

Received: 15 October 2021 | Revised: 2 December 2021 | Accepted: 3 December 2021

DOI: 10.1111/pan.14366

EDUCATIONAL REVIEW

Pediatric Anesthesia WILEY

Understanding pediatric ventilation in the operative setting. Part II: Setting perioperative ventilation

Johannes Spaeth^{1,2} | Stefan Schumann^{1,2} | Susan Humphreys^{3,4}

Hiểu về thông khí cho trẻ em trong môi trường phẫu thuật. Phần II: Cài đặt thông khí chu phẫu

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

Tóm tắt

Các phương pháp thông khí bảo vệ phổi ngày càng được nghiên cứu trong những năm gần đây. Mặc dù bằng chứng được tìm thấy ở người lớn trải qua phẫu thuật, dữ liệu ở trẻ nhỏ vẫn còn khan hiếm và gây tranh cãi. Tuy nhiên, từ góc độ sinh lý, các đặc điểm thay đổi liên tục của hệ hô hấp từ khi sinh ra cho đến tuổi thiếu niên đòi hỏi một cách tiếp cận dựa trên phân tích của từng bệnh nhân. Trạm gây mê hiện đại cung cấp những thông tin như vậy, với những điểm mạnh và điểm yếu về kỹ thuật sẽ được thảo luận trong phần đánh giá trước công việc hiện tại (xem Phần I). Phần tóm tắt hiện tại nhằm mục đích cung cấp các ý tưởng về cách dịch thông tin hiển thị trên trạm gây mê sang các cài đặt thông khí lâm sàng hướng đến bệnh nhân.

1. GIỚI THIỆU

Bằng chứng lâm sàng liên quan đến các chiến lược thông khí cho trẻ em có phổi khỏe mạnh trong khi phẫu thuật vẫn còn khan hiếm. Bác sĩ gây mê nhi

khoa cần đưa ra quyết định cá nhân liên quan đến việc điều trị cho bệnh nhân, có tính đến nhiều đặc điểm sinh lý của hệ hô hấp, thay đổi từ khi sinh ra cho đến tuổi vị thành niên, bao gồm cả thông tin thu được từ trạm gây mê (AWS). Mục tiêu chính của cài đặt thông khí cơ học là tối ưu hóa quá trình trao đổi khí trong phạm vi sinh lý. Định cấu hình cài đặt thông khí để đạt được mục tiêu này đòi hỏi sự hiểu biết và kỹ năng vượt xa việc sử dụng cài đặt trước tự động.

Từ góc độ vật lý, thông khí nhằm mục đích truyền năng lượng khí nén từ máy thở đến hệ hô hấp của bệnh nhân. Liên quan đến tổn thương phổi tiềm ẩn liên quan đến thông khí, cài đặt thông khí cơ học sẽ luôn là sự đánh đổi giữa thông khí phổi đầy đủ và áp dụng truyền năng lượng thấp nhất có thể. Đánh giá nghiêm túc các câu hỏi sau đây dựa trên các đặc điểm và hoàn cảnh của bệnh nhân có thể giúp xác định cài đặt máy thở trên cơ sở hợp lý:

1. Chế độ thông khí nào là hiệu quả nhất?
2. Thông khí phút có thấp như yêu cầu không?

3. Phổi có mở và không căng quá mức không?
4. Thành phần của khí thở có được điều chỉnh theo nhu cầu thực tế không?

Trong các chương tiếp theo, chúng tôi mong muốn giải quyết cách sử dụng thông tin do AWS cung cấp để trả lời những câu hỏi này.

2. CÀI ĐẶT CHẾ ĐỘ THÔNG KHÍ HIỆU QUẢ NHẤT

Từ góc độ lịch sử, các bác sĩ gây mê nhi khoa thích thông khí kiểm soát áp lực (PCV, pressure-controlled ventilation) hơn. Từ các bằng chứng sẵn có, thông khí kiểm soát thể tích (VCV, volume-controlled ventilation) đã bị tránh vì lý do không tin tưởng vào độ chính xác của áp dụng thể tích khí lưu thông và nỗi sợ áp lực đường thở cao. Như đã minh họa trước đây, các nhà sản xuất đã có những nỗ lực đầy hứa hẹn để giải quyết những thiếu sót liên quan đến độ chính xác của ứng dụng thể tích khí lưu thông. Tách khí mới và bù độ giãn nở là một trong những điều quan trọng nhất (Phần I). Liên quan đến áp lực đường thở, điều quan trọng cần nhớ là với áp lực phế nang cuối thì hít vào giống hệt nhau, VCV cho thấy áp lực đường thở đỉnh cao hơn rõ ràng so với PCV. Tuy nhiên, điều này chỉ là do chênh lệch áp lực sức cản phụ thuộc vào lưu lượng qua các đường dẫn khí phía xa ống chữ Y và do đó không làm căng phổi (xem Phần I, Hình 4). Tuy nhiên, sự không chắc chắn về áp lực hít vào “thực” sẽ tiếp tục trừ khi các nhà sản xuất AWS ngụ ý tính toán áp lực khí quản (hoặc phế nang), chẳng hạn như dựa trên các thuật toán như đã thảo luận.

Cho đến nay, không có đủ bằng chứng liên quan đến ủng hộ dạng sóng lưu lượng giảm khi hít vào (tức là PCV) so với dạng sóng lưu lượng hằng định (tức là VCV) trong môi trường chu phẫu. Tuy nhiên, lựa chọn nên nhắm mục tiêu cụ thể.

