



REVIEW ARTICLE

Open Access

# A review of intraoperative protective ventilation



Yuanyuan Zou<sup>1†</sup>, Zhiyun Liu<sup>1†</sup>, Qing Miao<sup>1\*</sup> and Jingxiang Wu<sup>1</sup>

## Một đánh giá về thông khí bảo vệ trong phẫu thuật

Published: 06 February 2024

Anesthesiology and Perioperative Science. Volume 2, article number 10, (2024)

*Bản dịch của BS. Đặng Thanh Tuấn – BV Nhi Đồng 1*

### Tóm tắt

Thông khí cơ học là một liệu pháp cứu sống quan trọng đối với bệnh nhân gây mê toàn thân và bệnh nhân nguy kịch, nhưng bản thân thông khí có thể đi kèm với tổn thương phổi. Chấn thương phổi do máy thở (Ventilator-induced lung injury - VILI) làm trầm trọng thêm bệnh phổi đã có từ trước, dẫn đến kết quả lâm sàng kém. Đặc biệt đối với những bệnh nhân được phẫu thuật tim-lồng ngực và thở máy một phổi (one-lung ventilation - OLV), việc tối ưu hóa các thông số của OLV có liên quan chặt chẽ đến tiên lượng của họ. Vẫn chưa rõ đâu là chiến lược tốt nhất để giảm thiểu VILI thông qua việc điều chỉnh các thông số thông khí, bao gồm thể tích khí lưu thông, áp lực dương cuối thì thở ra và áp lực đẩy, v.v. Các thông số khác nhau, kết hợp lại, chịu trách nhiệm cho VILI. Các chiến lược thông khí bảo vệ, nhằm giảm các biến chứng phổi sau phẫu thuật, đã được thảo luận trong nhiều nghiên cứu lâm sàng và các ý kiến khác nhau đã được đưa ra. Tổng quan này đề cập đến

cơ chế bệnh sinh của VILI và tập trung vào việc quản lý OLV và các chiến lược OLV bảo vệ tốt hơn trong phẫu thuật lồng ngực.

### 1. Giới thiệu

Thông khí cơ học là một thủ thuật y tế rất quan trọng đối với bác sĩ gây mê, thậm chí là một liệu pháp cứu sống tiềm năng cho một số bệnh nhân nguy kịch [1]. Nhưng thủ thuật xâm lấn này đôi khi đi kèm với những tác dụng không mong muốn. Và thuật ngữ VILI, viết tắt của tổn thương phổi do máy thở, được giới thiệu vào năm 1993 [2]. Trong ba thập kỷ qua, các nhà nghiên cứu và bác sĩ đang cố gắng tìm hiểu cơ chế của VILI thông qua mô hình động vật và thực hành lâm sàng. Người ta nhận thấy rằng tổn thương phổi có thể do chấn thương khí áp, chấn thương thể tích, chấn thương do xẹp phổi và chấn thương sinh học [3]. Với sự hiểu biết về VILI, một mục tiêu bổ sung của máy thở, bao gồm duy trì trao đổi khí và

giảm thiểu công thở, đã được thiết lập: giảm thiểu VILI. Các chiến lược thông khí khác nhau được áp dụng và nghiên cứu kỹ lưỡng.

Theo Thống kê Ung thư Toàn cầu năm 2020, ung thư phổi vẫn là nguyên nhân hàng đầu gây tử vong do ung thư, với con số ước tính là 1,8 triệu ca tử vong (18%) [4]. Với số ca phẫu thuật lồng ngực ngày càng tăng, nhu cầu về OLV cũng ngày càng tăng. Biến chứng phổi sau phẫu thuật (Postoperative pulmonary complications - PPC), đặc biệt là sau phẫu thuật lồng ngực, có thể ảnh hưởng đến kết quả của bệnh nhân và mang lại gánh nặng to lớn cho bệnh nhân và hệ thống y tế [5, 6].

Theo báo cáo, tỷ lệ PPC sau phẫu thuật lồng ngực là 30–50% [7]. Việc sử dụng phương pháp phẫu thuật lồng ngực có hỗ trợ bằng video đã làm giảm đáng kể tỷ lệ PPC ở bệnh nhân cao tuổi từ 45 xuống 28% [8]. Bên cạnh tỷ lệ PPC cao, việc đáp ứng nhu cầu phẫu thuật và mang lại khả năng an toàn tại hiện trường phẫu thuật cũng đòi hỏi phải điều chỉnh các thông số thông khí. Hướng dẫn dành cho bệnh nhân được cắt thùy phổi khuyến nghị thể tích khí lưu thông (TV) là 6 mL/kg, áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP) là 5 cm H<sub>2</sub>O và áp lực riêng phần của carbon dioxide (PaCO<sub>2</sub>) là 50–70 mmHg [9]. Nhưng các khuyến nghị về các thông số cụ thể đã không xem xét các biến chứng trước phẫu thuật và tình trạng trong phẫu thuật, quản lý OLV cá nhân hóa vẫn rất quan trọng để cải thiện kết quả lâm sàng và giảm PPC [10].

