

Mechanical Ventilation Management During Mechanical Chest Compressions

Daniele Orso, Luigi Vetrugno, Nicola Federici, Matteo Borselli, Savino Spadaro, Gianmaria Cammarota, and Tiziana Bove

Xử trí thông khí cơ học trong quá trình ép ngực cơ học

Respir Care 2021;66(2):334–346

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



Tóm tắt

Thông khí trong khi ép ngực có thể dẫn đến tăng áp lực đỉnh hít vào. Áp lực hít vào cao có thể làm tăng nguy cơ tổn thương hệ hô hấp và gây khó khăn cho việc cung cấp thể tích khí lưu thông cần thiết. Việc sử dụng các thiết bị cơ học để ép ngực đã làm trầm trọng thêm thách thức này. Mục đích của bài đánh giá tường thuật này là tóm tắt các chiến lược thở máy khác nhau được áp dụng trong quá trình hồi sức tim phổi cơ học (mechanical cardiopulmonary resuscitation - CPR). Để đạt được mục tiêu này, chúng tôi đã tìm kiếm cơ sở dữ liệu PubMed và BioMed Central từ khi thành lập đến tháng 1 năm 2020, sử dụng các thuật ngữ tìm kiếm “thở máy”, “ngừng tim”, “hồi sức tim phổi”, “hồi sức tim phổi cơ học” và các thuật ngữ liên quan của chúng. Chúng tôi bao gồm tất cả các nghiên cứu (nghiên cứu lâm sàng trên người hoặc nghiên cứu trên động vật, cũng như các nghiên cứu sử dụng mô hình mô phỏng) để khám phá các cài đặt thông khí khác nhau trong CPR cơ học. Chúng tôi đã xác định được 842 bài viết liên quan trên PubMed và 397 bài trên BioMed Central; tổng cộng có 38 bài viết được đánh giá là có liên quan cụ thể đến chủ đề của bài đánh giá này. Trong mẫu này, 17 nghiên cứu được thực hiện trên mô hình động vật, 6 nghiên cứu được coi là kịch bản mô phỏng, 13 nghiên cứu lâm sàng (5 trong số đó là nghiên cứu hồi cứu) và 2 nghiên cứu cấu thành các bài báo tổng quan tài liệu. Phát hiện chính này sinh từ việc đánh giá các ấn phẩm này là mức độ cao FiO_2 phải được đảm bảo trong quá trình CPR. Bằng chứng ở mức độ thấp gợi ý nên tắt kích hoạt thì thở vào và áp dụng $PEEP \geq 5$

cm H_2O . Phân tích cũng cho thấy rằng vẫn tồn tại nhiều điều không chắc chắn về lựa chọn lý tưởng về chế độ thông khí, thể tích khí lưu thông, cài đặt tần số thông khí và tỷ lệ hít vào:thở ra. Không có hướng dẫn quốc tế hiện hành nào chỉ ra chiến lược thông khí cơ học “tốt nhất” để áp dụng trong quá trình CPR cơ học. Chúng tôi đề xuất một thuật toán vận hành đáng để thảo luận và nghiên cứu trong tương lai. Cần có các nghiên cứu trong tương lai nhằm giải quyết cụ thể các chủ đề được đề cập trong tổng quan này.

Giới thiệu

Hướng dẫn quốc tế khuyến nghị đảm bảo thông khí hiệu quả cho bệnh nhân ngừng tim; Tuy nhiên,^{1,2} chiến lược thông khí xâm lấn “tốt nhất” để hồi sức tim phổi (cardiopulmonary resuscitation - CPR) vẫn chưa được thiết lập. Hướng dẫn của Hội đồng Hồi sức Châu Âu đề xuất phương pháp thông khí bảo vệ bắt nguồn từ việc quản lý các loại bệnh nhân nguy kịch khác, chẳng hạn như bệnh nhân mắc ARDS hoặc suy hô hấp cấp tính,² nhưng các tình trạng phát sinh trong quá trình hồi sức tim phổi có thể rất khác so với các mô hình lâm sàng được nghiên cứu cho đến nay. Sau khi ngừng tim, độ giãn nở của hệ thống ngực giảm, dẫn đến tăng áp lực lên thể tích huy động.³ Hơn nữa, thông khí không đồng bộ trong quá trình ép ngực có thể làm tăng nguy cơ tăng áp lực hít vào đỉnh.⁴ Ngoài việc tăng nguy cơ tổn thương hệ hô hấp, nó còn có thể gây khó khăn cho việc cung cấp thể tích khí lưu thông (V_T) cần thiết. Một nghiên cứu hồi cứu gần đây đã báo cáo rằng những người không sống sót sau khi ngừng

tim đã nhận được áp lực bình nguyên trung bình cao hơn và áp lực đẩy cao hơn, điều này cho thấy rằng thông khí đóng vai trò trung tâm trong việc xác định khả năng sống sót sau khi ngừng tim.⁵ Sự phát triển liên tục của các thiết bị cơ học để ép ngực và sự phổ biến nhanh chóng của việc sử dụng chúng cho thấy sự không chắc chắn vẫn tiếp tục tồn tại trong lĩnh vực này. Mặc dù CPR cơ học chưa được chứng minh là vượt trội so với CPR thủ công, nhưng CPR cơ học dường như hữu ích, đặc biệt khi khó duy trì ép ngực chất lượng cao (ví dụ, trong quá trình vận chuyển bằng xe cứu thương hoặc thủ thuật nong mạch vành).⁶ Việc áp dụng ép ngực cơ học trong thực hành lâm sàng đã dẫn đến các vấn đề trong việc xử trí thở máy xâm lấn và các hướng dẫn vẫn chưa giải quyết đầy đủ vấn đề này.

Đánh giá tường thuật của chúng tôi nhằm mục đích tóm tắt các chiến lược thở máy khác nhau được trình bày trong tài liệu. Đặc biệt, chúng tôi thảo luận về các chủ đề sau: lựa chọn chế độ thông khí; thách thức đạt được V_T đã định trước; cài đặt PEEP và tần số thông khí; vai trò của tỷ lệ hít vào-thở ra và ngưỡng kích hoạt hít vào thích hợp nhất; và FiO_2 đầy đủ. Cuối cùng, các quan điểm tương lai và nâng cao được đề cập.

Chiến lược tìm kiếm và lựa chọn nghiên cứu

Chúng tôi đã tìm kiếm cơ sở dữ liệu MEDLINE (PubMed) và BioMed Central, từ khi bắt đầu đến tháng 1 năm 2020, theo hướng dẫn của PRISMA, sử dụng các thuật ngữ tìm kiếm sau: “thở máy”, “ngừng tim”, “hồi sức tim phổi” và “tim phổi cơ học”. “hồi sức,” cũng như các biến thể có thể có của chúng hoặc các thuật ngữ liên quan chặt chẽ khác. Chúng tôi cũng tìm kiếm các trích dẫn thực tế của các bài báo chính và bài đánh giá có liên quan. Chúng tôi đã đưa vào nhiều loại nghiên cứu khác nhau, bao gồm cả các loại nghiên cứu trên mô hình người hoặc động vật hoặc mô hình mô phỏng, cũng như các bài báo tổng quan tài liệu và nghiên cứu quan sát. Các nghiên cứu được thực hiện trong môi trường bệnh viện cũng như các tình huống ngừng tim ngoài bệnh viện đều được đưa vào. Chúng tôi loại trừ các nghiên cứu chỉ xem xét các đối tượng nhi khoa, thở máy sau khi tuần hoàn tự phát trở lại, hồi sức tim phổi ngoài cơ thể, báo cáo trường hợp,

tóm tắt hội nghị và các bài báo bằng các ngôn ngữ khác ngoài tiếng Anh. Mặc dù chúng tôi đã xem xét nhiều thiết kế nghiên cứu khác nhau, nhưng đánh giá của chúng tôi cố gắng phân loại bằng chứng thu thập được: phân tích tổng hợp trước các thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên, tiếp theo là nghiên cứu quan sát và cuối cùng là nghiên cứu trên động vật hoặc tiền lâm sàng.