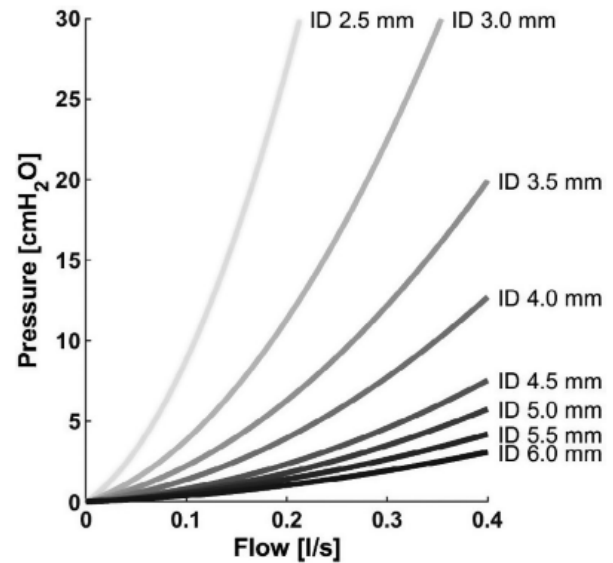
PCV xuất hiện chế độ thông khí ưu tiên nếu có khả năng rò rỉ đường thở liên quan, ví dụ, trong quá trình thông khí qua ống nội khí quản không bóng chèn hoặc mặt nạ thanh quản hoặc trong thông khí phổi riêng biệt. Trong trường hợp có rò rỉ, việc phân phối lưu lượng hít vào, cho đến giới hạn của máy thở, đảm bảo biên độ áp lực cần thiết để bơm vào thể tích khí lưu thông mục tiêu. Vì lý do này, nguyên tắc cơ học của PCV cũng là cơ sở cho hầu hết các chế độ thông khí hỗ trợ và thông khí không xâm lấn. Hơn nữa, PCV thích hợp hơn khi có nguy cơ siêu bơm phòng động. Thể tích được giữ lại (và tăng áp lực cuối kỳ thở ra) làm giảm áp lực đẩy của hơi thở tiếp theo. Áp lực hít vào đỉnh không đổi; do đó, tránh được sự gia tăng áp lực quá mức, vì nó sẽ phát triển dần dần trong VCV.

VCV có thể là một lợi thế trong các tình huống khi dự kiến có những thay đổi về độ giãn nở của hệ thống hô hấp (CRS), ví dụ như trong trường hợp bơm khí CO₂ vào phúc mạc hoặc tái định vị. Thể tích khí lưu thông không đổi ở áp lực hít vào đỉnh khác nhau, tránh giảm thông khí và thể tích khí lưu thông quá mức (có thể liên quan đến chấn thương thể tích). Hơn nữa, mặc dù ít rõ ràng hơn, lưu lượng hằng định trong khi hít vào cung cấp (gần như) các điều kiện tuyến tính, do đó tạo điều kiện thuận lợi phân tích cơ học hô hấp.¹

Các chế độ thông khí mới hơn hiện có, kết hợp điểm mạnh của cả hai kỹ thuật. Các chế độ này cung cấp các lợi ích của mô hình lưu lượng giảm với thể tích khí lưu thông được bảo đảm. Do đó, áp lực hít vào tối đa được tự động điều chỉnh để cung cấp thể tích khí lưu thông đã đặt, trong các phạm vi nhất định. Với những thay đổi về độ giãn nở được xác định liên tục, thông khí phế nang có thể được đảm bảo ở áp lực hít vào thấp nhất có thể. Cho đến nay, các chế độ này dường như là hiệu quả nhất để thông khí lâu dài cho trẻ sơ sinh

non tháng và đủ tháng. Chế độ Đảm bảo thể tích (Volume Guarantee) (được nghiên cứu rộng rãi nhất; Dräger Medical, Đức) có thể làm giảm đáng kể tỷ lệ tử vong và chứng loạn sản phế quản phổi, tràn khí màng phổi, giảm cacbonic và nhuễn máu quanh não thất cũng như xuất huyết não thất nghiêm trọng so với PCV.² Các chế độ có chức năng tương đương cũng có sẵn cho thông khí chu phẫu với AWS hiện đại. Trong khi bằng chứng liên quan đến cơ học hô hấp được cải thiện khá thuyết phục ở người lớn trải qua phẫu thuật chọn lọc,³ thì bằng chứng lại kém phát triển hơn đối với thông khí trong quá trình gây mê ở trẻ em.

Từ quan điểm cơ sinh học, bệnh nhân được hưởng lợi từ việc hỗ trợ thở tự nhiên bằng thông khí hỗ trợ áp lực (PSV, pressure support ventilation). Trong PSV, áp lực hít vào ít nhất phải bù cho chênh lệch áp lực sức cản của đường thở nhân tạo. Vì lực cản phụ thuộc phi tuyến tính vào lưu lượng, mức bù cần thiết thay đổi đáng kể giữa các tình huống cụ thể và thậm chí trong một hơi thở. Ví dụ, ở trẻ sơ sinh, lưu lượng hít vào tối đa có thể lên tới 300 mL/s. Trong tình huống này, một ống nội khí quản có đường kính trong 4,5 mm tạo ra khoảng 5 cmH₂O (Hình 1), hệ thống thở bao gồm các đầu nối khoảng 2 cmH₂O và hệ thống lọc khoảng 0,5 cmH₂O chênh lệch áp lực sức cản.^{4, 5} Theo đó, một máy thở vào hỗ trợ áp lực khoảng 3–4 cmH₂O có thể bù cho khoảng 50% sức cản của đường thở nhân tạo trong ví dụ này. Cần thận trọng đối với độ nhạy kích hoạt. Sức cản đường thở nhân tạo chống lại nỗ lực kích hoạt máy thở của bệnh nhân. Do đó, nên đặt ngưỡng kích hoạt để đạt được đủ sự đồng bộ giữa máy thở và bệnh nhân (thường là khoảng 1 L/phút). Trong trường hợp không đồng bộ bệnh nhân-máy thở nghiêm trọng (ví dụ: ho ngay trước khi rút nội khí quản), áp lực đường thở dương liên tục có thể phù hợp hơn PSV để duy trì áp lực đường thở dương.