Đánh giá này là về các nghiên cứu hiện tại liên quan đến cơ chế của VILI và nỗ lực sửa đổi thông khí cơ học, đặc biệt là OLV.

## 2. Định nghĩa về biến chứng phổi sau phẫu thuật

Ủy ban Lancet về Phẫu thuật Toàn cầu báo cáo rằng hơn 310 triệu ca phẫu thuật được thực hiện trên toàn

thế giới mỗi năm [11]. Ở những bệnh nhân trải qua phẫu thuật gây mê toàn thân và thở máy trong hơn 2 giờ, tỷ lệ mắc PPC là 33,4% [7]. Các ước tính trước đây về tỷ lệ mắc PPC dao động từ 5 đến 80%, tùy thuộc vào định nghĩa, mức độ nghiêm trọng và loại phẫu thuật [7, 12,13,14,15].

Các nghiên cứu sử dụng các kết hợp khác nhau và mức độ nghiêm trọng của các biến cố ở phổi sau phẫu thuật để xác định PPC. Tỷ lệ PPC có tiêu chí đánh giá khác nhau là khá khác nhau, ngay cả trong cùng một nhóm dân số [16]. Các định nghĩa về PPC được mô tả trong nghiên cứu ARISCAT [12] thường được sử dụng trong các nghiên cứu và môi trường lâm sàng. Và các tiêu chí chẩn đoán được liệt kê trong các định nghĩa Kết quả lâm sàng chu phẫu của Châu Âu như một định nghĩa tiêu chuẩn về PPC [17], được hiển thị trong Bảng 1. Các hệ thống tính điểm khác, như tiêu chí Thang điểm nhóm Melbourne [18] và LAS VEGAS [19] được trình bày trong Bảng 2 và 3.

## 3. Cơ chế tổn thương phổi do thông khí

Ngoài các yếu tố nguy cơ liên quan đến bệnh nhân và phẫu thuật, VILI còn là một trong những nguyên nhân chính gây PPC, có thể kiểm soát và điều chỉnh bằng quản lý gây mê. Sử dụng thông khí áp lực dương không đúng cách sẽ kèm theo các biến chứng nghiêm trọng, khiến chức năng phổi suy giảm [20, 21]. Các nhà điều tra phải mất hàng thập kỷ mới có được sự hiểu biết thấu đáo về cơ chế của VILI. Và các loại chấn thương thường được công nhận là chấn thương khí áp, chấn thương thể tích, chấn thương do xẹp phổi và chấn thương sinh học, được hiển thị trong Hình 1.

**Bảng 1** Nghiên cứu ARISCAT (Định nghĩa về PPC)

Biến chứng	Định nghĩa
Nhiễm trùng hô hấp	Bệnh nhân đã được dùng kháng sinh khi nghi ngờ nhiễm trùng đường hô hấp và đáp ứng một hoặc nhiều tiêu chí sau: đờm mới hoặc thay đổi, mờ phổi mới hoặc thay đổi, sốt, số lượng bạch cầu $> 12 \times 10^9/L$
Suy hô hấp	$PaO_2$ sau phẫu thuật $< 8$ kPa (60 mmHg) khi thở khí phòng, tỷ lệ $PaO_2/FiO_2 < 40$ kPa (300 mmHg) hoặc độ bão hòa oxyhaemoglobin động mạch được đo bằng máy đo độ bão hòa oxy trong mạch $< 90\%$ và cần điều trị bằng oxy
Tràn dịch màng phổi	Chụp X quang ngực cho thấy góc sườn hoành bị tù, mất hình bóng sắc nét của nửa cơ hoành cùng bên ở tư thế thẳng đứng, bằng chứng về sự dịch chuyển của các cấu trúc giải phẫu lân cận hoặc (ở tư thế nằm ngửa), hình mờ ở một bên ngực với bóng mạch máu được bảo tồn
Xẹp phổi	Sự cản quang của phổi với sự dịch chuyển của trung thất, rốn phổi hoặc nửa cơ hoành về phía khu vực bị ảnh hưởng và sự căng phồng quá mức bù trừ ở phổi không xẹp phổi liền kề
Tràn khí màng phổi	Khí trong khoang màng phổi không có giồng mạch bao quanh màng phổi tạng
Cơ thắt phế quản	Mới phát hiện thở khò khè, được điều trị bằng thuốc giãn phế quản
Viêm phổi hít	Tổn thương phổi cấp tính sau khi hít phải dịch dạ dày trào ngược

$PaO_2$  áp lực riêng phần của oxy trong máu động mạch;  $FiO_2$  tỷ lệ của oxy hít vào

