

RESEARCH

Open Access



Physiological and clinical effects of trunk inclination adjustment in patients with respiratory failure: a scoping review and narrative synthesis

Martín H. Benites^{1,2,3}, Marcelo Zapata-Canivilo⁴, Fabian Poblete¹, Francisco Labbe¹, Romina Battiato⁵, Andrés Ferre^{1,2}, Jorge Dreyse^{1,2}, Guillermo Bugeo⁶, Alejandro Bruhn⁶, Eduardo L. V. Costa^{7,8} and Jaime Retamal^{6*}

Tác động sinh lý và lâm sàng của việc điều chỉnh độ nghiêng của thân mình ở bệnh nhân suy hô hấp: tổng quan phạm vi và tổng hợp tường thuật

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

Tóm tắt

Bối cảnh

Điều chỉnh độ nghiêng của thân từ tư thế nửa nằm nửa ngồi sang tư thế nằm ngửa hoặc ngược lại ở những bệnh nhân suy hô hấp ảnh hưởng đáng kể đến nhiều khía cạnh của sinh lý hô hấp bao gồm cơ học hô hấp, oxygen hóa, thể tích phổi cuối thì thở ra và hiệu quả thông khí. Mặc dù có những tác động quan sát được này, bằng chứng lâm sàng hiện tại liên quan đến thủ thuật định vị này vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này tiến hành đánh giá phạm vi đối với những bệnh nhân suy hô hấp đang thở máy để đánh giá tác động của độ nghiêng của thân lên các thông số sinh lý của phổi.

Phương pháp

Các cơ sở dữ liệu PubMed, Cochrane và Scopus đã được tìm kiếm một cách có hệ thống từ năm 2003 đến năm 2023. Can thiệp: Thay đổi độ nghiêng của thân. Đo lường: Bốn lĩnh vực đã được đánh giá trong nghiên cứu này: 1) cơ học hô hấp, 2) phân bố thông khí, 3) oxygen hóa và 4) hiệu quả thông khí.

Kết quả

Sau khi tìm kiếm ba cơ sở dữ liệu và loại bỏ các bản sao, 220 nghiên cứu đã được sàng lọc. Trong số đó, 37 nghiên cứu được đánh giá chi tiết và 13 nghiên cứu được đưa vào phân tích cuối cùng, bao gồm 274 bệnh nhân. Tất cả các nghiên cứu được chọn đều là nghiên cứu thử nghiệm và đánh giá cơ học hô hấp, phân bố thông khí, oxygen hóa và hiệu quả thông khí, chủ yếu trong vòng 60 phút sau khi thay đổi tư thế.

Kết luận

Ở những bệnh nhân suy hô hấp cấp tính, việc chuyển từ tư thế nằm ngửa sang tư thế nằm ngửa đầu cao (semi-recumbent position) dẫn đến giảm độ giãn nở của hệ hô hấp và tăng áp lực đẩy đường thở. Ngoài ra, bệnh nhân C-ARDS đã cải thiện hiệu quả thông khí, dẫn đến mức PaCO₂ thấp hơn. Sự cải thiện oxygen hóa đã được quan sát thấy ở một số ít bệnh nhân và chỉ ở những bệnh nhân có EELV tăng khi chuyển sang tư thế nằm ngửa đầu cao. Do đó, góc nghiêng thân phải được báo cáo chính xác ở những bệnh nhân suy hô hấp đang thở máy.

Bối cảnh

Việc điều chỉnh độ nghiêng của thân từ tư thế nằm ngửa-đầu cao sang tư thế nằm ngửa-phẳng hoặc ngược lại có thể tạo ra những tác động sinh lý đáng kể lên hệ hô hấp có liên quan đến thực hành lâm sàng hàng ngày [1-3]. Những thay đổi về góc thân này đã được chứng minh là ảnh hưởng đến cơ học hô hấp [1], độ đàn hồi của thành ngực [4], oxygen hóa [2], thể tích phổi cuối thì thở ra (end-expiratory lung volume - EELV) [2] và áp suất riêng phần của carbon dioxide (PaCO₂) [1-3]. Tuy nhiên, mức độ hoàn chỉnh của những tác động này vẫn chưa được hiểu đầy đủ và vẫn là chủ đề của quá trình nghiên cứu.

Do đó, chúng tôi đã tiến hành một đánh giá phạm vi toàn diện để củng cố kiến thức rời rạc hiện tại về ảnh hưởng của độ nghiêng của thân trên sinh lý phổi. Cách tiếp cận này lập bản đồ một cách có hệ thống các nghiên cứu hiện có về chủ đề này để cung cấp một bức tranh hoàn chỉnh hơn về trạng thái kiến thức hiện tại. Câu hỏi nghiên cứu chính của chúng tôi tập trung vào việc khám phá cách các tài liệu hiện tại làm sáng tỏ ảnh hưởng của việc điều chỉnh độ nghiêng của thân trên sinh lý phổi ở những bệnh nhân thở máy bị suy hô hấp. Đánh giá này nhằm mục đích tóm tắt kiến thức mới nhất, đặc biệt nhấn mạnh ảnh hưởng của độ nghiêng của thân trên cơ học hô hấp, phân bố thông khí, oxygen hóa và hiệu quả thông khí ở nhóm bệnh nhân này.

Phương pháp

Đánh giá phạm vi này tuân thủ theo hướng dẫn mở rộng Mục báo cáo ưa thích cho Đánh giá có hệ thống và Phân tích tổng hợp cho Đánh giá phạm vi (PRISMA-ScR). Chúng tôi đã đưa danh sách kiểm tra các hướng dẫn PRISMA-ScR vào Tập bổ sung 1. Phần Thảo luận cung cấp phân tích chi tiết về các kết quả thu được trong nghiên cứu này của nhóm chuyên gia về suy hô hấp cấp tính. Đánh giá phạm vi này không yêu cầu đăng ký với Prospero. Nghiên cứu này không yêu cầu phê duyệt về mặt đạo đức. Các tác giả đã khái niệm hóa các mục tiêu đánh giá và chiến lược tìm kiếm.

Tiêu chí nghiên cứu tập trung vào người lớn từ 18 tuổi trở lên, bị suy hô hấp, được thở máy xâm lấn tại ICU và thở máy dưới bảy ngày. Điều kiện đủ yêu cầu các nghiên cứu phải bao gồm điều chỉnh độ nghiêng của thân ở tư thế nằm ngửa, cụ thể là ở tư thế nằm ngửa đầu cao, tư thế Trendelenburg ngược hoặc tư thế nằm ngửa phẳng. Các nghiên cứu phù hợp đã sử dụng các mô hình thử nghiệm hoặc thiết kế đo lường lặp lại, cho phép bệnh nhân tự kiểm soát và điều tra các biện pháp về cơ học hô hấp, hiệu quả thông khí, các thông số oxygen hóa, thể tích phổi cuối thì thở ra và phân bố thông khí, với các đánh giá có thể sử dụng chụp cắt lớp trở kháng điện. Tiêu chí tuyển chọn bị giới hạn ở các nghiên cứu trên người tham gia được công bố bằng bất kỳ ngôn ngữ nào từ năm 2003 đến năm 2024. Ngược lại, tiêu chí loại trừ là các nghiên cứu không có so sánh chức năng phổi thống kê ở các tư thế khác nhau, bệnh nhân phẫu thuật trong phòng mổ, bệnh nhân dùng ECMO tĩnh mạch - tĩnh mạch, bệnh nhân thở tự nhiên trong khi thở máy và các nghiên cứu chỉ tập trung vào tư thế Trendelenburg và tư thế nằm sấp. Ngoài ra, tóm tắt hội nghị, tài liệu chưa công bố, báo cáo trường hợp, tài liệu xám, nghiên cứu quan sát và các bài đánh giá có hệ thống hoặc tường thuật cũng không được xem xét.

Nguồn thông tin

Các cơ sở dữ liệu thư mục sau đây đã được tìm kiếm từ năm 2003 đến tháng 3 năm 2024 để xác định các tài liệu có khả năng liên quan: PubMed, Cochrane và Scopus. Các chiến lược tìm kiếm được soạn thảo bởi một thủ thư tại Clínica Las Condes và được tinh chỉnh thêm thông qua các cuộc thảo luận của nhóm. Các bản sao đã được MB và RB xóa bỏ.

Chiến lược tìm kiếm

Chiến lược tìm kiếm sử dụng hỗn hợp các thuật ngữ văn bản tự do, tích hợp các Tiêu đề chủ đề y khoa (MeSH) được chọn dựa trên câu hỏi nghiên cứu của PICO. Cách tiếp cận này cho phép tìm kiếm toàn diện và phù hợp, đảm bảo rằng tất cả các lĩnh vực tìm hiểu có liên quan đều được khám phá kỹ lưỡng để có được sự hiểu biết toàn diện về chủ đề [5]. Chiến lược truy xuất chi tiết được cung cấp trong Tệp bổ sung 1.

Một chiến lược tìm kiếm giới hạn đã được chọn để xác định các nghiên cứu báo cáo kết quả sinh lý thông qua nghiên cứu thực nghiệm. Lựa chọn này dựa trên mục đích khám phá các tác động sinh lý do thay đổi độ nghiêng của lồng ngực tạo ra, do đó đảm bảo rằng nghiên cứu tập trung cụ thể vào các khía cạnh quan trọng và có liên quan nhất của biến này.