Các bài viết được sàng lọc và đọc độc lập bởi ba tác giả (DO, LV, NF). Mỗi tác giả đưa ra đánh giá độc lập về mức độ phù hợp của nghiên cứu được đề cập. Những đánh giá này được so sánh và tiêu chí đa số được sử dụng để đưa nghiên cứu vào tổng quan.

Khai thác và tổng hợp dữ liệu

Dữ liệu sau đây được trích xuất từ các nghiên cứu được chọn: năm xuất bản, thiết kế nghiên cứu, (các) biến số thông khí được nghiên cứu, bối cảnh lâm sàng, mục đích của nghiên cứu, các thông số đo được và những phát hiện chính. Bởi vì các nghiên cứu được đưa vào đều rất khác nhau về mặt thiết kế và mục đích, chúng tôi đã tóm tắt kết quả dưới dạng đánh giá tường thuật theo sơ đồ sau: chế độ thông khí, V_T , PEEP, cài đặt tần số thông khí, tỷ lệ thời gian hít vào/thở ra, FiO_2 và những hướng nghiên cứu mới.

Tổng quan y văn

Chúng tôi đã xác định được 842 bài viết trên PubMed và 397 bài viết trên BioMed Central; trong số này, 38 được đánh giá là có liên quan đến chủ đề của bài đánh giá này (xem Hình 1 và tài liệu bổ sung). Mười bảy bài báo được thực hiện trên mô hình động vật, 6 bài được coi là kịch bản mô phỏng, 13 bài là nghiên cứu lâm sàng (5 trong số đó là nghiên cứu hồi cứu) và 2 bài báo tổng quan tài liệu.

Hình 1. Sơ đồ (xin xem bản gốc).

Chế độ thông khí

Chế độ thông khí được chọn trong quá trình CPR không liên quan đến việc xác định kết quả. Trong thông khí bắt buộc liên tục kiểm soát áp lực, nhà cung cấp có thể kiểm soát mức áp lực được áp dụng, nhưng phương thức này có nguy cơ không đạt đủ V_T . Ngược lại, trong thông khí bắt buộc liên

tục kiểm soát thể tích, thể tích do máy thở cung cấp được thiết lập tiên nghiệm, nhưng điều này có nguy cơ vượt quá mức áp lực hít vào tối đa an toàn. Vấn đề chính trong việc quản lý áp lực hít vào cao có liên quan đến nguy cơ căng quá mức của các cấu trúc phế nang (tức là chấn thương khí áp).⁷ Tùy thuộc vào cài đặt thông khí cơ học được sử dụng, thông khí không đồng bộ kết hợp với ép ngực có thể dẫn đến áp lực dương cao và những thay đổi nhanh chóng về độ giãn nở của thành ngực thứ phát sau ép ngực. Hơn nữa, không thể đặt trước giới hạn áp lực tối đa trên tất cả các máy thở vận chuyển, do đó, việc đạt được thể tích mục tiêu có thể là một thách thức. Ngoài ra, thông khí cơ học áp lực dương gây ra một số thay đổi về sinh lý huyết động, trong đó liên quan nhất là giảm hồi lưu tĩnh mạch và do đó giảm tiền tải tâm thất.^{8,9}

Một cuộc khảo sát gần đây đã báo cáo rằng chế độ thông khí được sử dụng phổ biến nhất là thông khí bắt buộc liên tục kiểm soát thể tích.¹⁰ Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu lâm sàng nào xác định chế độ thông khí xâm lấn “tốt nhất” để sử dụng trong CPR cơ học. Chỉ có các nghiên cứu mô phỏng bằng ghế thử nghiệm mới được đề xuất để đánh giá tác động của các chế độ thông khí cơ học khác nhau trong quá trình CPR cơ học. Speer và cộng sự¹¹ đã so sánh các chế độ áp lực với các chế độ thể tích và xác định rằng cả hai đều cho phép đạt được V_T đầy đủ mà không làm tăng áp lực hít vào đỉnh.

Một số chiến lược thay thế để cung cấp oxy với áp lực dương mà không có nguy cơ áp lực đỉnh cao đã được nghiên cứu trong tài liệu. Những cách tiếp cận này sẽ được thảo luận trong phần về các quan điểm tương lai và nâng cao, do tính phổ biến của chúng trong thực hành lâm sàng còn hạn chế.

Thể tích khí lưu thông

Khoảng V_T được trích dẫn thường xuyên nhất khi được sử dụng trong thực tế là 6–8 mL/kg¹⁰; tuy nhiên, điều cần lưu ý là các nghiên cứu góp phần loại trừ phạm vi này chủ yếu liên quan đến thông khí bảo vệ ở bệnh nhân mắc ARDS. Quả thực, cuộc tranh luận về V_T tốt nhất vẫn còn rất rộng mở. Ví dụ, mặc dù bằng chứng tương quan giữa mức độ V_T với khả năng tự phục hồi tuần hoàn có xu hướng yếu, nhưng¹² V_T đã được chứng minh là có tương

quan tích cực với mức độ phục hồi thần kinh trong bối cảnh ngừng tim tại bệnh viện. Hơn nữa, giá trị V_T hợp lý có thể không bao giờ được thiết lập ở bệnh nhân ngừng tim, đặc biệt nếu bệnh nhân phải ép ngực cơ học. Thiết bị ép ngực cơ học có thể thực hiện ép ngực ở chế độ “đồng bộ” (tức là 30 lần ép xen kẽ với 2 lần thông khí) hoặc ở chế độ “không đồng bộ” (tức là ép tim liên tục không đồng bộ với thông khí). Phương pháp thứ hai cho phép giảm thiểu thời gian tạm dừng giữa các lần nén và việc giảm thời gian tạm dừng giữa lần nén này với lần nén khác là một yếu tố đã biết có liên quan đến khả năng sống sót tốt hơn.^{1,2} Tuy nhiên, chế độ này ảnh hưởng như thế nào đến việc cung cấp V_T đầy đủ vẫn chưa rõ ràng. Trên thực tế, một nghiên cứu hồi cứu gần đây đã báo cáo rằng chế độ không đồng bộ chứ không phải chế độ đồng bộ có tương quan với tỷ lệ sống sót cao hơn.¹⁴ Tuy nhiên, rất khó để xác định liệu mối tương quan này có liên quan đến việc ép ngực hiệu quả hơn hay thông khí tốt hơn về mặt V_T . Hơn nữa, trong cuộc khảo sát được thực hiện bởi Cordioli và cộng sự,¹⁰ biến chứng thường gặp nhất của thở máy xâm lấn trong quá trình hồi sức tim phổi là kích hoạt cảnh báo áp lực cao và cung cấp V_T không đủ. Do đó, phạm vi rộng của các thay đổi áp lực trong lồng ngực có thể xảy ra và sự giãn nở của hệ hô hấp gây khó khăn cho việc dự đoán hoạt động của hệ thống thông khí của bệnh nhân ngừng tim trong quá trình ép ngực.¹⁰

