potencialmente maiores riscos de dispneia pós-operatória e da necessidade de oxigenoterapia de longo prazo após a cirurgia.<sup>13</sup> Eles também devem ser encaminhados para testes formais de exercício.<sup>4</sup>

### **Avaliação funcional da interação cardiorrespiratória**

### Teste de caminhada de shuttle

Os pacientes caminham entre dois cones espaçados a 10 metros de distância, aumentando o ritmo. O teste termina quando o paciente fica sem fôlego para continuar. Uma distância maior que 400 metros se correlaciona com um consumo máximo de oxigênio maior que 15 ml O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>.<sup>14</sup> Pacientes incapazes de caminhar mais de 400 metros devem ser encaminhados para testes formais de exercício cardiopulmonar (CPET).

### Teste de exercício cardiopulmonar

A medida mais valiosa do CPET é o consumo máximo de oxigênio (Vo<sub>2</sub> pico). Um Vo<sub>2</sub> pico >15 ml O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> é definido como boa função fisiológica.<sup>13</sup> Pacientes com valores >20 ml O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> podem ser considerados seguros para a pneumonectomia, enquanto valores <10 ml O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> são geralmente considerados uma contraindicação.<sup>12</sup> No entanto, há evidências limitadas para o uso do CPET na categorização de pacientes com alto risco de dispneia pós-operatória inaceitável.<sup>4</sup>

Apesar da multiplicidade de investigações disponíveis, não há um único teste para determinar a adequação para a pneumonectomia. A avaliação pré-operatória deve seguir uma abordagem multidisciplinar centrada no paciente.

### Gestão perioperatória para pneumonectomia

#### Abordagem cirúrgica

A broncoscopia rígida pré-operatória é realizada após a indução da anestesia para confirmar que há comprimento suficiente de brônquio livre de tumor para prosseguir. Para todos os cânceres envolvendo o brônquio, a lobectomia com preservação da alça deve ser eliminada como opção cirúrgica em primeiro lugar. A lobectomia com preservação da alça envolve a excisão da porção afetada do brônquio e do lobo, com anastomose do brônquio ao pulmão remanescente. Da mesma forma, se a artéria pulmonar estiver envolvida em uma área localizada, o cirurgião poderá tentar realizar uma ressecção de alça vascular, o que envolveria o clampeamento da artéria proximal e distal ao tumor, a ressecção da parte envolvida da artéria e a reanastomose. A abordagem cirúrgica mais comum é via toracotomia posterolateral no quinto espaço intercostal. A excisão da quinta costela pode ser necessária para obter exposição cirúrgica adequada. Alternativamente, o acesso pode ser alcançado por meio de uma abordagem toracoscópica assistida por vídeo. O tórax deve ser explorado para

descartar derrames pleurais e depósitos metastáticos na pleura ou no diafragma.<sup>7</sup> Se a cirurgia for continuar, o pulmão é então retratado para expor o hilo anterior. As veias pulmonares superior e inferior e a artéria pulmonar são então ligadas e divididas sequencialmente. Após esta etapa, o brônquio é a única estrutura que conecta o pulmão ao paciente. O brônquio é então grampeado e cortado, tomando cuidado meticuloso para garantir que nenhuma parte do tubo de duplo lúmen (TDL) ou cateteres de sucção esteja incluída na linha de grampeamento. A permeabilidade do coto brônquico é confirmada enchendo o tórax com solução salina morna e realizando um teste de vazamento aplicando pressão positiva através do lúmen traqueal. Nenhum borbulhamento na hemitórax preenchida com solução salina deve ser visível. Um tubo torácico é colocado na base do espaço pós-pneumonectomia antes do fechamento do tórax<sup>7</sup>.

## **Anestesia**

### **Indução**

A disponibilidade de uma cama de nível 2 para cuidados pós-operatórios deve ser confirmada, assim como duas unidades de concentrados de glóbulos vermelhos devem ser compatibilizadas. A analgesia pós-operatória pode ser fornecida por meio de analgesia epidural torácica média ou, alternativamente, por meio de um cateter paravertebral colocado pelo cirurgião. É recomendado o monitoramento invasivo da pressão arterial e a cateterização venosa central, pois podem ser necessários vasopressores para manter a pressão arterial sem infusão de volumes excessivos de fluidos intravenosos e para compensar os efeitos autonômicos do bloqueio neuraxial. Uma sonda de temperatura e um cateter urinário são obrigatórios. Antibióticos são administrados de acordo com as diretrizes locais. A anestesia pode ser mantida com um agente volátil ou anestesia intravenosa total. No entanto, a última é útil no contexto da broncoscopia rígida, onde a entrega confiável de vapor anestésico pode não ser possível.