Quá trình lựa chọn dữ liệu và lập biểu đồ

Ban đầu, chúng tôi sàng lọc tiêu đề và tóm tắt để loại bỏ các mục trùng lặp. Sau đó, mỗi nhà điều tra thực hiện đánh giá chi tiết hơn để lập danh sách ngắn các hồ sơ có liên quan. Trong cuộc họp trực tiếp tiếp theo, các nhà điều tra đã xem xét các bài viết còn lại, được đưa vào đánh giá phạm vi.

Dữ liệu được trích xuất bao gồm các chi tiết ẩn phẩm, chẳng hạn như tác giả và ngày xuất bản, và các chi tiết cụ thể của nghiên cứu, chẳng hạn như thiết kế nghiên cứu và đánh giá. Với cách diễn giải rộng rãi về 'độ nghiêng của thân' ở những bệnh nhân suy hô hấp, tìm kiếm của chúng tôi đã được mở rộng

bằng cách theo dõi trích dẫn ngược danh sách tham khảo của các bài báo đã chọn.

Trích xuất dữ liệu

Hai giám khảo đã độc lập trích xuất dữ liệu bằng biểu mẫu được thiết kế cho đánh giá phạm vi này. Sau đó, một thanh tra viên thứ ba đã xác minh dữ liệu được trích xuất để đảm bảo tính chính xác và đầy đủ của dữ liệu. Các quy trình sàng lọc và trích xuất dữ liệu đã được xem xét chung thông qua thảo luận. Chúng tôi đã tiến hành đánh giá tuân thủ các tiêu đề, tóm tắt và toàn văn của tất cả các ẩn phẩm được xác định bằng tiêu chí tìm kiếm của chúng tôi để đánh giá mức độ liên quan tiềm ẩn của chúng. Bất kỳ bất đồng nào liên quan đến việc lựa chọn nghiên cứu hoặc trích xuất dữ liệu đều được giải quyết thông qua thảo luận bổ sung.

Dữ liệu trích xuất từ các nghiên cứu bao gồm thông tin như tác giả đầu tiên, năm xuất bản, thiết kế nghiên cứu, đặc điểm và số lượng người tham gia, can thiệp, kết quả và kết luận.

Điểm cuối

Khám phá các tác động sinh lý, bao gồm cơ học hô hấp, oxygen hóa, thông khí và phân bố thông khí, gây ra bởi những thay đổi về độ nghiêng của thân.

Phân tích thống kê

Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (standard deviation - SD) của độ giãn nở hệ hô hấp, PaO_2/FiO_2 và $PaCO_2$ đã được ghi lại. Hiệu quả điều trị được biểu thị bằng sự khác biệt giữa các giá trị trung bình giữa hai vị trí. Sai số chuẩn (standard error - SE) biểu thị sự không chắc chắn khi ước tính hiệu quả điều trị. Trọng số (chung/ngẫu nhiên) của mỗi nghiên cứu và phép tính hiệu quả tổng thể đã được ghi lại bằng cách sử dụng mô hình hiệu ứng cố định (chung) và hiệu ứng ngẫu nhiên (ngẫu nhiên). Khoảng tin cậy (confidence intervals - CI): IV, cố định + ngẫu nhiên; 95% CI, khoảng tin cậy 95% cho sự khác biệt trung

bình về độ giãn nở hệ hô hấp, PaO_2/FiO_2 và $PaCO_2$ trong cả hai mô hình. Tau^2 , Chi^2 và I^2 biểu thị mức độ không đồng nhất giữa các nghiên cứu, trong đó $I^2 = \%$ biểu thị phần trăm không đồng nhất của các nghiên cứu được phân tích. Các thử nghiệm hiệu ứng chung đã được thực hiện: hiệu ứng chung: $Z = (p = \text{giá trị})$, để phân tích xem sự khác biệt về giá trị trung bình có ý nghĩa thống kê theo mô hình hiệu ứng cố định hay không. Hiệu ứng ngẫu nhiên: $t = (p = \text{giá trị})$ để phân tích hiệu ứng có ý nghĩa thống kê theo mô hình hiệu ứng ngẫu nhiên.

Đánh giá chất lượng

Nguy cơ sai lệch đối với các nghiên cứu được đưa vào đã được đánh giá bằng Công cụ đánh giá chất lượng NHLBI cho các nghiên cứu trước-sau (trước-sau) không có nhóm đối chứng. Công cụ toàn diện này, bao gồm 12 câu hỏi chính, được lựa chọn vì tính kỹ lưỡng của nó trong việc đánh giá các khía cạnh như tính rõ ràng của mục tiêu, tính phù hợp của các phân tích thống kê và việc quản lý các biến gây nhiễu. Hai tác giả đã đánh giá độc lập từng nghiên cứu bằng khuôn khổ này để đảm bảo tính khách quan và chiều sâu trong quá trình đánh giá. Bất kỳ sự khác biệt nào về điểm số đều được giải quyết thông qua thảo luận hoặc tham vấn với nhà nghiên cứu thứ ba để đảm bảo sự đồng thuận. Dựa trên cách tiếp cận tỉ mỉ này, các nghiên cứu đã được phân loại một cách có hệ thống thành các bậc nguy cơ sai lệch thấp, trung bình hoặc cao, phù hợp với các tiêu chí chuẩn hóa phản ánh tính hợp lý về phương pháp luận và độ tin cậy của các phát hiện (Tập bổ sung 2).

Kết quả

Lựa chọn nghiên cứu và đặc điểm nghiên cứu

Sau khi hoàn tất việc tìm kiếm các nghiên cứu và xóa tất cả các bản sao khỏi ba cơ sở dữ liệu (PubMed, Cochrane và Scopus), 265 nghiên cứu đã được xác

định. Trong số đó, 37 nghiên cứu đã trải qua đánh giá đủ điều kiện chi tiết và 13 nghiên cứu cuối cùng đã được đưa vào để phân tích trong đánh giá phạm vi này. Đánh giá cuối cùng bao gồm 274 bệnh nhân [1-3, 6-15]. Biểu đồ luồng của quy trình lựa chọn nghiên cứu được thể hiện trong Hình 1.

Hình 1 Biểu đồ luồng lựa chọn nghiên cứu (xin xem bản gốc)

Cả 13 nghiên cứu được đưa vào đều là các nghiên cứu thử nghiệm, đo lường lặp lại và trước-sau được tiến hành tại các trung tâm đơn lẻ. Trong số 13 nghiên cứu, 12 nghiên cứu đánh giá các kết quả liên quan đến cơ học hô hấp [1-3, 6-11, 13-15], tám nghiên cứu đánh giá EELV và phân bố thông khí [1-3, 6, 11, 12, 15], bảy nghiên cứu phân tích các tác động đến oxygen hóa [1-3, 6, 10, 11, 14] và sáu nghiên cứu xem xét kỹ lưỡng các tác động đến $PaCO_2$ và hiệu quả/không hiệu quả thông khí [1-3, 10, 11, 14]. Trong số này, chỉ có một nghiên cứu sử dụng phép đo capnography theo thể tích để đánh giá tác động lên khoảng chết [3]. Trong 12 nghiên cứu, kết quả được đánh giá trong vòng 60 phút sau khi thay đổi tư thế [1-3, 6, 8-14]. Chỉ có một nghiên cứu kéo dài kết quả đánh giá thêm 12 giờ sau khi điều chỉnh tư thế [7]. Trong khung thời gian đánh giá này, không quan sát thấy bất kỳ thay đổi huyết động đáng kể nào cũng như trào ngược dạ dày sau khi điều chỉnh theo độ nghiêng của thân trong bất kỳ nghiên cứu nào [1-3, 6-15]. Chi tiết toàn diện và dữ liệu cho các nghiên cứu này được cung cấp trong Tập bổ sung 1.

Đặc điểm của các nguồn bằng chứng

Mười ba nghiên cứu thử nghiệm (100%) đã được xác định. Năm nghiên cứu sử dụng trình tự ngẫu nhiên để xác định thứ tự đánh giá tư thế nằm ngửa đầu cao và nằm ngửa phẳng [1, 10, 11, 14, 15]. Số bệnh nhân trung bình được ghi danh trong tất cả các nghiên cứu là 19 (khoảng tứ phân vị [IQR] 16–22). Tất cả các nghiên cứu đều đánh giá bệnh nhân suy hô hấp cấp tính (acute respiratory failure - ARF), trong các bối

cảnh đa dạng: bảy nghiên cứu tập trung vào bệnh nhân mắc hội chứng nguy kịch hô hấp cấp tính (acute respiratory distress syndrome - ARDS) cổ điển [2, 3, 6, 7, 9, 14, 15], năm nghiên cứu liên quan đến bệnh nhân COVID-19 [1, 3, 8, 10, 11], một nghiên cứu được tiến hành sau phẫu thuật tim [12] và hai nghiên cứu liên quan đến bệnh nhân béo phì bệnh lý, bệnh nặng đang thở máy [13, 14]. Trong mọi trường hợp, bệnh nhân đều bị suy hô hấp, đặc trưng bởi PaO_2 trên phân số oxy hít vào ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) < 300 mmHg và được thở máy thụ động trong điều kiện an thần sâu.

Đánh giá nguy cơ thiên vị

Trong số 13 nghiên cứu được kiểm tra, 10 nghiên cứu được xác định là có nguy cơ sai lệch ở mức trung bình [2, 6-12, 14] và 3 nghiên cứu còn lại cho thấy nguy cơ thấp [1, 3, 12]. Chín nghiên cứu không cung cấp các phép tính về quy mô mẫu của họ [6-11, 13, 14] và 12 nghiên cứu chỉ ra nguy cơ sai lệch khi chỉ định và xác định kết quả nghiên cứu của họ (Tập bổ sung 2) [1, 2, 6-14].