Hơn nữa, bằng chứng trực tiếp duy nhất hiện có được lấy từ các nghiên cứu trên động vật. Một nghiên cứu gần đây đã báo cáo những kết quả thuận lợi sau khi sử dụng V_T cực thấp (tức là 2–3 mL/kg) về cả thông khí đầy đủ và giảm nguy cơ tổn thương do thầy thuốc.¹⁵ Ngược lại, một nghiên cứu khác đã chứng minh chiến lược thông khí V_T cao (tức là 10 mL/kg so với 7 mL/kg) để tăng khả năng quay trở lại tuần hoàn tự phát.¹² Cần có những nghiên cứu sâu hơn để xác định V_T thích hợp nhất để áp dụng trong các bối cảnh lâm sàng khác nhau.

PEEP

Việc áp dụng PEEP có thể mang lại những hiệu quả khác nhau. Trước hết, PEEP được biết là cải thiện quá trình oxygen hóa bằng cách tăng V_T và giữ cho phế nang mở (còn gọi là khái niệm “mở phổi và giữ cho nó mở”).¹⁶ Một nghiên cứu gần đây của Canada

trên tử thi cho thấy những thay đổi về áp lực trong lồng ngực có liên quan đến mức PEEP được áp dụng hơn là áp lực hít vào (ít nhất là trong một số giới hạn nhất định). Hơn nữa, các tác giả đã có thể chứng minh rằng mặc dù áp lực trong lồng ngực nhìn chung ổn định trong quá trình CPR, nhưng áp lực trong đường thở có thể thay đổi, thậm chí giảm xuống dưới giới hạn đóng phế nang. Tác dụng này có ý nghĩa quan trọng về mặt oxygen hóa trong quá trình ngừng tim.¹⁷ Nhóm tương tự cũng báo cáo rằng CO₂ cuối kỳ thở ra ảnh hưởng đến thông khí phế nang thích hợp, vì nó giảm trong các trường hợp phế nang đóng lại mặc dù tác động huyết động thỏa đáng của việc ép ngực.¹⁸ Mặt khác, PEEP làm tăng nguy cơ siêu lạm phát động (và có liên quan đến các tác động huyết động quan trọng); điều này có thể gây ra sự giảm hồi lưu tĩnh mạch và do đó làm giảm cung lượng tim (trong điều kiện thể tích nhất bóp tim phụ thuộc vào tiền tải).¹⁹

Cách đây rất lâu, từ năm 1980, Babbs và cộng sự đã lưu ý rằng việc áp dụng áp lực đường thở dương trong quá trình ép ngực sẽ làm tăng quá trình oxygen hóa mà không làm suy giảm chức năng tim.²⁰ Dữ liệu được thu thập từ các mô hình động vật dường như chỉ theo cùng một hướng: việc áp dụng PEEP mang lại sự cải thiện khả năng sống sót một cách độc lập với các thông số khác.^{21,22} Xem xét bằng chứng thực tế, áp dụng ít nhất 5 cm H₂O PEEP dường như có lợi; tuy nhiên, PEEP tối ưu vẫn cần được nghiên cứu đầy đủ. PEEP quá mức có thể làm xấu đi kết quả hồi sức tim phổi, nhưng cần thêm bằng chứng để xác minh tính hợp lệ của tuyên bố này. Ví dụ, Van der Touw và cộng sự²³ đã chỉ ra rằng, trong điều kiện siêu lạm phát, sự gia tăng áp lực trong lồng ngực do ép ngực làm giảm cung lượng tim và áp lực động mạch trung bình.

Tần số thông khí

Trong một nghiên cứu trường hợp nhỏ, Maertens và cộng sự²⁴ đã báo cáo rằng các đối tượng bị ngừng tim, ngay cả khi được đặt nội khí quản, được thở máy ở tần số cao hơn so với quy định trong hướng dẫn (tức là 10–12 nhịp thở/phút). Vissers và cộng sự²⁵ đã xem xét một cách có hệ thống các tài liệu để điều tra xem liệu tần số thông khí được thiết lập tối ưu trong quá trình hồi sức tim phổi có thực sự là ~ 10 nhịp thở/phút hay không. Kết quả của họ

không có tính thuyết phục, cũng như vấn đề liệu tần số thấp hơn hay cao hơn 10 nhịp thở/phút có thể ảnh hưởng đến kết quả hay không (Bảng 1). Lưu ý rằng tần số < 10 nhịp thở/phút có nguy cơ không đạt được thể tích phút mục tiêu, trong khi tốc độ cao hơn có nhiều khả năng gây ra siêu lạm phát động và dẫn đến suy giảm các thông số huyết động. Trong mô hình động vật, tần số thông khí cao có liên quan đến việc giảm tưới máu mạch vành.²⁶ Tuy nhiên, một nghiên cứu quan sát tiền cứu gần đây đã báo cáo rằng những đối tượng đạt được sự trở lại của tuần hoàn tự phát được thông khí nhanh hơn so với những đối tượng không nhận được sự trở lại của tuần hoàn tự phát.¹⁴ Tác động do tần số thông khí gây ra có lẽ là gián tiếp và liên quan đến những thay đổi về áp lực trong lồng ngực của bệnh nhân, trạng thái thể tích và phạm vi bình thường đối với cấu trúc cơ thể của bệnh nhân. Tuy nhiên, cần có những nghiên cứu cụ thể nhằm vào vấn đề này để có được dữ liệu rõ ràng hơn.

Tỷ lệ hít vào-thở ra

Mối quan hệ giữa thời gian hít vào và thời gian thở ra là cơ bản để thay thế hoàn toàn khoảng chết giải phẫu của hệ hô hấp. Nếu thời gian thở ra không đủ dài, hiện tượng siêu bơm phồng động có thể xảy ra, gây tăng PEEP nội tại. Cơ chế gây ra tình trạng suy giảm huyết động đã được chứng minh rõ ràng trong tài liệu.^{27,37} Fitz-Clarke²⁸ đã nhấn mạnh mối quan hệ giữa V_T mục tiêu và thời gian của giai đoạn hít vào bằng mô hình sinh lý. Mô hình cho thấy độ dài của giai đoạn hít vào tương quan nghịch với chế độ áp lực, do đó thời gian hít vào quá ngắn có thể dẫn đến bơm hơi vào dạ dày. Tuy nhiên, nghiên cứu này được thực hiện bằng mô hình đường thở không được bảo vệ. Von Goedecke và cộng sự,²⁹ đang xem xét mô hình mô phỏng thông khí qua bóng giúp thở, đã đánh giá khả năng giảm thời gian hít vào từ 2 giây xuống còn 1 giây. Họ báo cáo rằng, mặc dù mục tiêu V_T liên tục được đáp ứng, nhưng nó gây bất lợi cho áp lực hít vào đỉnh, vốn tăng lên.²⁹ Tuy nhiên, khả năng so sánh của mô hình mô phỏng này với thông khí cơ học xâm lấn của bệnh nhân trong quá trình CPR cơ học vẫn còn gây tranh cãi. Không có nghiên cứu lâm sàng nào điều tra tỷ lệ hít vào-thở ra ở bệnh nhân thở máy xâm lấn trong khi ngừng tim.