### **Posição**

O paciente é colocado na posição de decúbito lateral esquerdo ou direito com uma quebra na mesa. A verificação minuciosa da proteção ocular,

Pontos de pressão, posição do pescoço e pressão nos olhos são essenciais. A profilaxia contra tromboembolismo venoso é fornecida por meias de compressão

graduada. A normotermia deve ser mantida usando um cobertor de aquecimento de ar forçado e um aquecedor de líquidos.

### **Isolamento pulmonar**

O acesso cirúrgico requer o colapso do pulmão operatório. Isso é mais comumente alcançado usando um tubo de duplo lúmen (TDL), embora, alternativamente, um bloqueador brônquico possa ser usado quando não for possível colocar um TDL (por exemplo, na presença de uma "via aérea difícil"). Todos os métodos requerem broncoscopia com fibra ótica para confirmar o posicionamento adequado. A pneumonectomia esquerda requer um TDL do lado direito para garantir que não haja interferência com o local cirúrgico. A colocação de um TDL do lado direito requer uma avaliação minuciosa usando broncoscopia com fibra ótica para garantir o alinhamento correto do lobo superior direito e do olho de Murphy do lúmen direito, para evitar a obstrução do lobo superior direito. Recomendamos uma verificação com fibra ótica repetida após o posicionamento lateral, pois isso pode levar ao movimento do TDL. Pode ser necessário verificar novamente a posição do TDL durante o procedimento. Se um bloqueador brônquico for usado, ele deve ser retirado do brônquio antes da grampeação.

A ventilação de um único pulmão (OLV) deve ser iniciada antes da toracotomia. Estratégias ventilatórias de proteção pulmonar durante OLV são agora o padrão aceito e podem ser alcançadas com controle de pressão ou volume. Atualmente, não há evidências que favoreçam um modo sobre o outro, e não há diretrizes que estabeleçam as metas ideais de ventilação para OLV. Estratégias de baixo volume corrente (ou seja,  $<6 \text{ ml kg}^{-1}$ ) estão associadas a um menor risco de insuficiência respiratória pós-operatória em comparação com volumes mais altos ( $8 \text{ ml kg}^{-1}$ ), cujo mecanismo é considerado a ativação da cascata de resposta inflamatória nos alvéolos. Evidências recentes sugerem que baixos volumes correntes devem ser implementados com PEEP suficiente. Baixos volumes correntes na ausência de PEEP suficiente provavelmente são prejudiciais.

**A seguir estão as metas sugeridas durante o OLV:**

- (i) Volume corrente:  $5\text{-}6 \text{ ml kg}^{-1}$  (peso corporal ideal)**
- (ii) Pressão máxima nas vias aéreas:  $<35 \text{ cmH}_2\text{O}$**
- (iii) Pressão de platô nas vias aéreas:  $<25 \text{ cmH}_2\text{O}$**
- (iv) Objetivo para  $\text{PaCO}_2$  normal**
- (v) PEEP:  $5 \text{ cm H}_2\text{O}$**

**(vi) Evitar a hiperoxigenação, ajustando o FIO<sub>2</sub> para manter a saturação de oxigênio entre 94 e 98%.**

### **Gerenciamento hemodinâmico**

A hemodinâmica de um paciente submetido à pneumonectomia se torna complexa devido ao clampeamento da artéria pulmonar, fazendo com que todo o volume circulatório pulmonar seja desviado para o pulmão remanescente. Portanto, o volume de fluidos intravenosos deve ser restrito, evitando ao mesmo tempo a hipovolemia e a lesão renal aguda. Idealmente, o balanço positivo de fluidos nas primeiras 24 horas não deve exceder 20 ml kg<sup>-1</sup>, e uma produção de urina de 0,5 ml kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> deve ser aceita. Não deve haver suplementação para perdas no "terceiro espaço". Administrações excessivas de fluidos intraoperatórios e pós-operatórios estão associadas a um maior risco de edema pulmonar pós-pneumonectomia e insuficiência respiratória, cuja mortalidade pode chegar a 50%. Os fluidos intravenosos devem ser restritos à produção de urina da hora anterior mais 20 ml h<sup>-1</sup> no período pós-operatório imediato. Hemorragia deve ser excluída no caso de hipotensão. A hipotensão secundária à infusão epidural deve ser tratada adequadamente com medicamentos vasoativos em vez de fluidos intravenosos. O monitoramento invasivo do débito cardíaco o monitoramento invasivo do débito cardíaco não foi validado em pacientes submetidos a toracotomia devido à presença de uma cavidade torácica aberta.