Phân tích của nhóm chuyên gia

Các tác giả đã tổng hợp các phát hiện từ các nghiên cứu được chọn, sau đó được một ủy ban chuyên gia về suy hô hấp và thở máy xem xét (Tập bổ sung 1). Các kết quả chính của mỗi nghiên cứu được sắp xếp thành bốn loại chính.

Tác động lên cơ học hô hấp và phân bố thông khí

- Cơ học hô hấp
- Phân bố EELV và thông khí

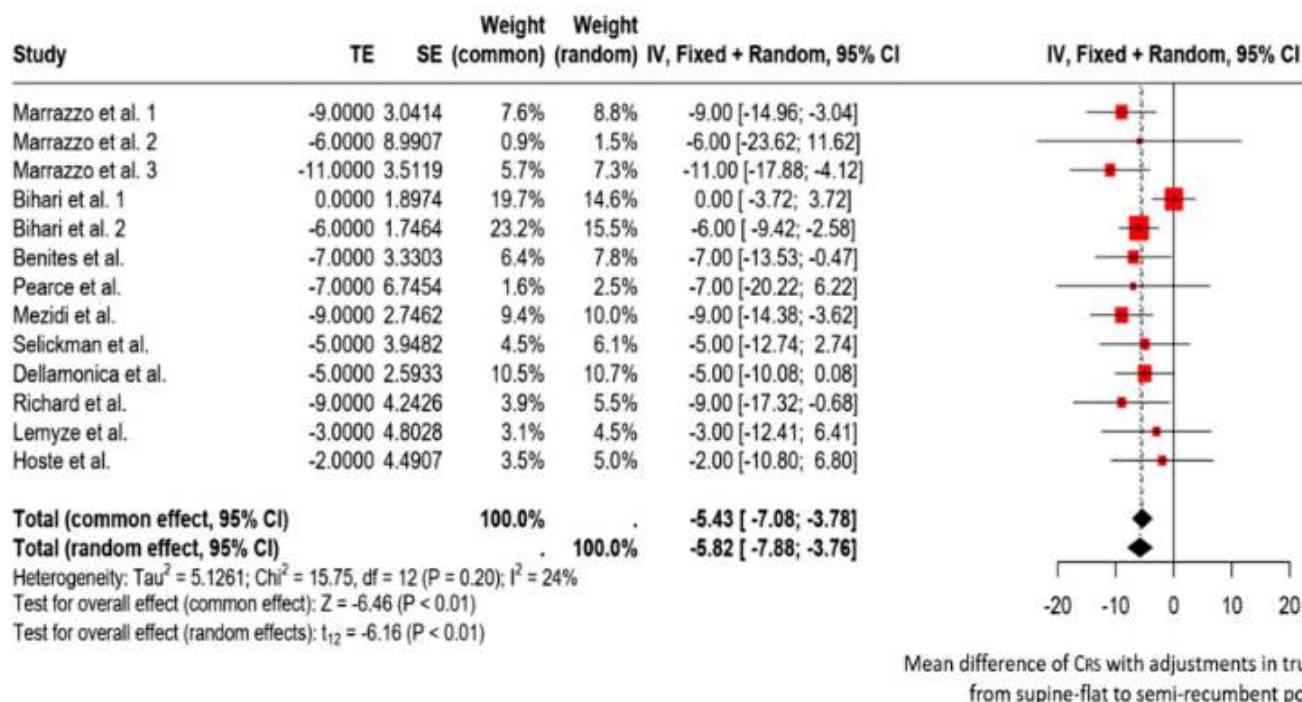
Tác động lên trao đổi khí máu

- Oxygen hóa
- PaCO_2 và hiệu quả thông khí.

1. Ảnh hưởng của việc điều chỉnh độ nghiêng của thân mình lên cơ học hô hấp

Mười nghiên cứu đánh giá tác động của độ nghiêng giường lên cơ học hô hấp ở 254 bệnh nhân. Trong số đó, mười nghiên cứu tập trung vào những bệnh nhân mắc ARDS (n = 156) [2, 3, 6, 7, 9, 14, 15] và COVID-19-ARDS (C-ARDS, n = 82) [1, 3, 8, 11], trong khi hai nghiên cứu nhắm vào những bệnh nhân béo phì bệnh lý bị bệnh nặng mắc ARF (n = 36) [13, 14]. Kết quả chính là việc thay đổi từ tư thế nằm ngửa sang tư thế nằm ngửa đầu cao dẫn đến giảm độ đàn hồi của hệ thống hô hấp (respiratory system compliance - C_{RS}) và tăng áp lực đẩy đường thở (airway driving pressure). Những phát hiện chính được tóm tắt trong Tập bổ sung 1.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng ở những bệnh nhân bị suy hô hấp cấp tính đang thở máy thụ động, việc chuyển từ tư thế nằm ngửa đầu cao sang tư thế nằm ngửa phẳng trong thời gian đánh giá ngắn sẽ làm giảm áp lực đẩy và áp lực xuyên phổi và cải thiện C_{RS} (Hình 2) [1-3, 6, 8-11, 14, 15]. Ngoại trừ nghiên cứu của Hoste và cộng sự [7], những tác động này đã được quan sát thấy một cách nhất quán trong tất cả các trường hợp suy hô hấp cấp tính được đánh giá [1-3, 6, 8-11, 14, 15]. Tuy nhiên, một nghiên cứu đã phát hiện ra rằng ở những bệnh nhân không béo phì mắc ARDS cổ điển, những thay đổi về áp lực đẩy và C_{RS} không đáng kể như ở những bệnh nhân béo phì. Ở những bệnh nhân không béo phì, chỉ có độ đàn hồi của thành ngực thấp hơn ở tư thế nằm ngửa so với tư thế nằm ngửa đầu cao [14]. Điều đáng chú ý là trong các nghiên cứu không phân biệt giữa bệnh nhân béo phì và không béo phì, chỉ số khối cơ thể trung bình của bệnh nhân suy hô hấp cấp tính là khoảng 30 kg/m^2 [3, 10, 11]. Ngoài ra, những thay đổi về độ nghiêng của thân mình có thể sẽ yêu cầu mức PEEP mới để tối ưu hóa các giá trị của nó. Nếu không tối ưu hóa, có nguy cơ tiềm ẩn về tình trạng căng quá mức hoặc xẹp phổi [11].



Hình 2 Biểu đồ rừng. Sự khác biệt trung bình của CRs với các điều chỉnh độ nghiêng của thân từ nằm ngửa phẳng sang nằm ngửa đầu cao. TE (Hiệu ứng điều trị) biểu thị sự khác biệt về độ giãn nở trung bình của hệ hô hấp giữa hai vị trí. SE (Sai số chuẩn): Sự không chắc chắn liên quan đến việc ước tính hiệu ứng điều trị. Trọng số (Weight) (chung/ngẫu nhiên): Trọng số mà mỗi nghiên cứu đóng góp vào tính toán hiệu ứng tổng thể theo mô hình hiệu ứng cố định (chung) và mô hình hiệu ứng ngẫu nhiên (ngẫu nhiên). Khoảng tin cậy (CI): IV, Cố định + Ngẫu nhiên; CI 95%, khoảng tin cậy 95% cho sự khác biệt về độ giãn nở trung bình của hệ hô hấp trong cả hai mô hình. Tau^2 , Chi^2 và I^2 biểu thị mức độ không đồng nhất giữa các nghiên cứu. Ở đây, $I^2 = 24\%$ biểu thị độ không đồng nhất vừa phải. Kiểm định hiệu ứng tổng thể: Hiệu ứng chung: $Z = -6,46$ ($p < 0,01$), biểu thị hiệu ứng kết hợp có ý nghĩa thống kê theo mô hình hiệu ứng cố định. Hiệu ứng ngẫu nhiên: $t = -6,16$ ($p < 0,01$), cho thấy hiệu ứng có ý nghĩa thống kê theo mô hình hiệu ứng ngẫu nhiên. Bihari và cộng sự¹ đã đánh giá những bệnh nhân không béo phì mắc ARDS. Bihari và cộng sự² đã đánh giá những bệnh nhân béo phì mắc ARDS

2. Tác động của việc điều chỉnh độ nghiêng của thân mình lên thể tích phổi cuối thì thở ra và phân bố thông khí

Tám nghiên cứu đánh giá tác động của độ nghiêng của giường lên EELV và phân bố thông khí ở 158 bệnh nhân đã được xác định. Trong số các nghiên cứu này, bốn nghiên cứu tập trung vào bệnh nhân mắc ARDS cổ điển ($n = 93$) [2, 3, 6, 9, 15], ba nghiên

cứ tập trung vào bệnh nhân mắc C-ARDS ($n = 45$) [1, 3, 11] và một nghiên cứu đánh giá bệnh nhân suy hô hấp sau phẫu thuật tim ($n = 20$) [12]. EELV đã được phân tích ở 76 bệnh nhân bằng kỹ thuật rửa trôi khí nitơ (nitrogen washout/washin technique) [2, 6, 9]. Ngoài ra, 82 bệnh nhân đã được kiểm tra phân bố thông khí phổi khu vực bằng chụp cắt lớp trở kháng điện (electrical impedance tomography) [1, 3, 11, 15]. Các phát hiện được tóm tắt trong Bảng 1.