HÌNH 1 Độ dốc áp lực hít vào phụ thuộc vào lưu lượng qua các ống nội khí quản dành cho trẻ em có đường kính trong (ID) từ 2,0 đến 6,0 mm. Xin lưu ý rằng với kiến thức về tốc độ lưu lượng hiện tại (ví dụ: 300 mL/s), độ dốc áp lực tương ứng có thể được ước tính gần đúng từ tọa độ

3. THIẾT LẬP THÔNG KHÍ PHÚT YÊU CẦU THẤP NHẤT

Đạt được thông khí phút phế nang (MV, minute ventilation) đầy đủ là thách thức chính khi thiết lập các thông số máy thở cho bệnh nhân nhi. Điều nghe có vẻ đơn giản như chỉ kết hợp hai biến số cơ bản, V_T và tần số hô hấp, hóa ra lại khó khăn trong thực hành hàng ngày. Trẻ càng nhỏ nhu cầu thông khí phế nang càng cao. Mức tiêu thụ oxy cao, khả năng khuếch tán oxy thấp và dung tích cặn chức năng thấp gây ra nhu cầu cao không tương xứng đối với MV.⁶ Nhu cầu thông khí phế nang bị chống lại bởi sức cản cao của hệ hô hấp, hạn chế trao đổi thể tích với tốc độ luân chuyển tăng (tức là lưu lượng). Sau khi sinh, phổi phát triển nhanh hơn đường thở⁶, điều này giải thích cho sức cản cao không tương xứng của hệ hô hấp (Rrs). Trên

đó, tỷ lệ khoảng chết so với V_T càng làm phức tạp thêm quá trình trao đổi khí đầy đủ. May mắn thay, lượng khoảng chết giải phẫu được điều chỉnh theo trọng lượng vẫn tương đối ổn định khi lớn lên.

Trong những thập kỷ qua, bằng chứng được tích lũy liên quan đến thể tích khí lưu thông thấp làm giảm nguy cơ tổn thương phổi do máy thở ở người lớn. Những lợi ích quan sát được trong kết quả đã khuyến khích các bác sĩ lâm sàng và các nhà nghiên cứu áp dụng các khái niệm này cho cả những bệnh nhân khỏe mạnh có phổi được thở máy sau phẫu thuật. Ngày nay, người ta chấp nhận rộng rãi rằng thể tích khí lưu thông trong khoảng từ 6 đến 8 ml trên mỗi kg trọng lượng cơ thể lý tưởng (IBW) có thể làm giảm nguy cơ biến chứng phổi sau phẫu thuật (PPC, postoperative pulmonary complications), như một phần của gói biện pháp đề cập đến cái gọi là thông khí bảo vệ phổi. Trong bối cảnh này, hóa ra rủi ro đối với PPC phụ thuộc vào một số yếu tố liên quan đến đặc điểm của bệnh nhân, bệnh đi kèm và loại phẫu thuật chẳng hạn.

Bằng chứng như vậy là khan hiếm ở bệnh nhân nhi. Kneyber và cộng sự phân tích bằng chứng về vấn đề này trong năm 2015 rất đáng đọc. Các tác giả kết luận rằng cài đặt thông khí cho trẻ em hầu như không được hỗ trợ bởi bất kỳ bằng chứng khoa học nào và do đó, V_T phải gần với phạm vi sinh lý (5–8 mL/kg IBW).⁶ Tuy nhiên, vào năm 2017, Hội nghị đồng thuận về thông khí cơ học cho trẻ em (PEMVECC) đã công bố các khuyến nghị về thở máy cho trẻ em bị bệnh nặng, trong đó có tuyên bố rằng V_T nên đặt dưới 10 ml/kg IBW.⁷ Giá trị này cũng nên được phản ánh dưới ánh sáng của các nguồn hoặc lỗi tiềm ẩn. Đầu tiên, đo lường thể tích trong AWS bao gồm một dung sai nhất định có thể dẫn đến lỗi liên quan, đặc biệt là ở V_T rất nhỏ; thứ hai, sự thay đổi giữa các đối tượng về các đặc điểm chức năng của hệ hô hấp có thể ở

mức độ đáng kể ở trẻ em. Ở trẻ 5 tuổi, dung tích sống gắng sức (FVC) được coi là “bình thường” trong khoảng 70%–130% giá trị dự đoán. Phạm vi này giảm dần cho đến khi 15 tuổi, nhưng sau đó vẫn lên tới 80%–120%; thứ ba, việc tính toán IBW ở trẻ em thiếu bằng chứng, nếu được thực hiện trên lâm sàng. Các mốc V_T đã cho giả định hiệu chỉnh theo tổng dung tích phổi của từng bệnh nhân. Chiều cao, và do đó là IBW, được chấp nhận là đại diện thay thế sơ bộ cho TLC. Tuy nhiên, các nghiên cứu so sánh các phương pháp tính IBW cho thấy trọng lượng cơ thể thực tế và IBW có thể khác nhau đáng kể ở trẻ em.^{8, 9} Do đó, việc tính toán IBW chỉ nên giới hạn ở trẻ em trên 2 tuổi.⁹ Mặc dù không có phương trình tiêu chuẩn vàng cho tính toán IBW ở trẻ em, Ward và cộng sự nhận thấy phương pháp McLaren-Read phù hợp, ở trẻ em mắc PARDS từ 2 đến 10 tuổi và đặc biệt là ở trẻ em trên 10 tuổi, nơi có sự khác biệt rõ rệt nhất giữa các phương pháp tính toán khác nhau.¹⁰ Các tác giả kết luận rằng phương pháp McLaren-Read tương đối dễ tính bằng cách sử dụng các biểu đồ tăng trưởng có sẵn để so sánh cân nặng và chiều cao theo độ tuổi của trẻ. AWS hiện đại có thể phù hợp để tính toán các thuật toán phức tạp như vậy và hiển thị IBW được điều chỉnh theo độ tuổi, nhằm tăng độ chính xác.