**Bảng 2** Thang đo nhóm Melbourne (Tiêu chí chẩn đoán PPC)

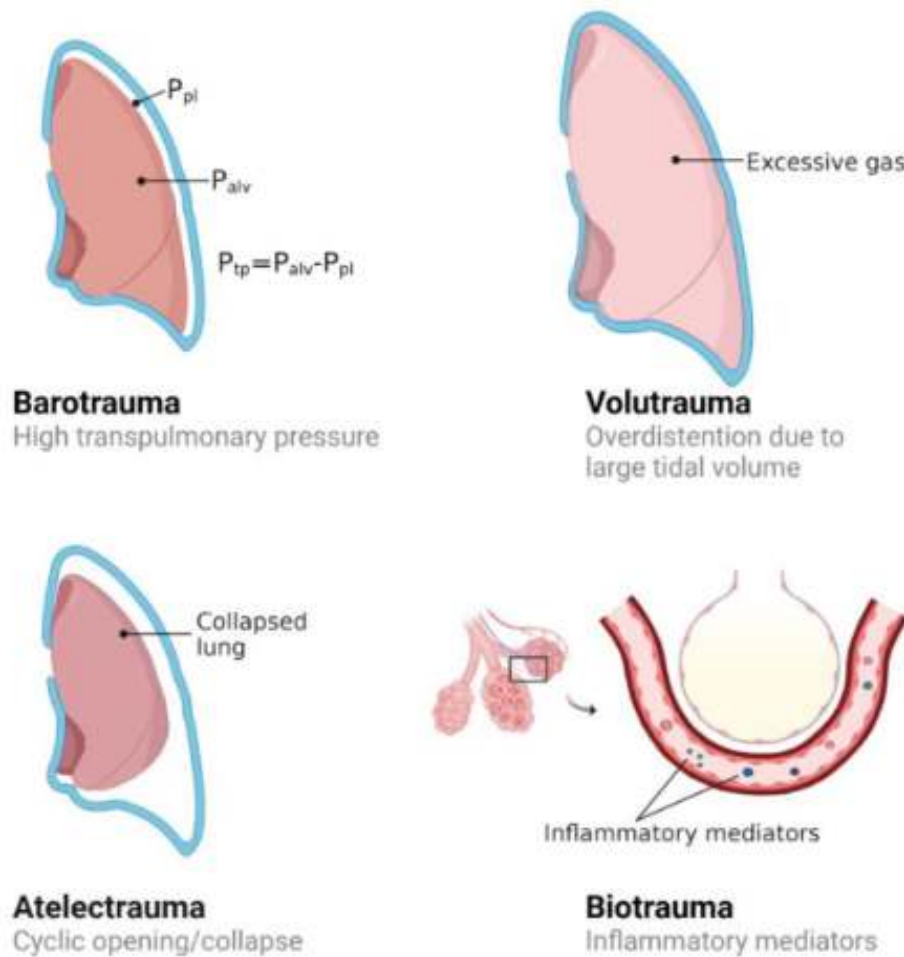
<b>PPC = bốn biến dương tính trở lên:</b>
Báo cáo X quang ngực về tình trạng xẹp phổi/đông đặc;
Nhiệt độ miệng $> 38^\circ C$ và không có ổ nhiễm trùng ngoài phổi;
Số lượng bạch cầu $> 11,2 \times 10^9 /L$ không giải thích được hoặc sử dụng kháng sinh hô hấp sau phẫu thuật;
Vi sinh đờm có dấu hiệu dương tính với nhiễm trùng;
Đờm mủ (màu vàng hoặc xanh) khác với tình trạng trước mổ;
$SpO_2 < 90\%$ trong không khí phòng;
Đến bác sĩ chẩn đoán viêm phổi/nhiễm trùng ngực;
Nhập viện ICU hoặc nằm ICU kéo dài do vấn đề hô hấp

WBC Bạch cầu,  $SpO_2$  độ bão hòa oxy ngoại vi, ICU phòng chăm sóc đặc biệt

**Bảng 3** LAS VEGAS (Tiêu chuẩn chẩn đoán PPC)

<b>PPC = một hoặc nhiều biến dương tính:</b>
Viêm phổi (thâm nhiễm X quang mới hoặc tiến triển; sốt > 38°C, số lượng bạch cầu > $12 \times 10^9/L$ hoặc tiết mủ);
Tràn khí màng phổi;
Suy hô hấp ( $PaO_2 < 60$ mmHg hoặc $SpO_2 < 90\%$ mặc dù đã điều trị bằng oxy hoặc cần thông khí áp lực dương không xâm lấn);
Bổ sung oxy ngoài kế hoạch (tthở oxy do $PaO_2 < 60$ mmHg hoặc $SpO_2 < 90\%$ trong không khí trong phòng);
ARDS (được định nghĩa theo định nghĩa ARDS của Berlin);
Thông khí cơ học xâm lấn mới hoặc kéo dài không có kế hoạch

ARDS Hội chứng nguy kịch hô hấp cấp



**Hình 1** Các loại chấn thương do máy thở gây ra. Ppl: áp lực màng phổi; Palv: áp lực phế nang; Ptp: áp lực xuyên phổi

### 3.1 Chấn thương khí áp

Dạng chấn thương khí áp (barotrauma) được công nhận phổ biến nhất là sự hiện diện của khí ngoài phế nang [22]. Chấn thương khí áp là do áp lực xuyên phổi cao (Ptp) và có thể xảy ra ngay cả khi áp lực đường thở hoặc áp lực phế nang (Palv) thấp hơn nếu áp lực màng phổi (Ppl) cực kỳ âm. Hiện tượng này lần đầu tiên được ghi nhận và báo cáo vào năm 1944 bởi Mackin và các đồng nghiệp của ông. Tình trạng bơm phồng quá mức và chênh lệch áp lực trong phế nang tăng cao dẫn đến không khí thoát ra qua các màng đáy phế nang bị vỡ, xuyên qua các mô và gây ra khí phế thũng mô kẽ, khí thũng trung thất, khí thũng dưới da, tràn khí màng ngoài tim và sau phúc mạc [23].