### **Clampagem da artéria pulmonar**

O último teste para a adequação à pneumonectomia é a resposta ao clampeamento da artéria pulmonar ipsilateral, resultando no desvio do suprimento sanguíneo pulmonar para o pulmão não operado. Colapso cardiovascular significativo ou aumento excessivo da pressão venosa central indica uma complacência insuficiente do ventrículo direito, apontando para uma probabilidade muito alta de complicações cardíacas pós-operatórias, que estão associadas a uma alta mortalidade. Se ocorrer deterioração fisiológica durante a repetição do teste e todas as outras causas de instabilidade cardiovascular forem eliminadas (incluindo compressão cirúrgica inadvertida do coração), a equipe cirúrgica e anestésica deve decidir se a continuação da cirurgia é apropriada. Isso é raro se a avaliação pré-operatória adequada tiver sido realizada.

### **Cuidados pós-operatórios**

Após a cirurgia, a traqueia do paciente deve ser extubada, garantindo que o paciente

esteja acordado, aquecido e confortável. O paciente é transferido para uma unidade de cuidados pós-operatórios apropriada para gerenciamento contínuo. O objetivo é fornecer aos pacientes analgesia adequada que lhes permita tossir eficazmente e limpar secreções, além de fornecer qualquer suporte orgânico necessário. O monitoramento invasivo da pressão arterial permite a titulação de medicamentos vasoconstritores para fornecer uma MAP adequada, compensando quaisquer efeitos vasodilatadores do bloqueio simpático associado à analgesia epidural ou paravertebral. O monitoramento próximo permite o reconhecimento e tratamento mais precoces de complicações pós-operatórias imediatas, incluindo hemorragia, edema pulmonar pós-pneumonectomia, secreções retidas e obstrução das vias aéreas no pulmão contralateral e arritmias cardíacas.

A recuperação sem complicações geralmente resulta na transferência dos pacientes para uma enfermaria cirúrgica torácica no segundo dia e na alta hospitalar dentro de 7 a 10 dias. Ser cuidado em uma enfermaria cirúrgica torácica dedicada permite que a equipe forneça cuidados de acordo com a recuperação esperada e complicações potenciais, como higiene brônquica, gerenciamento de drenos torácicos e analgesia epidural/paravertebral. A interação com fisioterapeutas respiratórios e o uso de dispositivos de espirometria incentivada podem ser adições úteis no período pós-operatório para aqueles com maior risco de complicações pulmonares pós-operatórias. O dreno é inicialmente clampeado no final da cirurgia e o grampo é removido por 1 minuto a cada hora para avaliar a presença de hemorragia. Se o dreno ficar desclampeado por períodos prolongados, há risco de deslocamento mediastinal agudo para o hemitórax vazio e suas complicações associadas, incluindo instabilidade cardiovascular grave. O dreno torácico geralmente é removido no primeiro dia pós-operatório. Posteriormente, isso permite que o hemitórax operado comece a acumular fluido seroso (Fig. 2). Existem práticas diferentes em relação ao uso de drenos torácicos, variando desde a não inserção de dreno torácico até sistemas de gerenciamento complexos de drenos para controlar a pressão dentro do hemitórax.