Bảng 1 Tác động của việc điều chỉnh độ nghiêng của thân lên EELV, phân bố thông khí và oxygen hóa

Nghiên cứu	Dân số (n=158)	Độ nghiêng của thân	Kết quả	Kết luận
Richard và cộng sự. Intensive Care Med 2006 [6]	Bệnh nhân ARDS (n = 16)	Từ tư thế nằm ngửa (0°) sang tư thế đầu cao (45°) với chi dưới hạ xuống 45°	Trong quá trình ngay khi chuyển sang tư thế thẳng đứng, có sự khác biệt đáng kể về EELV giữa những bệnh nhân có mức oxy (PaO ₂) tăng lớn hơn 40% và những bệnh nhân không có. EELV tăng 500 ± 272 mL ở những người đáp ứng và 310 ± 225 mL ở những người không đáp ứng (<i>p</i> = 0,286). Khi chuyển từ tư thế thẳng đứng sang nằm ngửa, người đáp ứng cho thấy mức EELV giảm nhiều hơn (837 ± 329 mL) so với người không đáp ứng (320 ± 231 mL, <i>p</i> = 0,009)	EELV cao hơn được quan sát thấy ở những người đáp ứng ở tư thế thẳng đứng có thể là kết quả của việc huy động phế nang (alveolar recruitment) hoặc căng quá mức (overdistention)
Dellamonica và cộng sự Intensive Care Med 2013 [2]	Bệnh nhân ARDS (n = 40)	Từ tư thế nằm ngửa đầu hơi cao (15°) sang tư thế nằm ngửa đầu cao (45°)	Sự gia tăng EELV/PBW (trọng lượng cơ thể dự đoán) chỉ được quan sát thấy ở những bệnh nhân có cải thiện PaO ₂ /FiO ₂ > 20%. Cụ thể, ở những bệnh nhân này, EELV/PBW tăng từ 16 [13–22] lên 19 [15–25] ml/Kg (<i>p</i> < 0,05). Hệ số xác định giữa EELV và PaO ₂ /FiO ₂ là R ² = 0,037	Những thay đổi của EELV/PBW chỉ được quan sát thấy ở 13 trong số 40 bệnh nhân được nghiên cứu và không tìm thấy mối tương quan nào giữa những thay đổi của EELV/PBW và PaO ₂ /FiO ₂ khi điều chỉnh theo độ nghiêng của thân.
Spooner và cộng sự. Respir Care 2014 [12]	Bệnh nhân sau phẫu thuật tim (n = 20)	Từ 0 đến 20° độ nghiêng của ngực. Sau đó, từ 20° đến 30° độ nghiêng của ngực	Việc chuyển bệnh nhân từ 0° sang 20° làm tăng EELI thêm 1,054 đơn vị trở kháng (95% CI: 888–1,219, <i>p</i> < 0,001). Việc nâng cao thêm lên góc 30° làm tăng EELI thêm 1,327 đơn vị trở kháng so với ban đầu ở 0° (95% CI 1,080–1,573; <i>p</i> < 0,001)	Ở những bệnh nhân thở máy sau phẫu thuật tim, việc tăng góc nghiêng của thân mình sẽ làm tăng EELI, điều này cho thấy dung tích cận chức năng được cải thiện.
Mezidi và cộng sự Intensive Care Med 2019 [9]	Bệnh nhân ARDS (n = 24)	Từ tư thế nằm ngửa (0°) đến tư thế nằm ngửa đầu cao (30°)	EELV tăng từ 1203 [994–1412] lên 1371 [1137–1606] (<i>p</i> = 0,001)	Ở tư thế nằm ngửa phẳng so với tư thế nằm ngửa đầu cao, sự giảm EELV cho thấy áp lực màng phổi tăng lên, có thể là do trọng lượng của các thành phần trong ổ bụng.
Marrazzo và cộng sự Respir Care 2023 [1]	Bệnh nhân C-ARDS (n = 15)	Từ tư thế nằm ngửa (0°) đến tư thế nằm ngửa đầu cao (40°)	EELV tăng đáng kể từ 123 [– 239– 54] lên 148 [36–300] (<i>p</i> < 0,001). Ở vùng bụng, mức độ tăng từ – 52 [– 108– – 13] lên 19 [– 16–115] (<i>p</i> = 0,003), và ở vùng lưng, tăng từ – 76 [– 112– – 35] lên 98 [30–184] (<i>p</i> < 0,001)	Áp dụng tư thế nằm ngửa làm giảm EELV toàn cục và khu vực

Pearce và cộng sự Crit Care Explor 2023 [15]	Bệnh nhân ARDS (n = 13)	Từ nằm ngửa ở 0° đến nằm ngửa đầu cao ở 35–40°	Tỷ lệ thông khí lung thấp hơn đáng kể ở tư thế nằm ngửa so với tư thế nằm ngửa đầu cao (48,5% so với 54,5%, $p = 0,003$), cho thấy sự gia tăng thông khí bụng khi bệnh nhân nằm ngửa phẳng. Tâm thông khí dịch chuyển về phía bụng ở tư thế nằm ngửa (47,9 so với 49,5, $p = 0,005$)	Tư thế nằm ngửa có thể dẫn đến sự phân bố thông khí thuận lợi hơn so với tư thế nằm ngửa đầu cao, có khả năng do làm giảm tình trạng căng phồng quá mức ở bụng và cải thiện C_{RS} .
Benites và cộng sự Intensive Care Med Experimental 2023 [3]	Bệnh nhân C-ARDS (n = 18), ARDS (n = 4)	Từ tư thế nằm ngửa ở góc 10° đến tư thế nằm ngửa ở góc 45°	Tỷ lệ trở kháng (tỷ lệ giữa thông khí bụng và lung) tăng đáng kể từ 0,86 [IQR 0,51–1,33] lên 1,27 [IQR 0,83 đến 1,78] ($p < 0,001$). Thể tích khí lưu thông khu vực chỉ giảm ở vùng lung trái từ 298 [211–403] xuống 225 [120–288] ($p = 0,007$). Chỉ số không đồng nhất toàn cục vẫn ổn định ($p = 0,700$) và EELI không cho thấy thay đổi đáng kể nào ở bất kỳ phần tư phổi nào (vùng bụng và lung)	Tỷ lệ trở kháng tăng lên, cho thấy sự thay đổi trong phân bố không khí từ vùng phổi phụ thuộc sang vùng phổi không phụ thuộc. Khi bệnh nhân chuyển sang tư thế nằm ngửa đầu cao, mức EELI tăng lên ở vùng phổi lung. Điều này có thể là do những thay đổi về cấu trúc và giảm áp lực giải phẫu chông lên ở vùng phổi cụ thể
Marrazzo và cộng sự Tạp chí y học lâm sàng 2023 [11]	Bệnh nhân C-ARDS (n = 12)	So sánh cài đặt PEEP giữa tư thế nằm ngửa ở góc 0° và tư thế nằm ngửa ở góc 40°	Biến thiên EELV được tính toán từ những thay đổi của trở kháng phổi cuối thì thở ra (EELI) được ghi lại. Ở mức PEEP được chuẩn độ, những thay đổi của EELV ($\Delta EELV$) trong 30 phút là -153 ± 162 mL ở tư thế nằm ngửa so với $+27 \pm 203$ mL ở tư thế nằm ngửa đầu cao ($p = 0,007$) Thể tích vùng bụng: -61 ± 94 mL ở tư thế nằm ngửa so với -30 ± 127 mL ở tư thế nằm ngửa đầu cao ($p = 0,39$) Thể tích vùng lung: -91 ± 80 mL ở tư thế nằm ngửa so với $+57 \pm 89$ mL ở tư thế nằm ngửa đầu cao ($p < 0,001$)	Mức PEEP thấp hơn được yêu cầu ở tư thế nằm ngửa đầu cao so với tư thế nằm ngửa phẳng để tối ưu hóa cơ học hô hấp. Điều này có thể là do EELV tăng lên ở tư thế nằm ngửa đầu cao, làm dịch chuyển đường cong áp suất-thể tích của hệ hô hấp về phía các vùng cao hơn. Tuy nhiên, ở mức PEEP tối ưu, ở tư thế nằm ngửa đầu cao, EELV ổn định hơn so với tư thế nằm ngửa phẳng trong 30 phút quan sát

EELV: Thể tích phổi cuối kỳ thở ra; PaO₂/FiO₂: PaO₂ chia cho nồng độ oxy khí hít vào; ARDS: Hội chứng nguy kịch hô hấp cấp tính; C-ARDS: Hội chứng nguy kịch hô hấp cấp tính liên quan đến COVID-19; PBW: cân nặng dự đoán; PEEP: Áp lực dương cuối kỳ thở ra; C_{RS}: Độ giãn nở của hệ hô hấp; EELI: Trở kháng phổi cuối kỳ thở ra

Tác động của những thay đổi về độ nghiêng của thân lên EELV rất khác nhau giữa các nghiên cứu. Kết quả có thể cho thấy sự gia tăng EELV khi chuyển từ tư thế nằm ngửa phẳng sang tư thế nằm ngửa đầu cao [2, 6, 9]. Tuy nhiên, quá trình chuyển từ tư thế nằm ngửa sang tư thế ngồi cho thấy sự gia

tăng thể tích phổi cuối thì thở ra (EELV) ở những bệnh nhân có mức oxy (PaO₂) tăng hơn 40%. Những bệnh nhân này biểu hiện mức tăng EELV là 500 ± 272 mL, trong khi những bệnh nhân không cho thấy sự cải thiện về oxy biểu hiện mức tăng EELV nhỏ là 310 ± 225 mL ($p = 0,286$) [6]. Tương tự như vậy,

Dellamonica và cộng sự quan sát thấy tỷ lệ EELV/PBW (trọng lượng cơ thể dự đoán) tăng từ 16 [13–22] lên 19 [15–25] ml/kg ($p < 0,05$) [2] với sự thay đổi độ nghiêng của thân từ nằm ngửa sang ngồi. Cụ thể, ở những bệnh nhân có tỷ lệ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ cải thiện $> 20\%$ khi ở tư thế ngồi so với tư thế nằm ngửa, tỷ lệ EELV/PBW tăng đáng kể từ 14 (13-15) ml/kg lên 16 (14-20) ml/kg ($p < 0,05$) [2]. Đến lượt mình, Mezidi và cộng sự đã quan sát thấy sự gia tăng EELV từ 1203 [994–1412] lên 1371 [1137–1606] ($p = 0,001$) khi chuyển từ tư thế nằm ngửa sang tư thế nằm ngửa đầu cao [9].