### 3.2 Chấn thương thể tích

Ngoài áp lực thông khí cao, có thể dẫn đến vỡ phế nang, căng ngực quá mức do thể tích khí lưu thông cao có thể gây tổn thương phổi [24], được gọi là “chấn thương thể tích” (volutrauma) [25].

Cuộc tranh luận về chấn thương khí áp và chấn thương thể tích đã bắt đầu từ lâu. Trong một nghiên cứu cổ điển vào năm 1992, bằng cách so sánh chiến lược thể tích thấp-áp lực cao và chiến lược thể tích cao-áp lực thấp, Dreyfuss và các đồng nghiệp nhận thấy rằng chấn thương thể tích quan trọng hơn chấn thương khí áp, và đặt ra thuật ngữ “chấn thương thể tích” để nhấn mạnh rằng việc lựa chọn chấn thương thể tích quan trọng hơn chấn thương khí áp. Thể tích khí lưu thông là yếu tố nguy cơ quan trọng nhất của tổn thương phổi liên quan đến thở máy [26].

Đúng là chỉ riêng áp lực đường thở cao không gây ra VILI, như các nghiên cứu đã xác nhận. Tuy nhiên, áp lực căng thích hợp của phổi không chỉ đơn giản là áp lực đường thở mà là áp lực xuyên phổi (áp lực phế nang trừ áp lực màng phổi,  $P_{tp} = P_{alv} - P_{pl}$ ), sự chênh lệch giữa áp lực bên trong và bên ngoài phổi [25]. Và nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc không

xem xét áp lực xuyên phổi ở bệnh nhân thở máy có thể dẫn đến tính toán sai nguy cơ VILI.

### 3.3 Chấn thương xẹp phổi

Thông khí ở mức cực thấp cũng có thể góp phần gây tổn thương phổi. Trong quá trình thở máy, áp lực và sức căng nhân lên ở điểm nối giữa vùng phổi căng quá mức và vùng phổi căng phòng bình thường, mô phổi mở và xẹp [27]. Năm 1970, Mead và các đồng nghiệp trình bày ý tưởng này bằng mô hình và phương trình [28]. Và Slutsky đặt tên cho chấn thương mở/xẹp lặp đi lặp lại là “chấn thương do xẹp phổi” (atelectrauma) [29]. Xẹp và mở phổi theo chu kỳ ở bên phẫu thuật cũng có thể gây chấn thương nặng.

### 3.4 Chấn thương sinh học

Chất trung gian nội bào là một nguyên nhân khác gây tổn thương phổi do thở máy. Kawano báo cáo vào năm 1987 rằng một số lượng lớn bạch cầu hạt được tìm thấy trong phổi bị tổn thương sau khi thở máy. Và với sự suy giảm bạch cầu hạt, động vật cho thấy sự trao đổi khí tốt hơn và chức năng phổi được cải thiện [30]. Và khái niệm “chấn thương sinh học” (biotrauma) đã được Tremblay và Slutsky đưa ra vào năm 1998 [31]. Thông khí cơ học có thể kích hoạt giải phóng các chất trung gian gây viêm có hại, bao gồm interleukin (IL)-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, protein-2 viêm đại thực bào, yếu tố hoại tử khối u- $\alpha$ , v.v. Phản ứng tiền viêm có thể xảy ra trong tuần hoàn hệ thống, không chỉ trong phổi, khác với các loại chấn thương khác [32].

## 4. Chiến lược thông khí bảo vệ

Khái niệm thông khí bảo vệ bắt nguồn từ việc điều trị hội chứng nguy kịch hô hấp cấp tính (ARDS) và đã được sử dụng rộng rãi trong liệu pháp hỗ trợ hô hấp lâm sàng và thở máy trong quá trình gây mê toàn thân. Như đã báo cáo trong các thử nghiệm đối chứng ngẫu nhiên trước đây, quy trình thông khí bảo vệ chủ



yếu bao gồm ba phần: TV, PEEP và thủ thuật huy động phổi (recruitment maneuvers - RM).