Bảng 1. Tóm tắt các nghiên cứu được đánh giá

Nghiên cứu	Kiểu nghiên cứu	Thiết kế nghiên cứu	Mục tiêu	Kết quả chính
Chế độ thông khí				
Speer và cộng sự ¹¹	Nghiên cứu mô hình Manikin	PPV ngắt quãng, thông khí hai cấp độ và thông khí đồng bộ ép ngực được áp dụng theo thứ tự ngẫu nhiên 19 lần.	Để xác minh xem 3 chế độ thông khí có cùng thông số mục tiêu có vượt quá phạm vi dung sai liên quan đến áp lực đường thở hay không.	Thông khí đồng bộ nén ngực hoạt động tốt nhất mà không vượt quá áp lực trên đặt trước trong quá trình CPR mô phỏng.
Thể tích khí lưu thông				
Moskowitz và cộng sự ¹³	Nghiên cứu quan sát tiền cứu	185 môn IHCA	Để điều tra mối liên quan giữa thể tích khí lưu thông và kết quả thần kinh sau IHCA.	Không tìm thấy mối quan hệ giữa thể tích khí lưu thông và kết quả thần kinh sau IHCA (so với OHCA).
Ruemmler và cộng sự ¹⁵	Nghiên cứu mô hình động vật	30 con lợn được chọn ngẫu nhiên sử dụng PPV, CPAP ngắt quãng hoặc chế độ thông khí thể tích khí lưu thông cực thấp mới.	Để xác minh xem chế độ thông khí thể tích khí lưu thông cực thấp có hiệu quả như PPV hoặc CPAP ngắt quãng hay không.	Thông khí thể tích khí lưu thông cực thấp cung cấp đủ oxy trong khi yêu cầu áp lực trong lồng ngực thấp hơn ($P < 0,001$).
Tan và cộng sự ¹²	Nghiên cứu mô hình động vật	32 heo được chọn ngẫu nhiên vào 2 chế độ thông khí: 10mL/kg hoặc 7mL/kg	Để xác minh xem 2 chế độ thể tích khí lưu thông có thể so sánh được hay không.	Thể tích khí lưu thông thấp dẫn đến thông khí tốt hơn ($P < .01$), oxygen hóa ($P < .01$), cân bằng axit/bazơ ($P < .01$) và ROSC cao hơn so với thông khí khuyến nghị theo hướng dẫn ở 8 phút ($P < .05$).
PEEP				
Charbonney và cộng sự ¹⁷	Nghiên cứu mô hình xác chết	11 tử thi + 9 đối tượng OHCA	Để so sánh mô hình băng ghế dự bị và mô hình invivo.	Việc truyền những thay đổi về áp lực trong lồng ngực khi mở đường thở bị ảnh hưởng đáng kể bởi PEEP (như mô hình invivo).
Grieco và cộng sự ¹⁸	Nghiên cứu quan sát + mô hình ghế + mô hình tử thi	89 đối tượng OHCA	Để hiểu tác động của việc đóng đường thở trong CPR và mối quan hệ giữa hình dạng capnogram, việc đóng đường thở và thông khí được cung cấp.	Trong quá trình ép ngực, độ thông thoáng của đường thở trong lồng ngực ảnh hưởng lớn đến khả năng thông khí được cung cấp. Tín hiệu CO ₂ thở ra có thể phản ánh hiệu quả của CPR nhưng cũng phụ thuộc vào độ thông thoáng của đường thở.

Babbs và cộng sự ²⁰	Nghiên cứu mô hình động vật	5 con chó, được thông khí xâm lấn trong quá trình CPR	Để xác minh xem thông khí áp lực dương có làm giảm các thông số huyết động hay không.	Tăng thông khí áp lực dương không làm giảm cung lượng tim trong CPR ($R^2 = 0,07$) hoặc MAP ($R^2 = 0,01$).
Hevesi và cộng sự ²¹	Nghiên cứu mô hình động vật	18 con lợn được chọn ngẫu nhiên để nhận thông khí gián đoạn thông thường có hoặc không có CPAP	Để xác minh xem chế độ PEEP có thể cải thiện khí máu động mạch so với chế độ không PEEP hay không.	CPAP giảm PaCO ₂ (55 ± 28 so với 100 ± 16 mmHg) và tăng SaO ₂ ($0,86 \pm 0,19$ so với $0,50 \pm 0,18\%$, $P < 0,001$).
McCaul và cộng sự ²²	Nghiên cứu mô hình động vật	Số lượng chuột không xác định được chọn ngẫu nhiên để nhận PEEP 5 cmH ₂ O hoặc bằng 0	Để xác minh xem chế độ PEEP có thể cải thiện tỷ lệ sống sót so với chế độ zeroPEEP hay không.	Sử dụng PEEP 5 cmH ₂ O (FiO ₂ , 1,0 và 0,21) có liên quan đến khả năng sống sót được cải thiện so với PEEP bằng 0 (lần lượt là 7 trên 9 và 6 trên 6 so với 0 trên 9, $P < .01$ và $< .001$).
VanderTouw và cộng sự ²³	Nghiên cứu mô hình động vật	7 con chó, được thông khí xâm lấn trong quá trình CPR	Để xác minh xem thông khí áp lực dương có làm giảm các thông số huyết động hay không.	Sự giảm cung lượng tim do thở máy kèm theo tình trạng căng phồng phổi quá mức đã trở nên trầm trọng hơn do chèn ép lồng ngực ($P < 0,001$).
Tần số thông khí cài đặt				
Maertens và cộng sự ²⁴	Nghiên cứu quan sát tiền cứu	98 đối tượng (57 có và 41 không có ngừng tim)	Để đo tần số thông khí bằng cách sử dụng áp lực đường thở khí quản ở các đối tượng được đặt nội khí quản trước khi nhập viện có và không có ngừng tim.	Trong quá trình thở máy, 35 trong số 38 (92%) có tần số thông khí > 10 lần ép/phút.
Vissers và cộng sự ²⁵	Đánh giá có hệ thống	67 đối tượng gộp và 264 mô hình động vật gộp	Để đánh giá liệu tần số thông khí 10 lần ép/phút, so với bất kỳ tần số nào khác trong quá trình CPR, có cải thiện kết quả ở người lớn bị ngừng tim và có đường thở an toàn (ống khí quản) hay không.	Tần số thông khí 10 lần ép/phút trong CPR ở người lớn bằng ống khí quản và không tạm dừng khi ép ngực là một khuyến nghị rất yếu dựa trên bằng chứng có chất lượng rất thấp.
Aufderheide và cộng sự ²⁶	Nghiên cứu quan sát hồi cứu + mô hình động vật	13 đối tượng OHCA + 9 con lợn	Để định lượng mức độ thông khí quá mức ở người và để xác định xem liệu tần số thông khí quá mức tương đương trong quá trình CPR ở động vật có làm giảm đáng kể áp lực tưới máu mạch vành và khả năng sống sót hay không.	Tần số thông khí quá mức dẫn đến tăng đáng kể áp lực trong lồng ngực ($P < 0,001$) và giảm rõ rệt áp lực tưới máu mạch vành cũng như tỷ lệ sống sót ($P = 0,006$).