Đặt V_T thích hợp ở trẻ sơ sinh non tháng và đủ tháng cần được chú ý đặc biệt do dễ bị hội chứng suy hô hấp. Ở trẻ sơ sinh khỏe mạnh, thể tích khí lưu thông trung bình là 4 – 6 ml/kg với mục tiêu thông khí phút là 0,2–0,3 L/phút/kg.¹¹ Tóm lại, PEEP và thông khí nhắm mục tiêu thể tích nên được tiếp tục nếu có thể và nên áp dụng thận trọng vô tình làm căng quá mức phổi.^{12, 13}

Biến số khác ảnh hưởng đến MV là tần số hô hấp (RR, respiratory rate). Cài đặt RR ít được thảo luận nghiêm túc hơn nhiều so với cài đặt V_T . Từ quan điểm thực tế, một khi V_T được điều chỉnh

theo đặc điểm cá nhân của bệnh nhân, RR được đặt thành nhiều V_T cho đến khi đạt được MV mong muốn. AWS hiện đại cho phép đặt thời gian hít vào thấp nhất là 0,2 giây. Điều này tương ứng với thời gian hít vào sinh lý của trẻ sơ sinh khỏe mạnh, khoảng 0,2–0,4 giây.¹¹ Tuy nhiên, RR cao hơn làm tăng thông khí tích lũy trong khoảng chết, điều này chống lại mục tiêu thông khí phế nang đầy đủ. Với phạm vi tương đối tự do đối với V_T điều chỉnh theo cân nặng, bác sĩ lâm sàng có thể được khuyến khích điều chỉnh RR về giới hạn thấp hơn. Việc xem xét hằng số thời gian của hệ thống hô hấp ($Tau = C_{RS} \times R_{RS}$) có thể giúp ích cho vấn đề này. Ở trẻ em có hằng số thời gian khá dài (sức cản đường thở cao), RR thấp sẽ thích hợp hơn. Ngược lại, ở trẻ em có biểu hiện hằng số thời gian khá ngắn (độ giãn nở thấp, ví dụ, trong hội chứng suy hô hấp), phổi trống rỗng nhanh hơn (so sánh Phần I, Hình 3 và 4); do đó, RR cao có thể được áp dụng để đạt đủ MV.

Việc thiết lập tỷ lệ hít vào và thở ra thích hợp có thể dựa trên cấu hình lưu lượng thở ra. Có thể giả định rằng hít vào hoàn toàn và thở ra hoàn toàn nếu lưu lượng giảm tốc xấp xỉ bằng không ở cuối mỗi giai đoạn của hơi thở (Hình 2). Việc điều chỉnh thời gian thở ra chỉ để đảm bảo thở ra hoàn toàn sẽ hạn chế thời gian hệ thống hô hấp nghỉ ngơi ở áp lực thấp nhất trong chu kỳ thở (nghĩa là áp lực dương cuối thì thở ra) ở mức tối thiểu, do đó ngăn ngừa tình trạng mất huy động khí của phổi do xẹp phế nang. Hơn nữa, trong PCV, việc thiết lập khoảng thời gian thở ra có lợi cho thời gian hít vào đảm bảo phát triển thể tích khí lưu thông tốt nhất khi thời gian cân bằng được kéo dài. Điều này đặc biệt đúng ở RR cao và Tau dài.

Nghiên cứu gần đây đặt câu hỏi RR là một yếu tố độc lập góp phần vào VILI.¹⁴ Theo cách tiếp cận toàn diện này, năng lượng được truyền từ máy thở đến hệ hô hấp của bệnh nhân được tính

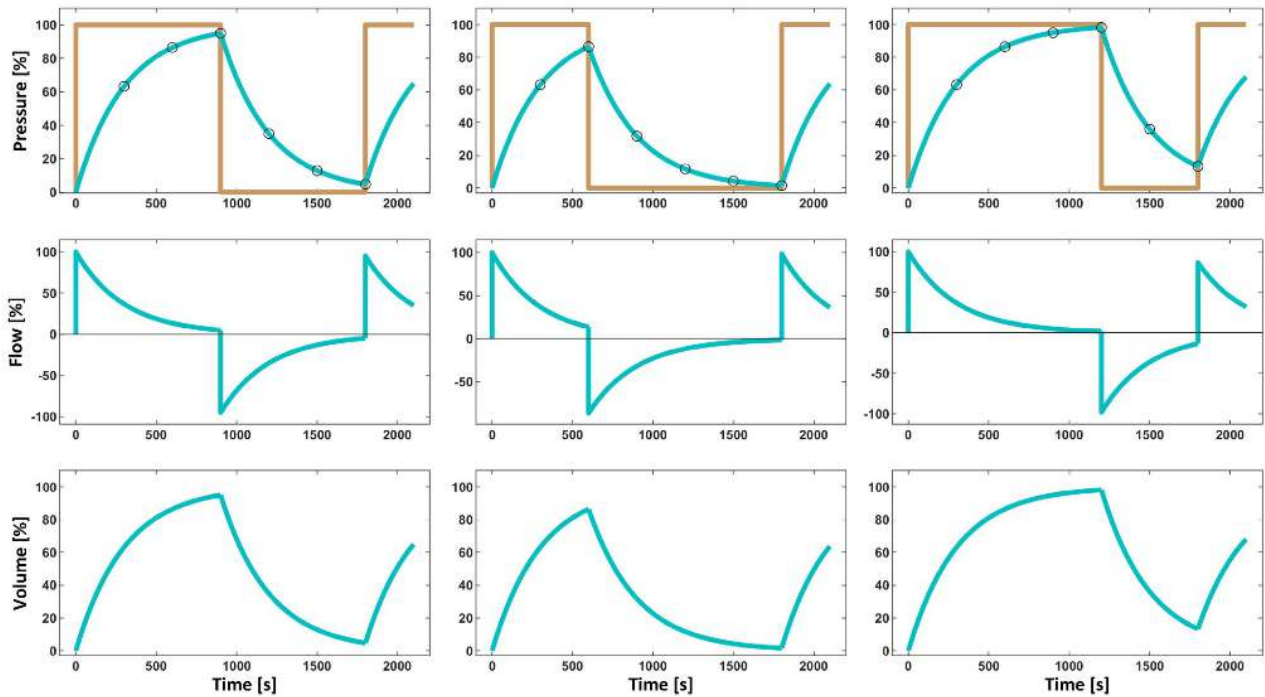
toán. Tuy nhiên, cho đến nay, tác động của RR đối với các biến chứng phổi vẫn chưa rõ ràng.