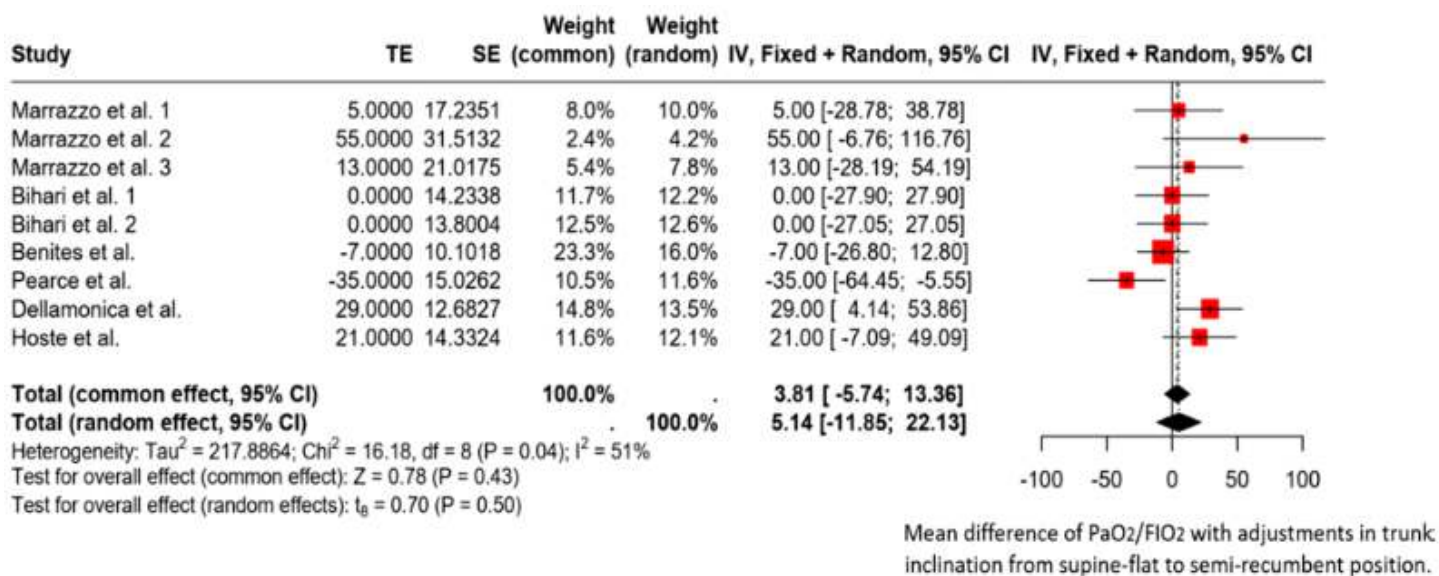
Marrazzo và cộng sự quan sát thấy rằng việc chuyển từ tư thế nằm ngửa (0°) sang tư thế nằm ngửa đầu cao (40°) dẫn đến giảm phân bố thông khí ở các vùng bụng (không phụ thuộc) và tăng ở các vùng lưng (phụ thuộc) của phổi. Cụ thể, thông khí bụng giảm từ $57 \pm 9\%$ xuống $53 \pm 10\%$ ($p = 0,01$), trong khi thông khí lưng tăng từ $43 \pm 9\%$ lên $47 \pm 11\%$ ($p = 0,01$). Những thay đổi trong phân bố thông khí này có liên quan đến việc giảm đáng kể độ giãn nở vùng bụng, giảm từ 23 ± 9 ml/cmH₂O ở tư thế nằm ngửa xuống 15 ± 6 ml/cmH₂O ở tư thế nằm ngửa đầu cao ($p < 0,001$), biểu thị mức giảm khoảng 30%. Sự giảm độ giãn nở lưng ít rõ rệt hơn, giảm từ 17 ± 5 ml/cmH₂O xuống 14 ± 5 ml/cmH₂O ($p = 0,02$) [1]. Ngoài ra, Pearce và cộng sự quan sát thấy rằng tỷ lệ thông khí lưng thấp hơn đáng kể ở tư thế nằm ngửa so với tư thế nằm ngửa đầu cao (48,5% so với 54,5%, $p = 0,003$), cho thấy sự gia tăng thông khí bụng khi bệnh nhân nằm ngửa phẳng. Hơn nữa, tâm thông khí dịch chuyển về phía bụng ở tư thế nằm ngửa (47,9 so với 49,5, $p = 0,005$) [15]. Benites và cộng sự quan sát thấy sự thay đổi trở kháng theo chu kỳ thở chỉ giảm ở vùng lưng trái, từ 298 [211–403] xuống 225 [120–288] ($p = 0,007$), khi bệnh nhân được chuyển từ tư thế nằm ngửa sang tư thế nằm ngửa đầu cao. Chỉ số không đồng nhất toàn cục vẫn ổn định ($p = 0,700$) và EELI không cho thấy thay đổi đáng kể nào ở bất kỳ góc phần tư phổi nào (vùng bụng và vùng

lưng). Tuy nhiên, khi bệnh nhân được đặt ở tư thế nằm ngửa, tỷ lệ trở kháng (tỷ lệ giữa thông khí bụng và lưng) tăng đáng kể từ 0,86 [IQR 0,51–1,33] lên 1,27 [IQR 0,83 đến 1,78] ($p < 0,001$). Hiệu ứng này đi kèm với sự gia tăng VTI ở vùng lưng trái [3]. Cuối cùng, Spooner và cộng sự quan sát thấy rằng ở những bệnh nhân bị suy hô hấp cấp sau phẫu thuật tim, việc tăng góc nghiêng thân mình làm tăng trở kháng phổi cuối thì thở ra (EELI). Việc chuyển bệnh nhân từ 0° sang 20° làm tăng EELI thêm 1,054 đơn vị trở kháng (95% CI: 888–1,219, $p < 0,001$). Nâng cao thêm đến góc 30° làm tăng EELI thêm 1,327 đơn vị trở kháng so với giá trị ban đầu ở 0° (95% CI: 1,080–1,573, $P < 0,001$) [12].

3. Ảnh hưởng của việc điều chỉnh độ nghiêng của thân đến quá trình oxygen hóa

Sáu nghiên cứu đã đánh giá tác động của độ nghiêng của giường lên quá trình oxygen hóa ở 165 bệnh nhân. Tất cả các nghiên cứu này đều tập trung vào những bệnh nhân mắc ARDS cổ điển [2, 3, 6, 14] và C-ARDS [1, 3, 10, 11] (Hình 3).

Một nghiên cứu đã chứng minh sự cải thiện đáng kể về oxygen hóa động mạch sau khi chuyển từ tư thế nằm ngửa sang tư thế nằm ngửa đầu cao. Cụ thể, 11 trong số 16 bệnh nhân được chẩn đoán mắc ARDS cho thấy mức tăng trung bình PaO_2 là $91 \pm 31\%$ [6]. Một nghiên cứu khác cho thấy $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ tăng đáng kể ở 40 bệnh nhân mắc ARDS, từ 131 [116–180] lên 160 [122–210] [2]. Tuy nhiên, chỉ có 13 trong số 40 bệnh nhân (32%) cho thấy mức oxygen hóa được cải thiện. Trong nhóm cụ thể này, tỷ lệ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ tăng từ 130 (khoảng tứ phân vị: 110–151) mmHg ở tư thế nằm ngửa lên 210 (khoảng tứ phân vị: 175–222) mmHg ở tư thế ngồi, làm nổi bật ý nghĩa của sự đóng góp của họ vào kết quả nghiên cứu chung. Hơn nữa, phân tích thống kê cho thấy không có mối tương quan đáng kể nào giữa những thay đổi của EELV chuẩn hóa theo cân nặng dự đoán và những thay đổi của tỷ lệ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ($R^2 = 0,07$).