Trong thập kỷ gần đây, các nhà nghiên cứu đã thử nghiệm nhiều thông số thông khí bảo vệ khác nhau, cả kết hợp và tách biệt [33,34,35,36]. Trong thử nghiệm IMPROVE, nhóm chiến lược thông khí bảo vệ đã thực hiện các biện pháp cụ thể. Điều này bao gồm sử dụng thể tích khí lưu thông từ 6 đến 8 mL cho mỗi kg trọng lượng cơ thể dự đoán (predicted body weight - PBW), duy trì PEEP từ 6 đến 8 cm H<sub>2</sub>O và thực hiện các thủ thuật huy động phổi cứ sau 30 phút sau khi đặt nội khí quản. Kết quả thử nghiệm đã chứng minh rằng việc thực hiện chiến lược thông khí bảo vệ phổi ở những bệnh nhân có nguy cơ trung bình và nguy cơ cao trải qua phẫu thuật bụng lớn mang lại kết quả lâm sàng thuận lợi. Hơn nữa, cách tiếp cận này có liên quan đến việc giảm cả các biến chứng nặng ở phổi và ngoài phổi [33]. Tuy nhiên, trong nghiên cứu, PEEP chỉ được sử dụng trong một nhóm và kết hợp với RM định kỳ và TV thấp, trong khi nhóm đối chứng không nhận được PEEP, không RM và TV cao. Những sự kết hợp này gây khó khăn cho việc xác định lợi ích của TV thấp, PEEP hoặc RM tương ứng. Một nghiên cứu khác cho thấy TV không phải là yếu tố quyết định: trong số những bệnh nhân trải qua cuộc phẫu thuật lớn, được thở máy với thể tích khí lưu thông thấp 6 mL/kg PBW so với thể tích khí lưu thông thông thường là 10 mL/kg PBW, với PEEP được áp dụng tương tự giữa các nhóm, không làm giảm đáng kể các biến chứng phổi trong 7 ngày đầu sau phẫu thuật [34]. Xẹp phổi, dẫn đến thể tích khí lưu thông thấp, có thể tồi tệ hơn khi FiO<sub>2</sub> cao. FiO<sub>2</sub> thấp có thể ngăn ngừa xẹp phổi hấp thụ [9, 37].

Đối với PEEP, các nghiên cứu cũng đưa ra những câu trả lời khác nhau. Trong các nghiên cứu trước đây, sử dụng PEEP và RM ở mức cao có thể làm giảm áp lực đẩy và cải thiện kết quả lâm sàng cũng như giảm các biến chứng về phổi [35, 38, 39]. Thử nghiệm PROVHILO đã so sánh nhóm PEEP thấp hơn ( $\leq 2$  cm H<sub>2</sub>O) với thông khí trong khi phẫu

thuật ở thể tích khí lưu thông 8 mL/kg PBW với nhóm PEEP (12 cm H<sub>2</sub>O) cao hơn với thể tích khí lưu thông là 8 mL/kg PBW kết hợp với các thủ thuật huy động theo lịch trình. [36]. Nó cho thấy chiến lược có PEEP cao hơn và RM không bảo vệ bệnh nhân trải qua phẫu thuật bụng hở khỏi các biến chứng sau phẫu thuật. Theo một số cách, mức PEEP cao hơn cũng có thể làm suy giảm huyết động, khiến nó không phù hợp với những bệnh nhân có huyết động không ổn định. Trong nghiên cứu sử dụng phương pháp chuẩn độ PEEP với chụp cắt lớp trở kháng điện cho thấy mức PEEP ưa thích cho những bệnh nhân có chỉ số khối cơ thể (BMI)  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup> khoảng 18,5 cm H<sub>2</sub>O [40]. Thử nghiệm PROBESE cũng cho thấy chiến lược thông khí với PEEP cao hơn 12 cm H<sub>2</sub>O và các thủ thuật huy động phế nang so với chiến lược có PEEP thấp hơn 4 cm H<sub>2</sub>O, không làm giảm PPC [41].

Một chủ đề gây tranh cãi khác là thủ thuật huy động phổi. Các thủ thuật huy động được cho là làm giảm tình trạng xẹp phổi và được báo cáo là làm giảm các biến chứng phổi nghiêm trọng ở những bệnh nhân bị thiếu oxy [42, 43]. Ngược lại, một số nghiên cứu chỉ ra rằng áp dụng RM không mang lại kết quả lâm sàng tốt hơn, thậm chí còn liên quan đến việc gia tăng các biến cố bất lợi về tim mạch [44, 45].

Áp lực đẩy (driving pressure - DP, áp lực cao nguyên trừ áp lực đường thở cuối thì thở ra), cũng là một yếu tố dự báo kết quả ở bệnh nhân mắc ARDS, đã được đề xuất là biến số chính để tối ưu hóa khi thực hiện thở máy ở bệnh nhân mắc ARDS. Ngược lại, một nghiên cứu đã báo cáo không có sự khác biệt đáng kể giữa nhóm thủ thuật làm giảm áp lực đẩy và nhóm thông khí bảo vệ với PEEP cố định là 5 cm H<sub>2</sub>O [46].

Vẫn chưa có chiến lược thông khí “hoàn hảo” được chấp nhận rộng rãi.

## 5. Chiến lược thông khí một phổi

Thông khí một phổi trong phẫu thuật lồng ngực thường bao gồm ba giai đoạn: thông khí hai phổi

trước phẫu thuật, thông khí một phổi trong phẫu thuật và thông khí hai phổi sau phẫu thuật. Trong nghiên cứu phân tích kết quả sau phẫu thuật cắt bỏ ung thư phổi cho bệnh nhân trên 60 tuổi, Detillon và cộng sự đã báo cáo tỷ lệ mắc PPC cao tới 29,9% [47]. Xem xét các nguy cơ thiếu oxy máu và tổn thương phổi liên quan đến áp lực đường thở cao trong OLV, chiến lược thông khí lý tưởng nên được sửa đổi riêng lẻ và bao gồm ba giai đoạn trên. Trong các tình huống lâm sàng, bác sĩ gây mê thay đổi các thông số thông khí ở các khía cạnh sau để đạt được OLV tốt hơn.