4. ĐẠT ĐƯỢC TÌNH TRẠNG HUY ĐỘNG PHÙ HỢP

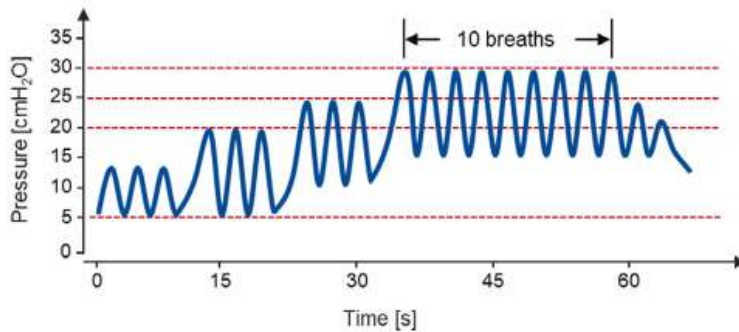
Khi xem xét việc mở phổi, người ta phải phân biệt giữa hai hiện tượng, huy động/giảm huy động trong chu kỳ thở và xẹp phổi. Trong khi phần đầu tiên mô tả sự mở và đóng lặp đi lặp lại của mô phế nang, thì phần thứ hai đề cập đến sự xẹp xuống ít nhiều của phế nang và do đó dẫn đến vùng shunt, không góp phần vào quá trình trao đổi khí.

Cho đến nay, hầu hết trẻ em đều bị xẹp phổi trong quá trình gây mê. Thủ thuật huy động phổi được cho là đảo ngược tình trạng xẹp phế nang. Tuy nhiên, do huy động áp lực trong lồng ngực thường cao, các thủ thuật có thể làm suy giảm huyết động. Ở người lớn, áp lực hít vào cao nhất khoảng 40 cmH₂O (và khoảng 50 cmH₂O ở người béo phì) được coi là hiệu quả, trong khi áp lực đường thở hít vào ở trẻ em có thể thấp hơn. Lý do là do lồng ngực của trẻ em có tính đàn hồi cao, áp lực trong phổi được phân bố theo tỷ lệ cao hơn đối với áp lực xuyên phổi và một tỷ lệ nhỏ hơn đối với áp lực xuyên lồng ngực so với người lớn.

Ở trẻ em từ 6 tháng đến 7 tuổi, việc tăng PEEP để đạt được áp lực hít vào là 30 cmH₂O trong PCV (Hình 3) đã ngăn ngừa hiệu quả tình trạng xẹp phổi ở phần lớn bệnh nhân trong quá trình phẫu thuật nội soi. Trong 47 bệnh nhân tham gia nghiên cứu, không quan sát thấy các biến cố huyết động liên quan.¹⁵ Ngay cả áp lực hít vào cao nhất là 22 cmH₂O (10 cmH₂O PEEP + 12 cmH₂O áp lực đẩy) cũng có hiệu quả, khi áp dụng ở các vị trí cơ thể đối diện nhau (90 giây mỗi bên).¹⁶



HÌNH 2 Mô phỏng các đường cong thông khí được kiểm soát áp lực do máy tính tạo ra ở tần số hô hấp và áp lực hít vào không đổi nhưng tỷ lệ hít vào và thở ra (I:E) khác nhau. Đường cong áp lực đường thở (màu cam) được đặt chồng lên bởi đường cong áp lực khí quản (màu xanh lam; bảng trên). Xin lưu ý rằng áp lực khí quản không đạt đến áp lực đường thở (được đặt bên trong máy thở) gần cuối thì hít vào với tỷ lệ I:E là 1:2 (hàng giữa). Tiếp theo, thể tích khí lưu thông hít vào thấp hơn thể tích khí lưu thông ở tỷ lệ I:E là 1:1 (hàng bên trái), ở áp lực đường thở hít vào tương ứng. Ngược lại, ở tỷ lệ I:E là 2:1 (hàng bên phải), áp lực khí quản không bằng áp lực đường thở khi kết thúc kỳ thở ra. Tiếp theo, thể tích thở ra thấp hơn thể tích hít vào, cho thấy phổi căng phòng động và tiếp theo là thể tích khí lưu thông thấp hơn với các nhịp thở tiếp theo.



HÌNH 3 Sơ đồ minh họa diễn biến của áp lực đường thở trong thủ thuật huy động phổi được áp dụng trong nghiên cứu của Acosta và đồng nghiệp ở 42 trẻ từ 6 tháng đến 7 tuổi có phổi khỏe mạnh, trước khi bơm CO₂ vào khoang phúc mạc.¹⁵ Trong quá trình thông khí kiểm soát áp lực, áp lực đẩy được tăng lên 15 cmH₂O, sau đó, PEEP được tăng lên 10 cmH₂O và 15 cmH₂O liên tiếp, mỗi điều kiện áp dụng cho 3 nhịp thở liên tiếp. Ở PEEP 15 cmH₂O và áp lực đẩy 15 cmH₂O, 10 nhịp thở được áp dụng với hiệu quả của thủ thuật kiểm soát qua siêu âm phổi