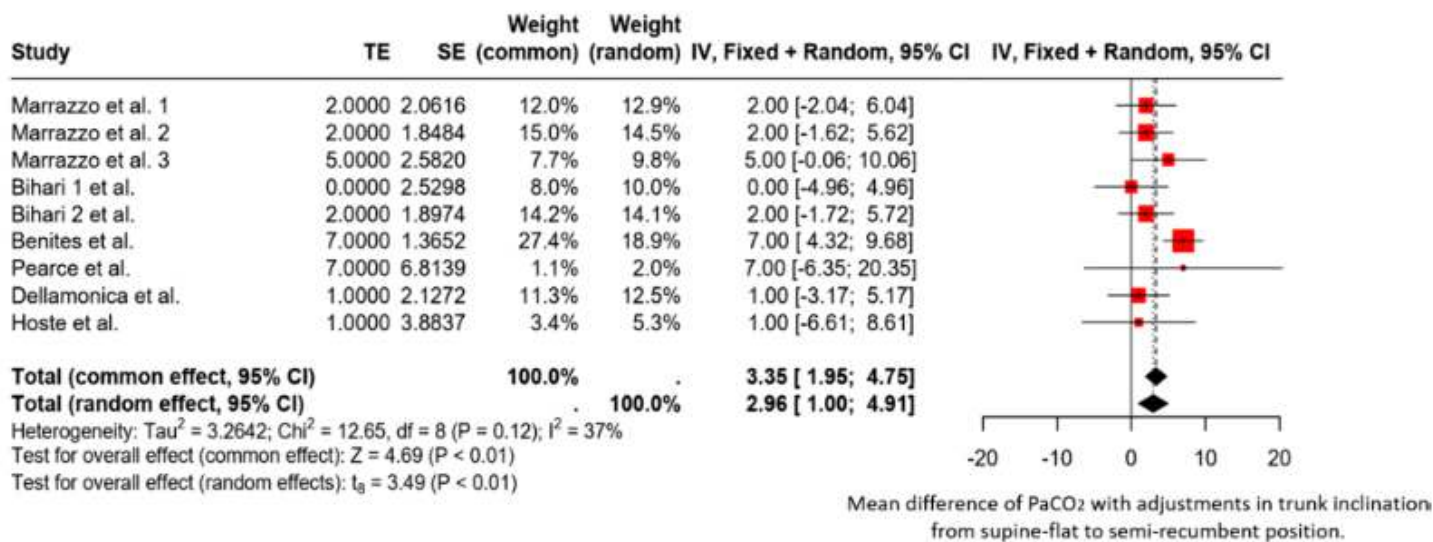
Hình 3 Biểu đồ rừng. Chênh lệch trung bình của PaO₂/ FiO₂ với các điều chỉnh về độ nghiêng của thân từ nằm ngửa sang nằm ngửa đầu cao. TE (Hiệu ứng điều trị) biểu thị sự chênh lệch trung bình PaO₂/ FiO₂ giữa hai vị trí. SE (Sai số chuẩn): Sự không chắc chắn liên quan đến việc ước tính hiệu ứng điều trị. Trọng số (phổ biến/ngẫu nhiên): Trọng số mà mỗi nghiên cứu đóng góp vào tính toán hiệu ứng tổng thể theo mô hình hiệu ứng cố định (phổ biến) và mô hình hiệu ứng ngẫu nhiên (ngẫu nhiên). Khoảng tin cậy (CI): IV, Cố định + Ngẫu nhiên; CI 95%, khoảng tin cậy 95% cho sự chênh lệch trung bình PaO₂/ FiO₂ trong cả hai mô hình. Tau², Chi² và I² biểu thị mức độ không đồng nhất giữa các nghiên cứu. Ở đây, I² = 51% biểu thị mức độ không đồng nhất vừa phải. Kiểm tra hiệu ứng tổng thể: Hiệu ứng chung: Z = 0,78 (p < 0,43), cho thấy hiệu ứng kết hợp đáng kể theo mô hình hiệu ứng cố định. Hiệu ứng ngẫu nhiên: t = 0,70 (p < 0,5), cho thấy hiệu ứng không đáng kể theo mô hình hiệu ứng ngẫu nhiên

Ở những bệnh nhân béo phì mắc ARF, không có sự khác biệt đáng kể nào về PaO₂/ FiO₂ giữa tư thế nằm ngửa và nằm ngửa đầu cao [14]. Một nghiên cứu cho thấy tư thế nằm ngửa đầu cao đòi hỏi cài đặt áp lực cuối thì thở ra dương tính (PEEP) thấp hơn so với tư thế nằm ngửa để ngăn ngừa tình trạng căng phế nang quá mức [11]. Ngược lại, ba nghiên cứu tiếp theo đánh giá ảnh hưởng của độ nghiêng của thân đã không thể tái tạo những cải thiện này về oxygen hóa [1, 3, 10]. Các phát hiện được tóm tắt trong Tập bổ sung 1.

4. Ảnh hưởng của việc điều chỉnh độ nghiêng của thân lên PaCO₂ và hiệu quả thông khí

Tám nghiên cứu đã đánh giá tác động của độ nghiêng giường lên PaCO₂ và hiệu quả thông khí ở 149 bệnh

nhân [1-3, 7, 10, 11, 14, 15]. Tất cả các nghiên cứu này đều tập trung vào những bệnh nhân mắc ARDS (n = 115) [2, 3, 14, 15] và C-ARDS (n = 65) [1, 3, 10, 11]. Tám nghiên cứu [1-3, 7, 10, 11, 14, 15] đã đánh giá mức PaCO₂ (n = 149), ba nghiên cứu (n = 57) đã đánh giá tỷ lệ thông khí [1, 3, 11] và ba nghiên cứu đã kiểm tra khoảng chết (n = 57) [1, 3, 11]. Tuy nhiên, chỉ có một nghiên cứu cung cấp phương pháp chi tiết để đánh giá hiệu quả/không hiệu quả thông khí bằng cách sử dụng phép đo CO₂ khí thở ra theo thể tích [3]. Một sơ đồ rừng (Hình 4) tóm tắt tác động của độ nghiêng của thân mình lên PaCO₂. Tập bổ sung đi kèm tóm tắt tất cả các nghiên cứu.



Hình 4 Biểu đồ rừng. Chênh lệch trung bình của PaCO₂ với các điều chỉnh về độ nghiêng của thân từ nằm ngửa sang nằm ngửa đầu cao. TE (Hiệu ứng điều trị) biểu thị sự chênh lệch về PaCO₂ trung bình giữa hai vị trí. SE (Sai số chuẩn): Sự không chắc chắn liên quan đến việc ước tính hiệu ứng điều trị. Trọng số: Trọng số (chung/ngẫu nhiên): Trọng số mà mỗi nghiên cứu đóng góp vào việc tính toán hiệu ứng tổng thể theo mô hình hiệu ứng cố định (chung) và mô hình hiệu ứng ngẫu nhiên (ngẫu nhiên). Khoảng tin cậy (CI): IV, Cố định + Ngẫu nhiên; CI 95%, khoảng tin cậy 95% cho sự khác biệt về PaCO₂ trung bình trong cả hai mô hình. Tau^2 , Chi^2 và I^2 biểu thị mức độ không đồng nhất giữa các nghiên cứu. Ở đây, $I^2 = 37\%$ biểu thị tính không đồng nhất vừa phải. Kiểm định hiệu ứng tổng thể: Hiệu ứng chung: $Z = 4,69$ ($p < 0,01$), biểu thị hiệu ứng kết hợp đáng kể theo mô hình hiệu ứng cố định. Hiệu ứng ngẫu nhiên: $t = 3,49$ ($p < 0,01$), cho thấy hiệu ứng đáng kể theo mô hình hiệu ứng ngẫu nhiên

Biểu đồ rừng cho thấy việc thay đổi từ tư thế nằm ngửa sang nửa nằm ngửa có liên quan đến sự gia tăng đáng kể PaCO₂. Các hiệu ứng kết hợp, được biểu diễn bằng hình thoi, làm nổi bật sự gia tăng này. Tính không đồng nhất ở mức trung bình ($I^2 = 37\%$), cho thấy rằng mặc dù có một số biến động giữa các nghiên cứu, nhưng kết quả chủ yếu là nhất quán. Trong phân tích nhóm phụ, rõ ràng là ở những bệnh nhân mắc C-ARDS, sự gia tăng PaCO₂ khi độ nghiêng của thân thay đổi từ nằm ngửa sang nửa nằm ngửa lớn hơn đáng kể so với những bệnh nhân mắc ARDS cổ điển (Tập bổ sung 1).

Thảo luận

Sau khi phân tích 13 nghiên cứu, đánh giá phạm vi này đã xác định được một nhóm bệnh nhân đa dạng mắc nhiều rối loạn hô hấp và tình trạng hậu phẫu khác nhau. Có sự thay đổi đáng kể về mức độ oxygen hóa của bệnh nhân khi bắt đầu, phản ánh mức độ nghiêm trọng của tình trạng bệnh của họ. Hơn nữa, chúng tôi thấy có sự thay đổi đáng kể trong các kết quả được đánh giá, chứng minh sự khác biệt đáng kể về hồ sơ lâm sàng và phản ứng điều trị trong nhóm bệnh nhân không đồng nhất này.

Trong nhiều nghiên cứu tập trung vào bệnh nhân suy hô hấp cấp, việc chuyển từ tư thế nằm sang tư thế nằm ngửa đã cải thiện đáng kể cơ học hô hấp.

Sự cải thiện này được chứng minh bằng sự gia tăng đáng kể C_{RS} và giảm áp lực đẩy đường thở. Sự điều chỉnh vị trí này có liên quan đến việc giảm đáng kể $PaCO_2$ và cải thiện hiệu quả thông khí, đặc biệt là ở những bệnh nhân mắc C-ARDS. Ngược lại, những lợi ích như vậy dường như ít rõ ràng hơn ở những bệnh nhân ARDS cổ điển. Một quan sát nhất quán trên toàn bộ các nghiên cứu này là không có bất kỳ sự cải thiện nào về mức độ oxygen hóa. Một phân tích sâu về các tác động sinh lý này được cung cấp trong các phần tiếp theo.