Sanson và cộng sự ¹⁴	Nghiên cứu quan sát tiền cứu	285 đối tượng OHCA	Để xác minh chất lượng của CPR và so sánh chế độ thông khí đồng bộ và không đồng bộ.	Tần số thông khí được cung cấp trong suốt thời gian CPR là một yếu tố dự báo độc lập cho kết quả thần kinh tốt (tỷ lệ chênh lệch 3,795, P = 0,005).
Tỷ lệ thời gian hít vào:thở ra				
Woda và cộng sự ²⁷	Nghiên cứu mô hình Manikin	Nghiên cứu băng ghế	Để xác minh ảnh hưởng của các yếu tố thông khí đến PEEP tự động.	Auto-PEEP có thể được tạo ra ở mức đáng kể tùy thuộc vào phương pháp thông khí được thực hiện.
Fitz-Clarke ²⁸	Nghiên cứu mô hình Manikin	Mô hình băng ghế mô phỏng đường thở không được bảo vệ	Để nghiên cứu xem thời gian bơm hơi ảnh hưởng như thế nào đến sự phân chia luồng khí giữa phổi và thực quản.	Thời gian thở với đường thở không được bảo vệ nên là 1 giây để giảm thiểu căng chướng dạ dày.
VonGoedecke và cộng sự ²⁹	Nghiên cứu mô hình Manikin	Mô hình băng ghế mô phỏng đường thở không được bảo vệ	Để đánh giá xem thời gian hít vào có thể giảm từ 2 giây xuống 1 giây ở các mức áp lực cơ vòng thực quản dưới khác nhau trong quá trình thông khí bằng bóng giúp thở hay không.	Thời gian thở trong 1 giây dẫn đến áp lực đường thở đỉnh và lưu lượng hít vào tối đa (P<0,001) cao hơn, trong khi thể tích khí lưu thông ở các mức áp lực cơ vòng thực quản thấp hơn có thể so sánh được về mặt lâm sàng.
Kích hoạt hít vào				
Tan và cộng sự 30	Nghiên cứu mô hình động vật	18 con lợn ở 3 nhóm có độ nhạy kích hoạt khác nhau	Để xác minh xem một số giá trị kích hoạt có mang lại lợi ích gì cho quá trình trao đổi khí và huyết động hay không.	Thông khí kích hoạt áp lực hoặc kích hoạt lưu lượng có xu hướng gây ra tình trạng tăng thông khí (P<.05) và làm suy giảm trao đổi khí (P<.05) và huyết động học trong CPR (P<.05) so với không kích hoạt.
FiO₂				
Nelskyla và cộng sự ³¹	Nghiên cứu mô hình động vật	19 con lợn: một nhóm thở ở F _I O ₂ 0,50 và một nhóm ở 1,0	Để xác minh xem việc sử dụng oxy 50% so với 100% có duy trì quá trình oxygen hóa não hay không.	ROSC đã đạt được ở 6 con lợn ở nhóm 50% và 8 con lợn ở nhóm 100%.
Ebner và cộng sự ³²	Nghiên cứu quan sát tiền cứu	869 đối tượng OHCA	Để kiểm tra mối liên quan giữa tăng oxy máu và thiếu oxy máu với kết quả thần kinh kém.	Tăng oxy máu và thiếu oxy máu không liên quan đáng kể đến kết quả thần kinh kém sau 6 tháng.
Oh và cộng sự 33	Nghiên cứu quan sát hồi cứu	792 đối tượng IHCA	Để nghiên cứu xem liệu tăng oxy máu sớm có liên quan đến kết quả kém sau ROSC hay không.	Tăng oxy máu sau hồi sức không liên quan đến kết quả sống sót hoặc thần kinh.

Spindelboeck và cộng sự ³⁴	Nghiên cứu quan sát hồi cứu	145 đối tượng OHCA được phân tích máu động mạch trong quá trình CPR	Nghiên cứu ảnh hưởng của PaO ₂ đến tỷ lệ sống sót khi nhập viện.	Nhóm FiO ₂ cao có tỷ lệ nhập viện cao (83,3% so với 18,8% so với 50,6%, P < 0,001 nhóm cao so với thấp, P = 0,004 nhóm cao so với trung bình).
Patel và cộng sự ³⁵	Nghiên cứu quan sát hồi cứu	167 đối tượng IHCA	Để xác minh mối liên quan giữa mức độ PaO ₂ trong lúc ngừng tim với tỷ lệ ROSC và khả năng sống sót khi xuất viện.	Các đối tượng có mức PaO ₂ trong thời gian ngừng tim cao hơn có tỷ lệ ROSC cao dần dần (58% so với 71% so với 72% so với 79% so với 100%, P = 0,02) và sống sót đến khi xuất viện (16% so với 23% so với 30% so với 33 % so với 56%, P = 0,031).
Patel và cộng sự ³⁶	Đánh giá hệ thống + phân tích tổng hợp	241 đối tượng OHCA gộp	Để điều tra mối liên quan giữa tăng oxy máu và tỷ lệ tử vong ở người lớn bị ngừng tim.	Tăng oxy máu có liên quan đến tỷ lệ tử vong thấp hơn so với normoxia (tỷ lệ chênh 0,25, 95% CI 0,12–0,53, P < 0,001).

Kích hoạt hít vào

Một trong những vấn đề thường gặp nhất trong quá trình hồi sức tim phổi cơ học là tự động kích hoạt hoặc kích hoạt cung cấp máy thở không thích hợp do cài đặt không chính xác bộ kích hoạt hô hấp của máy thở.³⁸ Thông khí bằng cách kích hoạt áp lực hoặc lưu lượng có thể dẫn đến tình trạng tăng thông khí và suy giảm trao đổi khí cũng như huyết động trong quá trình CPR. Thật vậy, kết quả thu được từ các nghiên cứu trên mô hình động vật nhỏ đã khuyến khích các bác sĩ tắt kích hoạt hô hấp trong khi CPR (hoặc tăng ngưỡng lên ít nhất 20 cm H₂O).³⁰

FiO₂

Các hướng dẫn liên quan đến bệnh nhân ngừng tim thường khuyến nghị FiO₂ gần bằng 1,0 để cải thiện việc cung cấp oxy.² Tuy nhiên, giả định sinh lý này chưa bao giờ được chứng minh. Hơn nữa, vai trò có hại của tăng oxy máu trong sự phát triển của hội chứng sau ngừng tim đang ngày càng được thừa

nhận.³⁹⁻⁴¹ Ví dụ: một nghiên cứu năm 2017 sử dụng mô hình động vật đã điều tra xem liệu FiO₂ đáng kể < 1,0 (trong trường hợp này là 0,50) sẽ cho phép oxygen hóa não tương đương và giảm căng thẳng oxygen hóa ty thể.³¹ Kết quả thu được không đơn giản: một mặt, FiO₂ là 0,50 dẫn đến giảm giá trị đo nồng độ oxy trong não so với giá trị đạt được với giá trị FiO₂ gần bằng 1,0; mặt khác, các phương pháp xâm lấn để đo lượng oxy trong não cho thấy không có sự khác biệt đáng kể³¹ (Bảng 1). Tuy nhiên, việc tăng và giảm oxy máu ảnh hưởng như thế nào đến khả năng sống sót và kết quả thần kinh vẫn còn gây tranh cãi.^{32,33,42} Một phân tích tổng hợp gần đây, tổng hợp dữ liệu của 2 nghiên cứu lâm sàng duy nhất có trong tài liệu,^{34,35} đã kết luận rằng trong khi tình trạng tăng oxy máu trong giai đoạn sau ngừng tim có liên quan đến kết quả tồi tệ hơn, thì trong quá trình CPR lại xuất hiện có liên quan đến tỷ lệ hồi phục cao hơn của tuần hoàn tự phát.³⁶ Các tác động do tăng oxy máu dường như tương quan với thời gian của quá trình bệnh lý, chứ không phải là hiệu ứng bật/tắt đơn giản.^{43,44}