Huy động phổi thành công có thể được phát hiện từ hình ảnh, phân tích cơ học hệ hô hấp hoặc từ việc giảm khoảng chết giải phẫu. C_{RS} tăng lên, và với một capnography thể tích được áp dụng, phương trình Bohr cho phép tính gần đúng mức giảm khoảng chết, tương quan với việc thông khí phổi được cải thiện (**Phương trình 1**).

$$VD = VT \times \frac{PaCO_2 - P_{exp}CO_2}{PaCO_2} \quad (1)$$

Các thao tác huy động phổi dường như có hiệu quả để giải quyết tình trạng xẹp phổi cấp tính, ví dụ, do khởi mê gây mê hoặc sau khi ngắt kết nối hệ thống thở. Tuy nhiên, trong quá trình thở máy đang diễn ra, một nghiên cứu từ nhóm của chúng tôi không tìm thấy tác động kéo dài nào của các thao tác huy động đối với độ giãn nở hoặc tình trạng huy động của phổi.¹⁷ Để làm cho hiệu quả của thao tác huy động trở nên bền vững hơn, nên đặt mức PEEP thích hợp được áp dụng sau đó.

Mặc dù việc sử dụng thể tích khí lưu thông thấp được chấp nhận rộng rãi, vấn đề thiết lập PEEP tối ưu vẫn chưa được giải quyết, đặc biệt ở bệnh nhân nhi. PEEP được cho là nẹp đường thở và do đó để ngăn chặn sự sụp đổ và mở lại các phế nang. Khi xem xét cơ sở sinh lý của cài đặt PEEP, cần phải xem xét rằng thể tích đóng ở trẻ sơ sinh cao hơn dung tích cặn chức năng.

Trong các nghiên cứu của chúng tôi, chúng tôi thấy rằng huy động/mất huy động theo chu kỳ thở thường xảy ra ở trẻ nhỏ hơn so với trẻ lớn hơn và các thao tác huy động không cho thấy bất kỳ tác dụng kéo dài nào trong một trong các nghiên cứu của chúng tôi.^{17, 18} Đặc biệt, mức PEEP tăng vừa phải lên đến 7 cmH₂O không giải quyết đáng kể việc huy động/mất huy động theo chu kỳ thở, trái ngược với bệnh nhân người lớn. Điều này cho thấy khả năng không thể huy động được về mặt sinh lý là một đặc điểm của phổi đang phát triển

và do đó có thể không nhất thiết gây bất lợi. Điều này được hỗ trợ bởi một nghiên cứu ban đầu cho thấy rằng sự xuất hiện của việc đóng đường thở ở giai đoạn cuối xảy ra trong quá trình thở bình thường ở trẻ nhỏ hơn.¹⁹

Trong trường hợp không có bằng chứng liên quan đến kết quả đối với các chiến lược PEEP, việc điều chỉnh PEEP dựa trên các cân nhắc về sinh lý có vẻ hợp lý. Do các kỹ thuật hình ảnh và phân tích phức tạp về cơ chế hệ thống hô hấp không có sẵn trong môi trường lâm sàng thông thường, nên các thao tác thay đổi PEEP có thể được sử dụng để tìm ra PEEP tối ưu. Giảm thiểu áp lực đẩy hiện đang được thảo luận là mục tiêu hướng dẫn cài đặt thông khí,²⁰ mặc dù bản thân biện pháp này không thể truy cập được dưới dạng biến kiểm soát của thông khí cơ học. Áp lực đẩy là kết quả của việc chia thể tích khí lưu thông theo độ giãn nở.²¹ Vẫn là nhằm gián tiếp nhắm đến áp lực đẩy thấp: C_{RS} có thể thay đổi với PEEP, đặc biệt nếu PEEP có liên quan đến việc huy động mô phổi. Do đó, PEEP có thể được thiết lập với mục đích cải thiện độ giãn nở. Một phương pháp đã được chứng minh là hợp lệ về vấn đề này là đặt PEEP sau thử nghiệm PEEP giảm dần.²² Đối với điều này, PEEP tối đa được đặt và giảm dần từng bước. Nếu độ giãn nở giảm đáng kể với một bước PEEP nhất định, PEEP sẽ được đặt trở lại giá trị trước đó. Bằng cách này, độ giãn nở cao nhất đạt được. Kết quả là, trong VCV, áp lực đẩy thấp nhất sẽ dẫn đến một thể tích khí lưu thông nhất định và trong PCV, thể tích khí lưu thông cao nhất sẽ dẫn đến một biên độ áp lực nhất định, sau đó có thể cho phép giảm áp lực hít vào đỉnh.

5. THÀNH PHẦN KHÍ THỞ THỰC TẾ

Thiết lập nồng độ oxy hít vào thích hợp (FiO_2) trong tình huống là một nhiệm vụ đầy thách thức.

Nó đòi hỏi phải xem xét cẩn thận nhu cầu thực tế của bệnh nhân, dự trữ an toàn cho những gì sắp xảy ra và các tác dụng phụ có thể xảy ra của oxy. Mức tiêu thụ oxy của trẻ dưới 3 tuổi thở tự nhiên phụ thuộc vào diện tích bề mặt cơ thể và nhịp tim, do đó tăng từ khoảng 130 đến 190 ml/(phút × m²) theo tuổi. Ở trẻ em từ 3 tuổi trở lên, mức tiêu thụ oxy lại giảm nhẹ xuống còn khoảng 160 ml/(phút × m²) với giới tính cũng là một yếu tố quan trọng.²³ Ai cũng biết rằng do nhu cầu cao nhưng FRC tương đối thấp, bể chứa của oxy phổi chỉ tồn tại trong vài giây khi tưới máu phổi đủ. Tuy nhiên, nồng độ oxy cao có khả năng gây hại ở bệnh nhân ở mọi lứa tuổi, gây ra các tác động tiêu cực như tổn thương mao mạch phổi, nhồi máu cơ tim và stress oxy hóa. Ngoài ra, cần nhớ rằng stress oxy trong phổi ảnh hưởng trực tiếp đến sức cản mạch máu phổi, điều này có thể liên quan đến bệnh nhân mắc bệnh tim bẩm sinh. Đặc biệt ở trẻ sơ sinh non tháng và đủ tháng, nồng độ oxy cao có thể làm trầm trọng thêm bệnh lý võng mạc (do khả năng tân sinh mạch máu) và chứng loạn sản phế quản phổi.²⁴