### 5.1 Thể tích khí lưu thông

Xem xét thể tích khí lưu thông cá nhân, theo PBW, thay vì theo trọng lượng cơ thể thực tế (actual body weigh - ABW), nên được sử dụng để ước tính TV cần thiết [48]. Có mối tương quan mạnh mẽ hơn giữa chiều cao và kích thước phổi hơn là ABW. ABW có thể tạo ra TV quá mức ở những bệnh nhân béo phì có BMI cao hơn 40 kg/m<sup>2</sup> và TV không đủ thấp ở những bệnh nhân nhẹ cân. Do sự phân phối lại máu và ức chế co mạch phổi do thiếu oxy, TV trong OLV không bằng một nửa so với thông khí hai phổi. Thể tích khí lưu thông thích hợp trong OLV có thể là 4–6 mL/kg PBW [49]. Một nghiên cứu hồi cứu đa trung tâm cho thấy thông khí bảo vệ với TV 4,4 mL/kg (so với TV 6,4 mL/kg) không liên quan đến việc giảm các biến chứng phổi [50].

Thể tích khí lưu thông thấp có thể làm tăng khoảng chết và tăng CO<sub>2</sub>. Việc tăng tần số hô hấp (RR) từ 12 lần/phút lên 20 lần/phút có thể loại bỏ một phần CO<sub>2</sub> nhưng chỉ tăng RR đối với PaCO<sub>2</sub> “bình thường” là không nên. Hầu hết bệnh nhân có thể chịu đựng PaCO<sub>2</sub> gần 70 mmHg [51]. Rút ngắn thời gian thở ra và RR cao có thể mang lại PEEP nội tại lớn hơn và làm suy yếu hệ hô hấp [52].

### 5.2 Chế độ thông khí

Thông khí kiểm soát thể tích (volume-controlled ventilation - VCV) và thông khí kiểm soát áp lực (pressure-controlled ventilation - PCV) là hai chế độ

thông khí đầu tiên được sử dụng trong phẫu thuật. Ở chế độ VCV, thể tích khí lưu thông đặt trước đạt được ở tốc độ lưu lượng không đổi, đảm bảo thông khí phút dự kiến. Áp lực đỉnh đường thở có thể thay đổi theo sự thay đổi độ giãn nở của phổi và sức cản đường thở. Ở chế độ PCV, áp lực hít vào không đổi, nhưng thể tích khí lưu thông có thể thay đổi. Chế độ PCV cung cấp áp lực đường thở đỉnh thấp hơn và shunt trong phổi trong OLV [53]. Giảm oxy máu có thể xảy ra ở những bệnh nhân có độ giãn nở phổi kém. Trong những năm gần đây, các chế độ thông khí được điều khiển kép như chế độ đảm bảo thể tích kiểm soát áp lực (PCV-VG) đã phát triển. PCV-VG thuận lợi do kiểu lưu lượng giảm tốc so với lưu lượng không đổi ở chế độ VCV. Và thể tích khí lưu thông có thể thay đổi ở chế độ PCV vẫn được đảm bảo. Chế độ PCV-VG cũng được báo cáo là làm giảm phản ứng viêm phổi [54]. Tuy nhiên, tỷ lệ mắc PPC được báo cáo trong thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng mới nhất, không khác nhau giữa ba nhóm chế độ thông khí (VCV, PCV và PCV-VG) đối với bệnh nhân phẫu thuật lồng ngực sử dụng OLV [55].

### 5.3 PEEP

Trong quá trình thông khí bảo vệ với TV thấp, nguy cơ xẹp phổi là tương đối cao. PEEP có thể cải thiện quá trình oxy hóa và giảm thiểu VILI bằng cách giảm tình trạng xẹp phổi và xẹp phổi theo chu kỳ [3, 56]. Tuy nhiên, PEEP quá mức có thể gây chấn thương khí áp, tỷ lệ thông khí-tưới máu không đủ và hạ huyết áp do áp lực trong lồng ngực cao và lưu lượng máu đến tâm nhĩ phải thấp [57]. Nhiều nghiên cứu đã cố gắng tìm ra mức PEEP thích hợp. Có hai lựa chọn phổ biến: một là PEEP cao (> 10 cm H<sub>2</sub>O) và hai là PEEP thấp (2–5 cm H<sub>2</sub>O). Tuy nhiên, PEEP cố định không xem xét tình trạng cá nhân của bệnh nhân, chẳng hạn như bệnh phổi đã có từ trước và sự thay đổi thể tích phổi sau khi cắt bỏ phổi, v.v. Khái niệm “chuẩn độ PEEP” đã xuất hiện.