### **Complicações pós-operatórias**

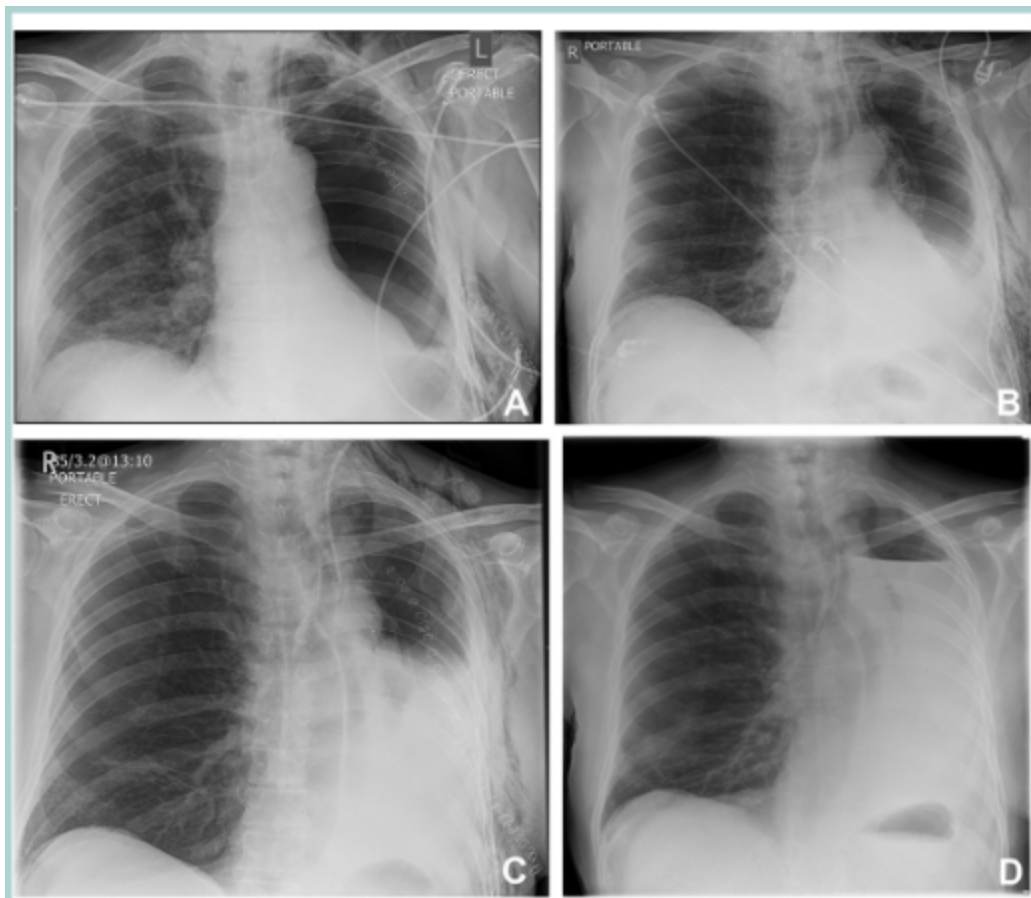
Pacientes submetidos à pneumonectomia estão em risco das complicações mais comuns relacionadas às condições médicas pré-existentes dos pacientes.

Morbidades pós-operatórias e complicações específicas pós-pneumonectomia. Abaixo estão algumas das complicações pós-operatórias associadas à cirurgia de

pneumonectomia; outras complicações pulmonares pós-operatórias foram bem abordadas em um artigo anterior na BJA Education.

### Arritmias cardíacas

Arritmias cardíacas são comuns após uma pneumonectomia. Foi relatado que até 40% dos pacientes desenvolverão fibrilação atrial pós-operatória. Outras disritmias incluem flutter atrial e taquicardia supraventricular. O desenvolvimento de arritmias cardíacas após a cirurgia está associado a um período prolongado de internação hospitalar e maior morbidade, sendo mais provável de ocorrer em pacientes idosos do sexo masculino com doença cardíaca preexistente. O tratamento da arritmia envolve a correção de distúrbios ácido-base e eletrolíticos subjacentes.