Trong quá trình khởi mê, nồng độ oxy cao thường được xem xét để có thời gian trong trường hợp quản lý đường thở khó khăn. FiO₂ tối ưu không được biết; tuy nhiên, nồng độ oxy cao (FiO₂ > 80%) trong quá trình khởi mê và duy trì mê có thể làm giảm thể tích phổi sau phẫu thuật và thúc đẩy sự không đồng nhất của thông khí.²⁵ Nếu một đứa trẻ chịu được quá trình tiền oxygen hóa (preoxygenation) bằng thở tự nhiên thông qua bộ dây thở, thì quá trình oxygen hóa có thể được coi là đủ nếu cuối thì thở ra nồng độ oxy cao hơn 70% (với FiO₂ được đặt ở mức 80%) hoặc 90% (với FiO₂ được đặt ở mức 100%),²⁵ với hiển thị thường xuyên của capnography cho thấy phép đo khí đáng tin cậy. Ở nồng độ oxy trong phạm vi đó, có khả năng xảy ra hiện tượng xẹp phổi tái hấp thu,²⁶

tuy nhiên, điều này có thể được đảo ngược một cách hiệu quả bằng cách áp dụng thủ thuật huy động phổi và thông khí bằng PEEP sau đó.¹⁵

Ngay khi đường thở được bảo đảm, FiO₂ nên được hạ xuống mức tối thiểu cần thiết. Thay vì đề xuất một giá trị toàn cầu, được áp dụng phổ biến, nên theo dõi việc cung cấp oxy để hướng dẫn chuẩn độ FiO₂. Nếu có sẵn, áp lực riêng phần oxy trong động mạch (PaO₂) < 60 mmHg tạo thành một mốc để tăng nồng độ oxy trong khí hít vào (trong số các biện pháp khác).²⁴ Thường xuyên hơn, độ bão hòa oxy (SpO₂) có sẵn như một thông số thay thế được đo không xâm lấn cho nồng độ oxy trong máu. Các giá trị SpO₂ thấp tới 95% (xấp xỉ tương ứng với PaO₂ là 60–80 mmHg ở pH, nhiệt độ và carbon dioxide bình thường) có thể được chấp nhận khi không có bệnh phổi.⁶ Ở trẻ sơ sinh khỏe mạnh, các giá trị SpO₂ ban đầu thường là được chấp nhận trong khoảng 85%–95%.²⁷ Tuy nhiên, liên quan đến việc theo dõi nồng độ oxy cao, phép đo SpO₂ có những hạn chế vì nó không thể phản ánh việc cung cấp oxy phế nang vượt quá nhu cầu của huyết sắc tố bão hòa hoàn toàn. Do đó, nên giảm FiO₂ định kỳ để đánh giá nồng độ oxy hít vào cần thiết để đạt đủ độ bão hòa oxy.¹²

Để tối đa hóa lợi ích của hệ thống khí thở lại của AWS, lưu lượng khí tươi phải càng thấp càng tốt. Gây mê lưu lượng tối thiểu (< 0,5 L/phút) chủ yếu mang lại lợi thế về kinh tế và sinh thái khi sử dụng các thuốc gây mê bay hơi.²⁸ Ý nghĩa liên quan đến khí hậu hóa (sưởi ấm (>28°C) và độ ẩm (17 và 30 mg H₂O/L)) của không khí lưu thông đã giảm với sự ra đời của các bộ trao đổi nhiệt và độ ẩm. Khi gây mê lưu lượng tối thiểu với FiO₂ được chuẩn độ để cung cấp oxy tối thiểu cần thiết, nên thận trọng nếu nhu cầu oxy tăng đột ngột. Như đã thảo luận trong Phần I của bài viết này, việc tăng nồng độ oxy trong hệ thống thở có thể tốn thời

gian, tùy thuộc vào thể tích hệ thống thở của AWS và tốc độ thông khí phút của bệnh nhân.