Bảng 2. Tóm tắt các nghiên cứu đã được đánh giá về các quan điểm tương lai và nâng cao

Nghiên cứu	Loại hình nghiên cứu	Thiết kế nghiên cứu	Mục tiêu	Kết quả chính
Wang và cộng sự ⁴⁶	Nghiên cứu quan sát tiền cứu	17 bệnh nhân OHCA	Để xác minh xem thông khí thụ động trong quá trình CPR chỉ nên có cung cấp trao đổi khí đầy đủ hay không.	Thể tích khí lưu thông trung bình trên mỗi lần nén nhỏ hơn đáng kể so với khoảng chết đo được ở tất cả các bệnh nhân.
Deakin và cộng sự ⁴⁵	Nghiên cứu mô hình động vật	6 lợn được chọn ngẫu nhiên vào CPR dài phân phối tải liên tục không có thông khí cứu hộ (C-CPR), CPR dài phân phối tải 30:2 (A-CPR), CPR dài phân phối tải có thở cấp cứu liên tục (V-CPR) hoặc CPR thủ công 30:2	Để so sánh huyết động và thông khí trong và sau CPR dài phân phối tải so với CPR thủ công, đồng thời nghiên cứu ảnh hưởng của việc cấp cứu thông khí.	Áp lực tưới máu mạch vành của nhóm V-CPR
Wolf và cộng sự ⁴⁸	Nghiên cứu mô hình động vật	36 con lợn được chia ngẫu nhiên thành 3 nhóm: thông khí tiêu chuẩn, tăng thông khí và bơm oxy thụ động	Để xác minh xem việc bơm oxy liên tục có hiệu quả như PPV trong 24 giờ, khả năng sống sót còn nguyên vẹn về mặt thần kinh hay không.	Thấp hơn đáng kể so với nhóm C-CPR ($P < 0,01$), nhưng cao hơn nhóm CPR thủ công.
Hayes và cộng sự ⁴⁷	Nghiên cứu mô hình động vật	10 con lợn chỉ được điều trị bằng oxygen hóa so với oxygen hóa + CPR	Để xác định liệu oxygen hóa trong phế quản có cung cấp trao đổi khí đầy đủ hay không.	Các loại hiệu suất não tốt hơn ở nhóm A-, C- và V-CPR so với nhóm CPR thủ công ($P < 0,001$).
Steen và cộng sự ⁴⁹	Nghiên cứu mô hình động vật	16 con lợn được chia ngẫu nhiên thành 2 nhóm để được bơm oxy liên tục qua khí quản và PPV ngắt quãng	Để so sánh hiệu quả của việc bơm oxy liên tục vào khí quản so với PPV ngắt quãng.	Áp lực oxy động mạch ($P < 0,05$) và áp lực tưới máu mạch vành ($P < 0,01$) cao hơn đáng kể ở nhóm được bơm oxy liên tục.
Saissy và cộng sự ⁵⁰	Thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng nhãn mở	95 bệnh nhân OHCA được chia ngẫu nhiên thành 2 nhóm được thở máy tiêu chuẩn và bơm oxy liên tục	Để xác minh xem việc bơm oxy liên tục có hiệu quả như PPV ngắt quãng hay không.	PaCO_2 thấp hơn đáng kể ở nhóm bơm oxy liên tục ($35,7 \pm 2,1$ so với $72,7 \pm 7,4$ mmHg, $P < 0,05$).
Bobrow và cộng sự ⁵¹	Nghiên cứu quan sát hồi cứu	1.019 bệnh nhân OHCA	Để so sánh khả năng sống sót còn nguyên vẹn về mặt thần kinh được điều chỉnh giữa chiến lược thông khí thụ động ban đầu và chiến lược thông khí bóng giúp thở.	Tỷ lệ sống còn nguyên vẹn về mặt thần kinh được điều chỉnh khi xuất viện ở nhóm thở máy thụ động cao hơn (tỷ lệ chênh lệch được điều chỉnh 2,5, 95% CI 1,3–4,6).

Bertrand và cộng sự ⁵²	Thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng nhân mô	944 bệnh nhân OHCA được chia ngẫu nhiên thành 2 nhóm: thông khí tiêu chuẩn và bơm oxy thụ động	Để xác minh xem việc bơm oxy liên tục có hiệu quả như PPV ngắt quãng hay không.	Không có sự khác biệt về kết quả liên quan đến việc trở lại tuần hoàn tự phát, nhập viện hoặc xuất viện ICU.
Kjærgaard và cộng sự ⁹	Nghiên cứu mô hình động vật	22 con lợn được chọn ngẫu nhiên để không thông khí so với lưu lượng oxy liên tục và oxygen hóa khí ngưng thở	Để kiểm tra các chế độ thông khí khác nhau trong quá trình CPR cơ học trong thời gian dài (60 phút).	Ngoại trừ nhóm đường thở tự do, các phương pháp khác dẫn đến PaO ₂ >10 kPa và PaCO ₂ là 3,8–12,3 kPa sau 1h.
Hu và cộng sự ⁵³	Nghiên cứu mô hình động vật	20 con lợn được chia ngẫu nhiên thành 3 nhóm: thông khí thủ công bằng túi hồi sức thủ công so với máy thở tự động ở áp lực thấp và tương tự ở áp lực cao	Để xác minh xem thông khí bằng nguồn khí nén hay không, máy thở tự động có thể cung cấp thông khí đầy đủ hay không.	Cài đặt thông khí Ox20/30 dành riêng cho thiết bị mang lại PaO ₂ cao hơn và chênh lệch động mạch-phế nang thấp hơn so với thông khí bằng tay (P<0,001).
Winkler và cộng sự ⁵⁴	Nghiên cứu mô hình Manikin	Nghiên cứu mô hình mô phỏng	Để đánh giá thể tích khí lưu thông và áp lực đường thở đạt được trong CPAP-CPR.	Thể tích khí lưu thông trong CPAP-CPR cao hơn so với khi nén - chỉ CPR không có áp lực đường thở dương.
Kill và cộng sự ⁵⁵	Nghiên cứu mô hình động vật	24 con lợn được chọn ngẫu nhiên vào nhóm PPV ngắt quãng (nhóm đối chứng), nhóm thông khí đồng bộ nén ngực hoặc hai cấp độ	Để nghiên cứu ảnh hưởng của PPV ngắt quãng, thông khí hai cấp độ và chế độ thông khí đồng bộ nén ngực mới.	Thông khí đồng bộ ép ngực tạo ra áp lực động mạch trung bình cao nhất (P<0,02) và oxygen hóa tốt nhất ở 4 phút (P<0,001).
Kill và cộng sự ⁵⁶	Nghiên cứu mô hình động vật	20 con lợn được thông khí đồng bộ PPV hoặc nén ngực không liên tục	Để nghiên cứu ảnh hưởng của thông khí đồng bộ PPV và nén ngực không liên tục.	Tất cả các kiểu thông khí đồng bộ ép ngực đều dẫn đến PaO ₂ cao hơn (P = 0,001) và tránh được tình trạng tụt huyết áp động mạch (P<0,001).
Soltész và cộng sự ⁵⁷	Nghiên cứu mô hình động vật	20 con lợn được phân thành 2 nhóm: bơm oxy liên tục vào khí quản và bơm oxy ngắt quãng được kiểm soát theo pha	Để so sánh bơm oxy ngắt quãng được kiểm soát theo pha với bơm oxy liên tục vào khí quản trong quá trình CPR cơ học.	Nhóm bơm oxy không liên tục được kiểm soát theo pha cho thấy áp lực tưới máu mạch vành cao hơn (P<0,01).