*Figura 2 (A) Radiografia de tórax no primeiro dia pós-operatório (dreno torácico removido). (B) Radiografia de tórax no terceiro dia pós-operatório mostrando deslocamento mediastinal e a presença de uma coleção de líquido. (C) Radiografia de*



*tórax no sexto dia pós-operatório mostrando um acúmulo crescente de líquido. (D)*  
*Radiografia de tórax no vigésimo terceiro dia pós-operatório mostrando a presença de um hidrotórax com nível de líquido claro*

### **Fístula broncopleurá**

Uma FBP é uma comunicação anormal entre a árvore brônquica e o espaço pleural. A incidência após uma pneumonectomia varia de 4,5% a 20%, com uma mortalidade associada de 18% a 67%.<sup>24</sup> É mais provável que ocorra em pacientes submetidos a uma pneumonectomia direita, porque o brônquio direito é suprido por uma única artéria brônquica, enquanto o esquerdo é suprido por duas. Além disso, a extremidade do brônquio direito fica exposta no final da operação; portanto, os cirurgiões visam cobrir a extremidade com um retalho de tecido bem vascularizado, como o músculo intercostal, para protegê-la. Uma extremidade esquerda também pode ser coberta; no entanto, tende a retrair-se atrás da janela aortopulmonar e geralmente fica coberta pelos próprios tecidos naturais do paciente dentro do mediastino. Outros fatores de risco para a FBP incluem ventilação prolongada pós-operatória, tumor residual na extremidade e extremidades de grande diâmetro. Pacientes com FBP precoce apresentam tosse, vazamento contínuo de ar pelo dreno torácico, queda do nível de líquido ou novo nível de ar em radiografias de tórax. Apresentações tardias (> 2 semanas) de FBP podem ter sinais mais inespecíficos e muitas vezes estão associadas a empiema. O tratamento pode ser muito difícil. O tratamento envolve drenar o espaço pleural se estiver associado a empiema, antibióticos e reparo cirúrgico da fístula.

A condição do paciente deve ser estabilizada e otimizada medicamente, mas em raras ocasiões pode ser necessário um reparo cirúrgico, apesar da presença de sepse sistêmica, hipóxia e insuficiência respiratória. Esses pacientes podem ser desafiadores de anestésias, pois podem apresentar um estado de colapso cardiovascular, mas exigem um isolamento pulmonar rápido para facilitar a reexploração cirúrgica do hemitórax e evitar transbordamento da FBP para o pulmão restante.

### **Hérnia cardíaca**

A hérnia cardíaca é uma complicação rara associada a uma pneumonectomia do lado direito que exigiu a remoção do saco pericárdico ou uma pneumonectomia intrapericárdica do lado esquerdo. Ela resulta do coração se herniar através do defeito pericárdico para o espaço pós-pneumonectomia. A mortalidade associada a essa

complicação é superior a 50%.<sup>25</sup> Os pacientes desenvolvem hipotensão aguda, choque e cianose, com evidências de obstrução da veia cava superior, e podem reclamar de dor no peito e falta de ar, que podem evoluir rapidamente para parada cardíaca. Esses pacientes requerem cirurgia imediata para reposicionar o coração em sua posição correta, fechar o defeito pericárdico e evitar recorrência.<sup>26</sup>

## **Conclusões**

A pneumonectomia só deve ser realizada como último recurso devido à alta mortalidade associada ao procedimento. Uma avaliação pré-operatória adequada, estratificação de riscos e aconselhamento sobre o curso pós-operatório esperado são vitais. Uma abordagem multidisciplinar ajuda a otimizar o cuidado dos pacientes no período pós-operatório, permitindo o reconhecimento precoce e o tratamento de complicações potencialmente fatais.

## **Declaração de Interesse**

Os autores declaram que não têm conflitos de interesse.

## **MCQs (Questões de Múltipla Escolha)**

As questões de múltipla escolha associadas (para apoiar atividades de Educação Médica Continuada) estarão acessíveis em [www.bjaed.org/cme/home](http://www.bjaed.org/cme/home) para os assinantes do BJA Education.

## **Agradecimentos**

Os autores gostariam de agradecer ao Sr. Mohammad Hawari, que gentilmente revisou um rascunho deste manuscrito, por seus comentários e sugestões.