6. TÓM TẮT

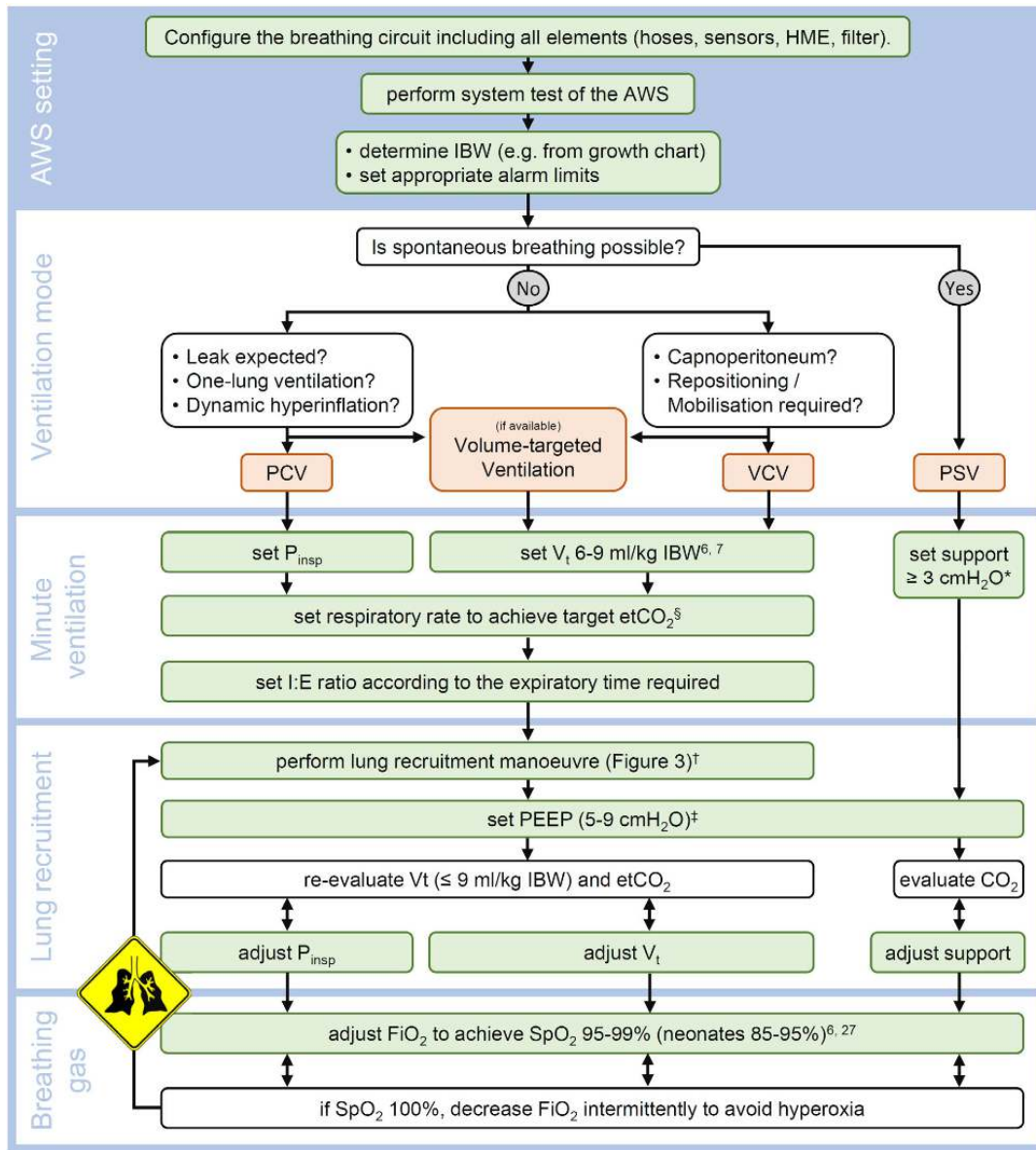
Cho đến nay, không có khuyến cáo nào về cài đặt thông khí ở bệnh nhân nhi có thể được xác định với độ chính xác đầy đủ. Các đặc điểm thay đổi của hệ hô hấp đang phát triển và hoàn cảnh của bối cảnh phẫu thuật cũng như các bệnh đi kèm của từng cá nhân đều ảnh hưởng đến quyết định đúng đắn tại một thời điểm cụ thể. Hình 4 cung cấp một hướng dẫn nhanh về thực hành lâm sàng thông thường để tiếp cận các cài đặt máy thở tốt nhất cho từng cá nhân.

Cần lưu ý rằng cài đặt máy thở phải giải quyết được sức cản đường thở cao, thông khí phút đó có thể dựa trên thể tích khí lưu thông cao hơn

một chút so với ở người lớn và PEEP là bắt buộc do khả năng đóng cao. Cần thận trọng khi đặt áp lực thở vào cao, vì điều này đặc biệt tải áp lực xuyên phổi. Điều chỉnh tỷ lệ hít vào và thở ra để đạt được trao đổi thể tích tối đa ở một áp lực đường thở nhất định và áp dụng các thao tác huy động khi cần thiết, tạo khung cho cài đặt máy thở chu đáo (tinh vi).

7. CÂU HỎI PHẢN HỒI

1. Trong hoàn cảnh lâm sàng nào, thông khí kiểm soát thể tích có thể được coi là thuận lợi?
2. Có thể tính toán thể tích khí lưu thông tối ưu dựa trên cơ thể lý tưởng ở mọi lứa tuổi không?
3. Lợi ích của việc tăng thời gian hít vào là gì?
4. Áp lực hít vào thích hợp cho thủ thuật huy động phổi ở trẻ khỏe mạnh là bao nhiêu?



HÌNH 4 Sơ đồ cài đặt máy thở để thông khí cho trẻ em trong môi trường phẫu thuật. Vui lòng cân nhắc rằng trình tự nhiệm vụ được đề xuất phụ thuộc vào hoàn cảnh lâm sàng và có thể phải được điều chỉnh. Đặc biệt trong quá trình thông khí kiểm soát, việc mất huy động phổi sẽ diễn ra phụ thuộc vào thời gian và sau khi mất áp lực đường thở dương trong dây thở (ví dụ: ngắt kết nối). Do đó, các thao tác huy động phổi cần phải được lặp lại và cài đặt máy thở nên được điều chỉnh sau đó. *Trong quá trình thông khí hỗ trợ áp lực (PSV), nên điều chỉnh hỗ trợ áp lực hô hấp để bù cho sức cản của đường thở nhân tạo; § CO_2 cuối thì thở ra tối ưu có thể nằm trong phạm vi sinh lý (35–45 mmHg),²⁹ với tình trạng tăng CO_2 cho phép được chấp nhận ở trẻ sinh non và trẻ sơ sinh (45–55 mmHg)¹³; † cần thận trọng liên quan đến sự ổn định huyết động trong quá trình huy động phổi; ‡ Áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP) có thể được thiết lập theo kinh nghiệm hoặc hướng dẫn về cơ học hô hấp như mô tả; IBW: trọng lượng cơ thể lý tưởng; PCV: thông khí kiểm soát áp lực; VCV: thông khí kiểm soát thể tích; P_{insp} : áp lực đường thở hít vào; V_t : thể tích khí lưu thông; I:E: tỷ lệ hít vào và thở ra; FiO_2 : nồng độ oxy hít vào; SpO_2 : độ bão hòa oxy