Viễn cảnh tương lai và nâng cao

Đánh giá này tập trung vào các vấn đề chủ yếu gặp phải khi thông khí xâm lấn cho bệnh nhân ngừng tim bằng CPR cơ học. Tuy nhiên, các chiến lược khác cho phép duy trì cân bằng nội môi hô hấp ở bệnh nhân ngừng tim phải thở máy đã được khám

phá trong bối cảnh nghiên cứu lâm sàng (Bảng 2). Dữ liệu trong tài liệu cho thấy rằng thông khí chỉ sử dụng không khí được huy động bằng máy nén ngực cơ học là không đủ để đáp ứng nhu cầu trao đổi chất của cơ thể. Deakin và cộng sự⁴⁵ quan sát thấy rằng thể tích không khí được huy động bởi thiết bị tự động để ép ngực là ~ 40 mL/nhịp thở.

Giá trị này không thể đáp ứng nhu cầu trao đổi chất của bệnh nhân trưởng thành có kích thước tiêu chuẩn; thực tế, CO₂ được loại bỏ thấp hơn nhiều so với thông thường (chỉ quan sát được 20 mL/phút so với giá trị tiêu chuẩn > 150 mL/phút).

Một số nhóm nghiên cứu đã khám phá khả năng không thông khí cho bệnh nhân ngừng tim mà chỉ cung cấp oxy cho họ; điều này được gọi là "oxygen hóa khí ngưng thở", khai thác sự dịch chuyển của không khí do chính việc ép ngực gây ra.^{46,58} Cả nghiên cứu trên động vật và lâm sàng dường như đều chứng minh tính khả thi của chiến lược cung cấp oxy này.^{47,48} Steen và cộng sự,⁴⁹ sử dụng mô hình động vật, đã báo cáo áp lực tưới máu mạch vành cao hơn ở nhóm động vật được điều trị bằng oxygen hóa thụ động liên tục so với nhóm được điều trị bằng thông khí ngắt quãng tiêu chuẩn. Vào đầu những năm 2000, Saissy và cộng sự đã thực hiện một nghiên cứu lâm sàng liên quan đến các đối tượng ngừng tim ngoài bệnh viện. Các tác giả ghi nhận mức độ oxygen hóa tốt hơn và loại bỏ CO₂ nhiều hơn đáng kể ở nhóm chỉ được điều trị bằng oxygen hóa thụ động.⁵⁰ Tuy nhiên, quy mô của nghiên cứu không đủ để phát hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tỷ lệ sống sót. Bobrow và các đồng nghiệp,⁵¹ người trong lịch sử trường hợp của họ, đã báo cáo rằng việc bơm oxy thụ động tốt hơn thông khí bằng bóng giúp thở về kết quả sống sót và xuất viện với tình trạng thần kinh được bảo tồn. Bertrand và cộng sự⁵² nhận thấy việc áp dụng lưu lượng oxy thụ động ~ 15 L/phút có liên quan đến tỷ lệ sống sót tương tự như thông khí xâm lấn thông thường.

Điều cần thiết là phải phân biệt giữa bơm oxy thụ động, đạt được chủ yếu bằng cách sử dụng các thiết bị chuyên dụng (chẳng hạn như ống Boussignac) và oxygen hóa ngưng thở thuần túy, trong đó quá trình khử nitơ hoàn toàn của phế nang được thực hiện thông qua việc sử dụng dòng áp lực (thường là 20 cm H₂O). Từ quan điểm lý thuyết, sự phân biệt này là cần thiết để xác định nguy cơ xẹp phổi do tái hấp thu oxy; tuy nhiên, từ quan điểm thực tế (ít nhất là liên quan đến các nghiên cứu được thực hiện trên mô hình động vật), không có sự khác biệt đáng kể nào được xác định giữa 2 phương pháp về tác dụng phụ hoặc giữa các phương pháp này và

thông khí xâm lấn được thực hiện ở mức PEEP bằng 0.^{9,53,54}

Mặc dù, từ quan điểm lý thuyết, việc áp dụng PEEP dường như có lợi để đạt được mục tiêu oxygen hóa đầy đủ (xem phần PEEP), các nghiên cứu lâm sàng khác đã tập trung vào việc điều chỉnh thông khí cụ thể hơn cho bệnh nhân, ngay cả trong giai đoạn hít vào. Thật vậy, nguy cơ chấn thương khí áp trong quá trình thông khí xảy ra đồng thời với việc ép ngực đã được ghi nhận rõ ràng trong tài liệu.⁵⁹ Sự xuất hiện của các thiết bị máy thở di động mới trên thị trường có khả năng kích hoạt phân phối lưu lượng thông qua bộ kích hoạt hít vào ngược (hoạt động khi áp lực đường thở tăng đủ nhanh trên ngưỡng tuyệt đối sau một thời gian thở ra tối thiểu) đã mở ra một hướng nghiên cứu mới về ngắt quãng thông khí đồng bộ với ép ngực. Các nghiên cứu trên động vật đã cho thấy hiệu quả cao hơn trong việc đạt được (và duy trì) mức ngưỡng nhất định của FiO₂, với tác dụng có lợi đối với các điều kiện huyết động (ví dụ, duy trì huyết áp trung bình thích hợp) và cân bằng nội môi axit/bazơ (Bảng 1).^{55,56} Tuy nhiên, như đã đề cập trước đó, các nghiên cứu được thực hiện cho đến nay chỉ liên quan đến mô hình động vật. Vì vậy, chưa có kết luận nào có thể được rút ra về các thiết bị như vậy về mặt đạt được sự quay trở lại của tuần hoàn tự phát hoặc hoạt động thần kinh tốt hơn.