Điều chỉnh độ nghiêng của thân và tác động của nó đến cơ học hô hấp

Một cách nhất quán, điều này đã được chứng minh ở những bệnh nhân mắc ARDS cổ điển và C-ARDS, những người đang thở máy mà không kích hoạt các cơ hô hấp, rằng việc thay đổi từ tư thế nằm ngửa đầu cao sang tư thế nằm ngửa sẽ làm giảm áp lực đẩy đường thở và tăng C_{RS} [1, 9, 10, 14]. Hiệu ứng này có thể được giải thích bằng thực tế là việc điều chỉnh góc nghiêng của giường sang tư thế nằm ngửa phẳng hơn cho phép định vị phổi ở phần tốt hơn của đường cong áp suất-thể tích của chúng, thay đổi tùy theo mức PEEP đã cài đặt [1, 11].

Marrazzo và các đồng nghiệp đã đánh giá mức PEEP tối ưu ở tư thế nằm ngửa và nằm ngửa đầu cao [11]. Họ đặt mục tiêu tìm ra sự cân bằng giữa tình trạng căng quá mức và xẹp phổi ở mỗi tư thế bằng cách sử dụng chụp cắt lớp trở kháng điện (EIT). Công cụ này giúp thiết lập mức PEEP tối ưu được chọn dựa trên sự cân bằng giữa tỷ lệ các điểm ảnh bị phồng quá mức và xẹp. Đây là một phương pháp tiếp cận tại giường có giá trị để tối ưu hóa PEEP; tuy nhiên, nó có một số hạn chế. Các tác giả này quan sát thấy rằng PEEP tối ưu khác nhau khoảng 5 cmH_2O với những thay đổi về vị trí thân. Do đó, cần xem xét sự tương tác giữa những thay đổi về cơ học hô hấp và điều chỉnh PEEP, cùng với những thay đổi về góc nghiêng của thân. Mức PEEP được coi là tối ưu ở tư thế nằm

ngửa có thể dẫn đến tình trạng căng quá mức nếu không thay đổi cài đặt này khi áp dụng tư thế nằm ngửa đầu cao. Ngược lại, điều chỉnh PEEP một cách tối ưu cho tư thế nằm ngửa đầu cao có thể làm giảm tình trạng căng quá mức ở những vùng phổi không phụ thuộc và có thể gây xẹp phổi phụ thuộc khi bệnh nhân được đặt ở tư thế nằm ngửa. Tuy nhiên, xét đến việc trong nghiên cứu đó, PEEP được cá nhân hóa để tối ưu hóa cả sự xẹp và quá căng ở cả hai vị trí, thì phát hiện về áp lực đẩy thấp hơn đáng kể ở vị trí nằm ngửa-phẳng là điều thú vị. Chúng tôi đưa ra giả thuyết rằng cơ học hệ hô hấp được cải thiện ở vị trí này có thể là do ít nhất hai cơ chế. Đầu tiên, có thể có ít sự không đồng nhất về cơ học phổi hơn ở vị trí nằm ngửa-phẳng, vì độ dốc nhỏ hơn của áp lực màng phổi ở vị trí này so với vị trí nằm ngửa đầu cao. Hiệu ứng này có thể là do những thay đổi về chiều cao thẳng đứng của phổi so với vị trí của cơ thể, trong đó chiều cao thẳng đứng của phổi được giảm thiểu ở vị trí nằm ngửa-phẳng do sự liên kết hoàn hảo với trực bụng-lung. Từ vị trí này, chiều cao thẳng đứng của phổi tăng dần cho đến khi đạt đến vị trí thẳng đứng (90°), trải dài toàn bộ trục trên-dưới. Do đó, ở tư thế nằm ngửa đầu cao, phổi mở rộng theo chiều dọc lớn hơn, ảnh hưởng đến độ dốc áp suất màng phổi, khuếch đại trọng lượng phổi chồng lên và tạo điều kiện cho sự xẹp phế nang lung và xẹp phổi. Do đó, ở một mức PEEP nhất định, sự thay đổi độ nghiêng của thân mình về phía tư thế nằm ngửa đầu cao có khả năng làm giãn quá mức các phế nang đã mở ở các vùng không phụ thuộc, điều này có khả năng làm tăng stress phổi [1, 9, 10, 11]. Tuy nhiên, nếu PEEP được chọn ở tư thế nằm ngửa đầu cao thấp, việc chuyển sang tư thế nằm ngửa phẳng có thể gây xẹp các vùng phổi phụ thuộc. Phát hiện này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc cẩn thận thiết lập mức PEEP theo tư thế cụ thể của bệnh nhân để cân bằng thông khí đúng cách. Thứ hai, có thể độ đàn hồi của thành ngực giảm ở tư thế nằm ngửa đầu cao do đùi chèn ép các tạng trong ổ bụng, đặc biệt là ở những bệnh nhân béo phì. Trong hai nghiên cứu riêng biệt, Marrazzo

và cộng sự đã báo cáo độ đàn hồi của thành ngực tăng 64% và 122% và độ đàn hồi của phổi tăng 15% và 21% khi chuyển sang tư thế nằm ngửa phẳng [1, 10]. Điều này có thể giải thích mức PEEP cao hơn được thiết lập trong tư thế nằm ngửa phẳng của Marrazzo và cộng sự [11]. Điều quan trọng là phải nhận ra rằng sự gia tăng áp lực trong ổ bụng có thể gây biến dạng ở lồng ngực và làm tăng áp lực đàn hồi của phổi và thành ngực, do đó ảnh hưởng đến độ đàn hồi của hệ hô hấp và gây xẹp phổi ở các vùng phụ thuộc khi kết thúc thì thở ra [16, 17]. Nghiên cứu trên mô hình động vật đã chỉ ra rằng 20–60% áp lực tăng lên ở ổ bụng được truyền đến khoang ngực [18]. Điều này có liên quan vì việc thay đổi từ tư thế nằm ngửa phẳng sang tư thế nằm ngửa đầu cao có thể làm tăng áp lực trong ổ bụng [19, 20, 21, 22]. Do đó, có cơ sở sinh lý vững chắc để xem xét rằng những điều chỉnh này về độ nghiêng của thân mình sang tư thế nằm ngửa đầu cao và những thay đổi về áp lực trong ổ bụng góp phần đáng kể vào những thay đổi cơ học được quan sát thấy ở cấp độ hệ hô hấp [23, 24]. Ngoài ra, khi áp suất đường thở hoặc trong ổ bụng tăng đáng kể, cơ hoành sẽ cân bằng sự truyền năng lượng giữa hai ngăn [18], dẫn đến biến dạng và dịch chuyển rõ ràng.

Điều chỉnh độ nghiêng của thân và tác động của nó đến thể tích phổi cuối thì thở ra và phân bố thông khí

Ở những bệnh nhân mắc ARDS, có sự suy giảm đáng kể về dung tích cận chức năng do sự chênh lệch trọng lực trong phổi, gây ra tình trạng xẹp phế nang ở những vùng phụ thuộc kèm theo tình trạng thiếu oxy [25]. Hai nghiên cứu đã chỉ ra rằng tư thế nằm ngửa đầu cao có thể làm tăng EELV ở những bệnh nhân mắc ARDS cổ điển, nhưng chỉ ở một số bệnh nhân [2, 6].

Việc nằm ngửa phẳng có thể làm giảm đáng kể trở kháng phổi cuối thì thở ra (EELI) ở vùng bụng ở một số bệnh nhân. Hiệu ứng này, được đặc trưng

bởi sự khởi phát nhanh và khả năng hồi phục, chủ yếu là do cơ học hô hấp được tăng cường bắt nguồn từ việc giảm tình trạng tăng trương lực phế nang bụng và tăng tương ứng độ đàn hồi của phổi khu vực [1, 15]. Hiện tượng này có thể là do đường cong áp suất-thể tích dịch chuyển về phía vùng giữa, góp phần cải thiện tổng thể độ đàn hồi của phổi [11]. Quan sát này trái ngược với những phát hiện của Benites và cộng sự [3], trong đó cả vùng bụng và vùng lưng đều không có thay đổi EELI đáng kể giữa vị trí 45° và 10°. Sự thay đổi EELI ở những bệnh nhân ARDS đáp ứng với độ nghiêng của thân có thể liên quan đến mức độ nghiêm trọng khác nhau của ARDS ở những người tham gia nghiên cứu, dao động từ nhẹ đến nặng. Đáp ứng sinh lý đối với những thay đổi về vị trí thân chủ yếu được xác định bởi mô phổi có thể huy động. Ví dụ, trong ARDS vừa hoặc nặng, trong đó việc huy động phổi có thể bị hạn chế, tư thế thẳng đứng dẫn đến tăng áp lực xuyên phổi có thể dẫn đến việc huy động phổi tối thiểu hoặc không. Điều này chủ yếu gây ra tình trạng căng quá mức, đặc biệt là ở những bệnh nhân mắc các dạng hội chứng nghiêm trọng hơn [1, 9, 10]. Đổi lại, nhiều nghiên cứu đã thể hiện EELI và biến thiên trở kháng theo chu kỳ thở (VTI) ở các định dạng khác nhau (dưới dạng phần trăm hoặc được lập chỉ mục theo VT). Việc giải thích những phát hiện như vậy vẫn còn gây tranh cãi và vẫn cần đạt được sự đồng thuận.