## **Referências**

1. Horn L, Johnson D, Evarts A. Graham and the first pneumonectomy for lung cancer. J Clin Oncol 2008; 26: 3268e75
2. Royal College of Physicians and Society for Cardiothoracic Surgery in Great Britain and Ireland. Lung cancer clinical

outcome publication 2017 (for surgical operations performed in 2015). November 2017. [https://www.rcplondon.ac.uk/](https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/lung-cancer-clinical-outcome-publication-2017-audit-period-2015)

projects/outputs/lung-cancer-clinical-outcome-publication-2017-audit-period-2015

3. Slinger P. Update on the anaesthetic management for pneumonectomy. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009; 22: 31e7
4. Lim E, Baldwin D, Beckles M et al. Guidelines on the radical management of patients with lung cancer. *Thorax* 2010; 65(Suppl. III). iii1e27
5. James TW, Faber LP. Indications for pneumonectomy. Pneumonectomy for malignant disease. *Chest Surg Clin N Am* 1999; 9: 291e309
6. Surgery to the lung and upper airways. In: Wilkinson J, Pennefather S, McCahon R, editors. *Thoracic Anaesthesia*. Oxford: Oxford University Press; 2011. p. 374e9
7. Cerfolio RF, Bryant AS. Pneumonectomy. In: Kaiser L, Kron I, Spray T, editors. *Mastery of Cardiothoracic Surgery*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2014. p. 60e9
8. Weder W, Inci I. Carinal resection and sleeve pneumonectomy. *J Thorac Dis* 2016; 8(Suppl. XI): S882e8
9. Goldstraw P, Chansky K, Crowley J et al. The IASLC Lung Cancer Staging Project: proposals for revision of the TNM stage groupings in the forthcoming (eighth) edition of the TNM classification for lung cancer. *J Thorac Oncol* 2015; 11: 39e51
10. Falcoz PE, Conti M, Bouchet L et al. The Thoracic Surgery Scoring System (Thoracoscore): risk model for in-hospital death in 15,183 patients requiring thoracic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 133: 325e32
11. Bradley A, Marshall A, Abdelaziz M et al. Thoracoscore fails to predict complications following elective lung

resection. Eur Respir J 2012; 40: 1496e501

12. Brunelli A, Kim A, Berger K et al. 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(Suppl. V). e166Se90S
13. National Institute for Health and Care Excellence. Clinical guideline [NG122]. Lung cancer: diagnosis and management. March 2019. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng122>
14. Win T, Jackson A, Groves AM et al. Comparison of shuttle walk with measured peak oxygen consumption in patients with operable lung cancer. Thorax 2006; 61: 57e60
15. Blank R, Colquhoun D, Durieux M et al. Management of one-lung ventilation: impact of tidal volume on complications after thoracic surgery. Anesthesiology 2016; 124: 1286e95
16. Agostini P, Naidu B, Cieslik H et al. Effectiveness of incentive spirometry in patients following thoracotomy and lung resection including those at high risk for developing pulmonary complications. Thorax 2013; 68: 580e5
17. Davies O, Husain T, Stephens R. Postoperative pulmonary complications following non-cardiothoracic surgery. BJA Educ 2017; 17: 295e300
18. Decker K, Jorens P, Schil P. Cardiac complications after noncardiac thoracic surgery: an evidence-based current review. Ann Thorac Surg 2003; 75: 1340e8
19. Roselli EE, Murthy SC, Rice TW et al. Atrial fibrillation complicating lung cancer resection. J Thorac Cardiovasc Surg 2005; 130: 438e44
20. Fernando H, Jaklitsch M, Walsh G et al. The Society of

Thoracic Surgeons practice guideline on the prophylaxis and management of atrial fibrillation associated with general thoracic surgery: executive summary. *Ann Thorac Surg* 2011; 92: 1144e52

1. Frendl G, Sodickson A, Chung M et al. 2014 AATS guidelines for the prevention and management of perioperative atrial fibrillation and flutter for thoracic surgical procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014; 148: e153e93
22. Slinger P. Post-pneumonectomy pulmonary edema: is anesthesia to blame? *Curr Opin Anaesthesiol* 1999; 12: 49e54
23. Dulu A, Pastores SM, Park B, Riedel E, Rusch V, Halpern NA. Prevalence and mortality of acute lung injury and ARDS after lung resection. *Chest* 2006; 130: 73e8
24. Sarkar P, Chandak T, Shah R, Talwar A. Diagnosis and management bronchopleural fistula. *Indian J Chest Dis Allied Sci* 2010; 52: 97e104
25. Self RJ, Vaughan RS. Acute cardiac herniation after radical pleuropneumonectomy. *Anaesthesia* 1999; 54: 564e6
26. Shimizu J, Ishida Y, Hirano Y et al. Cardiac herniation following intrapericardial pneumonectomy with partial pericardiectomy for advanced lung cancer. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 9: 68