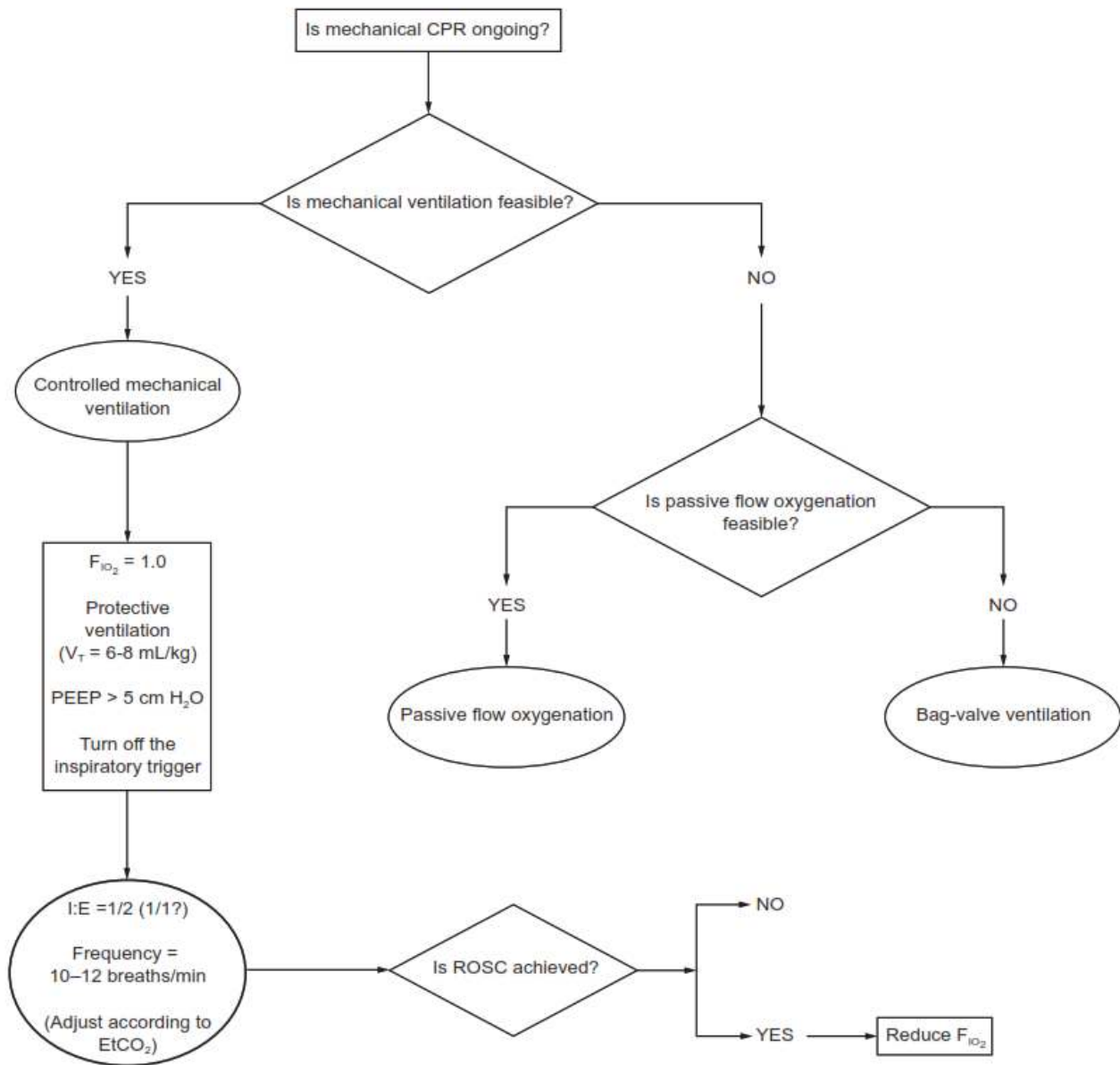
Do đó, tồn tại 2 chiến lược đối lập: thở oxy thụ động và đồng bộ thông khí với ép ngực. Cho đến nay, nghiên cứu duy nhất so sánh 2 chiến lược này trên mô hình động vật là của Soltsez và cộng sự.⁵⁷ Họ nhận thấy áp lực tưới máu mạch vành và áp lực động mạch chủ giai đoạn nén cao hơn khi áp dụng thông khí áp lực dương.

Hạn chế

Ưu tiên của đánh giá này là xem xét tất cả các tài liệu đánh giá thông khí cơ học trong quá trình CPR cơ học. Khi làm như vậy, chúng tôi đã có sự tham gia rộng rãi, thể hiện qua sự đa dạng của các thiết kế nghiên cứu có liên quan. Hầu hết các nghiên cứu đều là nghiên cứu tiền lâm sàng (trên động vật hoặc mô hình phòng thí nghiệm), do đó mức độ liên quan trực tiếp của chúng đến thực hành lâm sàng còn hạn chế. Ngoài ra, tài liệu còn chứa đựng những kết quả

gây tranh cãi liên quan đến nhu cầu thông khí trong quá trình hồi sức tim phổi.⁶⁰⁻⁶⁴ Thật vậy, vẫn tồn tại những nghi ngờ về sự cần thiết phải đặt nội khí quản cho bệnh nhân ngừng tim⁶⁵⁻⁶⁸; mặc dù cuộc thảo luận về vấn đề này nằm ngoài phạm vi xem xét của chúng tôi, nhưng chúng tôi có thể khẳng định rằng lợi ích của việc bảo vệ đường thở và thở máy tiếp tục được công nhận và ưu tiên rộng rãi.^{69,70} Đánh giá này chỉ đề cập đến bằng chứng

liên quan đến thở máy trong quá trình CPR cơ học. Bất kỳ bằng chứng nào liên quan đến dữ liệu được thu thập ngoài khung thời gian này (bao gồm cả sau khi lưu thông tự phát trở lại) đều không được đề cập. Thay vào đó, người đọc nên tham khảo ấn phẩm gần đây của Holmberg và cộng sự,⁷¹ thảo luận về các mục tiêu oxygen hóa và thông khí sau khi ngừng tim.



Hình 2. Đề xuất thuật toán vận hành cho thông khí cơ học xâm lấn trong quá trình CPR cơ học. CPR = hồi sức tim phổi; V_T = thể tích khí lưu thông; I:E = tỷ lệ hít vào-thở ra; ROSC = sự trở lại của tuần hoàn tự phát; $PEtCO_2$ = áp lực carbon dioxide cuối thì thở ra.

Tóm tắt

Nghiên cứu về cách tối ưu để thông khí cho bệnh nhân ngừng tim bằng cách ép ngực cơ học đang được tiến hành. Hiện tại, rất ít nghiên cứu lâm sàng khám phá chiến lược thông khí tốt nhất cho bệnh nhân ngừng tim trong CPR cơ học. Theo bằng chứng được công bố cho đến nay, mức độ cao Hình ảnh nhúng trong quá trình CPR phải được đảm bảo ở những bệnh nhân này. Bằng chứng ở mức độ thấp gợi ý nên tắt kích hoạt kích hoạt thì hít vào và áp

dụng PEEP (ít nhất 5 cm H₂O). Vẫn còn những điều không chắc chắn về chế độ thông khí lý tưởng, V_T, cài đặt tần số thông khí và tỷ lệ hít vào-thở ra. Các hướng dẫn quốc tế hiện tại không cung cấp bất kỳ chỉ dẫn nào về chiến lược thông khí cơ học “tốt nhất” để sử dụng trong quá trình CPR cơ học. Ở đây, chúng tôi đưa ra một thuật toán vận hành dựa trên trạng thái kiến thức hiện tại (Hình 2). Các nghiên cứu cụ thể đề cập đến các chủ đề được đề cập trong đánh giá này sẽ được yêu cầu để điều tra tính hợp lệ của nó.