Một cách để chuẩn độ PEEP là giảm thiểu DP. Chiến lược thông khí hướng dẫn áp lực trong

OLV có thể làm giảm tỷ lệ mắc PPC so với thông khí bảo vệ thông thường trong phẫu thuật lồng ngực [58]. Cốt lõi của thông khí bảo vệ là giảm công suất cơ học (MP). MP là lượng năng lượng được truyền đến nhu mô phổi trên một đơn vị thời gian trong quá trình thở máy [59, 60]. Các nghiên cứu gần đây cho thấy mối tương quan giữa MP cao và VILI nghiêm trọng hơn ở cả mô hình động vật và bệnh nhân [61,62,63]. Phương trình công suất đã được tính toán và kiểm chứng [64, 65], thể hiện ở Công thức 1, nhưng rất khó tính. Một công thức thay thế chỉ sử dụng RR, Vt, áp lực hít vào đỉnh, PEEP và áp lực cao nguyên, tất cả các thông số có thể dễ dàng thu được từ máy thở, để tính MP, được hiển thị trong Công thức 2 [66]. DP (= áp lực cao nguyên-PEEP), là thông số quan trọng nhất trong phương trình. Bằng cách sửa đổi mức PEEP, có thể đạt được DP tối thiểu. Trong nghiên cứu về iPROVE-OLV, việc chuẩn độ PEEP trong chiến lược thông khí phổi mở chu phẫu được cá nhân hóa ở bệnh nhân dùng OLV có thể giúp giảm PPC [67]. Các nhà điều tra đã tìm ra ngưỡng MP là 12 J/phút đối với VILI, nghĩa là bệnh nhân có nguy cơ bị tổn thương phổi và phù toàn phổi cao hơn khi MP trên 12 J/phút và tổn thương có thể được phát hiện bằng chụp CT [60]. Nên sử dụng  $DP \leq 14 \text{ cm H}_2\text{O}$ .

$$Power_{rs} = RR \cdot \left\{ \Delta V^2 \cdot \left[ \frac{1}{2} \cdot EL_{rs} + RR \cdot \frac{(1 + I : E)}{60 \cdot I : E} \cdot R_{aw} \right] + \Delta V \cdot PEEP \right\}$$

$\Delta V$ : thể tích khí lưu thông;  $EL_{rs}$ : độ đàn hồi của hệ hô hấp; I:E: tỷ lệ thời gian hít vào và thở ra;  $R_{aw}$ : sức cản đường thở.

$$MP = 0.098 \cdot RR \cdot V_t [Peak \text{ inspiratory pressure} - \frac{1}{2} (Plateau \text{ pressure} - PEEP)]$$

Vt: thể tích khí lưu thông tính bằng lít.

Bằng cách sử dụng phương pháp chụp cắt lớp trở kháng điện (EIT), tình trạng thông khí của phổi sẽ trở nên rõ ràng [68, 69], cho phép theo dõi trực quan và động lực học theo thời gian thực, không xâm lấn. Công nghệ này không chỉ hữu ích cho việc chuẩn độ PEEP mà còn điều chỉnh các thông số khác [68, 69]. Thiết bị EIT, được trang bị một đai chứa 16 điện cực đặt quanh ngực ở khoang liên sườn thứ năm, có thể theo dõi sự phân bố thông khí ở các vị trí khác nhau của cơ thể. Nó ghi lại trạng thái trao đổi khí theo các giá trị TV và PEEP khác nhau và đánh giá hiệu quả của RM. Ngoài ra, chỉ số không đồng nhất toàn cầu có thể được tính bằng cách sử dụng phép đo EIT [70]. Điều quan trọng cần lưu ý là trong quá trình phẫu thuật nội soi lồng ngực, việc đặt đai EIT có thể xung đột với vị trí phẫu thuật, gây khó khăn cho việc áp dụng EIT. Hơn nữa, EIT không được áp dụng khi phổi bị xẹp hoặc không được thông khí. Trong nghiên cứu sâu hơn, các nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng sử dụng chuẩn độ PEEP do EIT hướng dẫn ở những bệnh nhân cao tuổi trải qua phẫu thuật nội soi lồng ngực, PEEP tối ưu (phạm vi từ 9–13 cm H<sub>2</sub>O) rõ ràng là cao hơn so với khuyến nghị trước đây là 5 cm H<sub>2</sub>O [68]. So sánh với nhóm PEEP cố định, các bệnh nhân trong nhóm PEEP riêng lẻ có tỷ lệ PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> cao hơn, độ giãn nở hệ hô hấp động cao hơn và DP thấp hơn. Đáng ngạc nhiên là bằng chứng cho thấy các phép đo EIT có thể giúp sửa đổi các thông số thông khí và phát triển các chiến lược thông khí riêng lẻ.

### 5.4 Chiến lược huy động phổi

Huy động phổi là một phần quan trọng của thông khí bảo vệ. Nó có thể mở lại các phế nang bị xẹp, cải thiện quá trình oxy hóa và giảm khoảng chết thông khí. Trong OLV, điều quan trọng là phải thực hiện RM để ngăn ngừa xẹp phổi kéo dài ở phổi bị xẹp ở bên phẫu thuật. Ngoài ra, phổi thông khí ở phía không phẫu thuật cũng cần RM do nguy cơ xẹp phổi hấp thụ đáng kể do tiếp xúc với nồng độ oxy cao [71]. Đánh giá có hệ thống về PEEP và RM cho thấy huy



động, được báo cáo trong nhiều nghiên cứu, cải thiện đáng kể PaO<sub>2</sub> trong OLV [72].

Khi chuyển từ thông khí một phổi sang thông khí hai phổi, cần có áp lực đường thở cao được kiểm soát (thường là 40 cm H<sub>2</sub>O) để tái giãn nở. Khi chuyển từ OLV sang thông khí hai phổi, cần áp dụng áp lực đường thở cao có kiểm soát (thường khoảng 40 cm H<sub>2</sub>O) để tạo điều kiện cho phổi xẹp tái nở. Một phương pháp được sử dụng phổ biến và được nghiên cứu rộng rãi để đạt được điều này là thông qua việc áp dụng bơm phòng duy trì (sustained inflation) [73]. Điều này liên quan đến việc sử dụng áp lực đường thở dương liên tục (CPAP) được đặt ở mức 40 cm H<sub>2</sub>O trong thời gian 40 giây. Siêu âm phổi và EIT là các kỹ thuật hình ảnh đầu giường không xâm lấn phổ biến để định lượng RM [74]. Tuy nhiên, sự gia tăng đột ngột áp lực đường thở có thể kích thích giải phóng các yếu tố gây viêm và làm tăng sức căng phế nang. RM từng bước, tăng áp lực từng bước, cho thấy ít thay đổi về huyết động hơn và ít tổn thương phổi cơ học và sinh hóa hơn [75, 76].

Tình trạng giảm oxy máu trong OLV trong phẫu thuật lồng ngực là tình trạng thường gặp trong gây mê [77]. Thường nên áp dụng CPAP cho phổi không được thông khí. Tuy nhiên, CPAP có thể cản trở việc tiếp xúc với phẫu thuật ở một bên lồng ngực. Các kỹ thuật khác điều trị tình trạng thiếu oxy máu đã được phát triển. Bơm khí có chọn lọc bằng ống nội soi phế quản sợi quang đã được báo cáo là cải thiện oxygen hóa một cách hiệu quả [78]. Phương pháp áp lực đường thở dương ngắt quãng đối với phổi không được thông khí bằng bộ lọc đặc biệt cũng có thể điều chỉnh quá trình tự độ bão hòa [79].

## 6. Thảo luận

Các nghiên cứu hiện tại về thông khí bảo vệ chưa làm rõ đầy đủ vai trò của các thông số thông khí và yếu tố chi phối của VILI. Sự phát triển của PPC, ngay cả những bệnh nhẹ, có thể liên quan đến tỷ lệ tử vong

tại bệnh viện, nhập viện và tái nhập viện ICU, thời gian nằm viện kéo dài và các kết cục nghiêm trọng khác, là gánh nặng lớn cho gia đình bệnh nhân và hệ thống chăm sóc y tế, khiến việc phòng ngừa trở nên khó khăn hơn. của PPC không chỉ là mục tiêu trị liệu mà còn là mục tiêu kinh tế để tối ưu hóa thở máy [80]. Và chiến lược thông khí được cá nhân hóa cho bệnh nhân phẫu thuật và bệnh nhân nguy kịch theo sinh lý và hình thái phổi cũng như nguyên nhân bệnh có thể cải thiện chức năng phổi và kết quả lâm sàng [81].

Tối ưu hóa chiến lược thông khí là một nỗ lực khả thi để giảm tỷ lệ mắc PPC. Nên sử dụng chiến lược sử dụng TV tương đối thấp (6–8 mL/kg PBW, không phải thấp tuyệt đối), PEEP thấp (PEEP 4 cm H<sub>2</sub>O) với RM và DP thấp (14 cm H<sub>2</sub>O). Đối với OLV, các khuyến nghị là: thể tích khí lưu thông tương đối thấp ở mức 4–6 mL/kg PBW; PEEP cá nhân hóa để giảm thiểu DP (tốt hơn là ≤ 14 cm H<sub>2</sub>O); thủ thuật huy động phổi từng bước trước OLV và sau khi chuyển sang thông khí hai phổi; và FiO<sub>2</sub> tối thiểu để giữ SpO<sub>2</sub> ≥ 90%.

Hiệu quả của các chiến lược được mô tả ở trên vẫn còn gây tranh cãi. Một thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng lớn điều tra áp lực dương cuối thì thở ra cao so với thấp trong quá trình gây mê toàn thân cho phẫu thuật bụng hở (thử nghiệm PROVHILO) gợi ý rằng chiến lược thông khí bảo vệ trong phẫu thuật nên bao gồm TV thấp và PEEP thấp, không có RM [36]. Đối với những bệnh nhân béo phì, được chỉ định trong nghiên cứu PROBESE, mức PEEP và RM cao hơn không làm giảm PPC [41]. Và thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng đầu tiên thảo luận về thông khí bảo vệ trong OLV trong phẫu thuật lồng ngực (nghiên cứu PROTHOR) so sánh tác động của PEEP cao trong phẫu thuật với RM so với PEEP thấp không có RM trên PPC [82]. Vẫn còn một chặng đường dài để tìm ra cách hoàn hảo để giảm thiểu tổn thương phổi do thở máy.