Mặt khác, sự giảm tỷ lệ trở kháng đã được làm nổi bật, cho thấy sự tăng cường trong phân bố thông khí ở các vùng phổi lưng khi điều chỉnh thân sang tư thế nằm ngửa phẳng [3]. Sau khi phân tích sâu hơn về phân bố thông khí, chủ yếu được phân đoạn theo các vùng phổi riêng biệt, người ta đã ghi nhận sự gia tăng VTI ở vùng lưng bên trái. Sự gia tăng này cho thấy rằng sự chùng lên của tim trên mô phổi [15, 26] đánh dấu sự thay đổi này trong thông khí là một yếu tố góp phần đáng kể vào hiệu ứng sinh lý được quan sát thấy. Ngược lại, Pearce và cộng sự quan sát thấy rằng phần thông khí lưng thấp hơn đáng

kê ở tư thế nằm ngửa phẳng so với tư thế nằm ngửa đầu cao [14] và Marrazzo và cộng sự quan sát thấy rằng sự phân bố thông khí lớn hơn ở các vùng bụng của phổi có liên quan đến sự gia tăng độ giãn nở được đo bằng EIT [1]. Việc giải thích những kết quả này liên quan đến phân bố thông khí đặt ra những thách thức do sự khác biệt về phương pháp giữa các nghiên cứu [1, 3, 14]. Đầu tiên, việc sử dụng thông khí kiểm soát áp suất [3], trái ngược với thông khí kiểm soát thể tích [1, 10, 14], làm tăng V_T để đáp ứng với C_{RS} tăng. Trong trường hợp này, sự gia tăng V_T có thể gây ra sự huy động theo chu kỳ thở ở các vùng lưng với các tác động khác nhau đến tình trạng quá căng phổi bụng. Ngược lại, trong điều kiện V_T không đổi với C_{RS} được cải thiện, tình trạng quá căng phổi bụng có thể giảm. Thứ hai, khung thời gian kéo dài cho mỗi vị trí (60 phút [3] so với 15 phút [1] so với 30 phút [14]) có thể chứng minh những thay đổi về thông khí tiến hóa có thể đã bị bỏ qua trong quá trình đánh giá 15 phút.

Tác động của việc điều chỉnh độ nghiêng của thân lên quá trình oxygen hóa

Việc chuyển từ tư thế nằm ngửa sang tư thế nằm ngửa đầu cao có thể làm tăng oxygen hóa ở một số bệnh nhân ARDS do nhiều yếu tố. Sự thay đổi này chủ yếu hỗ trợ mở lại các phế nang bị xẹp, dẫn đến tăng EELV [2, 6] thông qua việc tăng áp lực xuyên phổi [1, 11, 14]. Tuy nhiên, khi bệnh nhân ban đầu được thiết lập với PEEP tối ưu ở tư thế nằm ngửa rồi chuyển sang tư thế nằm ngửa đầu cao, stress phổi có thể tăng lên, cho thấy khả năng căng quá mức [11]. Tình huống này làm nổi bật sự cần thiết phải đánh giá lại cài đặt PEEP để duy trì hỗ trợ phổi tối ưu khi thay đổi tư thế của bệnh nhân. Marrazzo và cộng sự đã quan sát thấy sự cải thiện đáng kể về oxygen hóa mặc dù sử dụng cài đặt PEEP thấp hơn ở tư thế nằm ngửa đầu cao [11]. Theo đó, cần phải điều chỉnh cẩn thận mức PEEP để tối ưu hóa trao đổi khí và ngăn

ngừa tình trạng căng quá mức phổi trong quá trình thay đổi độ nghiêng của thân.

Tác động của việc điều chỉnh độ nghiêng của thân trên $PaCO_2$ và hiệu quả thông khí

Dữ liệu có sẵn cho thấy việc chuyển từ tư thế nằm ngửa đầu cao sang tư thế nằm ngửa phẳng làm giảm $PaCO_2$ [1-3, 10, 14]. Ngoài ra, khi tiến hành đánh giá sau 30 phút ở mức PEEP tối ưu bằng EIT ở cả hai tư thế, người ta quan sát thấy mức $PaCO_2$ tương tự nhau. Quan sát này càng củng cố thêm giả thuyết cho rằng tình trạng xẹp/căng quá mức phế nang có thể ảnh hưởng đáng kể đến độ thanh thải CO_2 dưới mức tối ưu khi PEEP không được điều chỉnh đầy đủ ở tư thế nằm ngửa đầu cao [11]. Ngược lại, Dellamonica và cộng sự báo cáo không có thay đổi đáng kể nào về mức $PaCO_2$ liên quan đến sự thay đổi độ nghiêng của lồng ngực ở một nhóm gồm 40 bệnh nhân ARDS [2]. Điều quan trọng là không được bỏ qua ảnh hưởng của nhiều nguyên nhân gây ARDS khác nhau, chẳng hạn như COVID-19, so với ARDS thông thường, đối với những kết quả này.

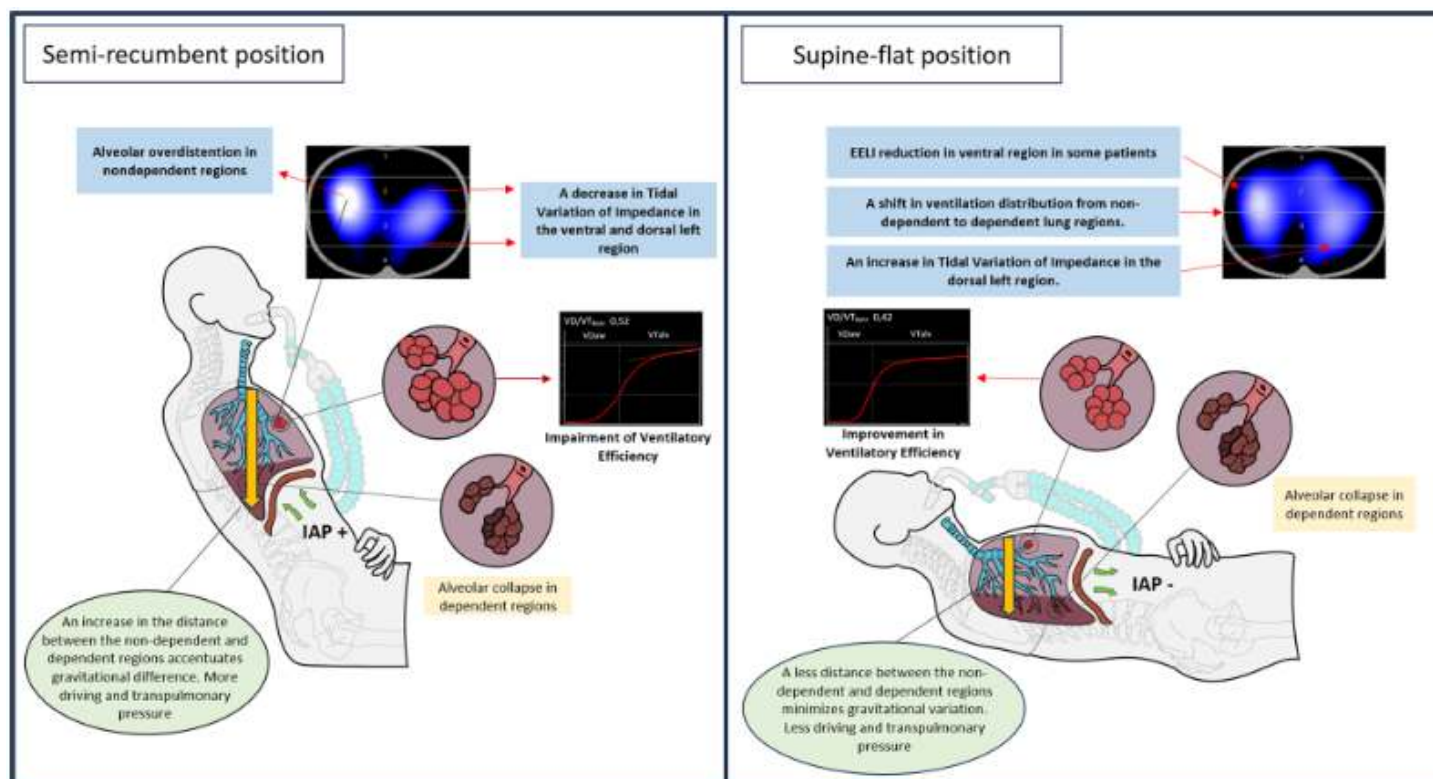
Ngoài ra, khi thân mình nghiêng từ tư thế nằm ngửa đầu cao sang tư thế nằm ngửa phẳng, người ta quan sát thấy CO_2 thở ra mỗi phút tăng lên. Theo đó, khoảng chết Bohr giảm đi, cho thấy tình trạng căng giãn quá mức ít hơn [3]. Phát hiện này được củng cố bằng sự giảm đáng kể độ dốc của pha III (SnIII) trong capnogram khi bệnh nhân ở tư thế nằm ngửa, cho thấy sự trao đổi CO_2 hiệu quả hơn. Tuy nhiên, liệu việc thay đổi tư thế thân có thể cải thiện hiệu quả tuần hoàn phổi hay làm giảm hiệu ứng shunt hay không vẫn chưa rõ ràng [3]. Một cân nhắc thiết yếu khác là tác động của thời gian đánh giá đến kết quả. Không có thay đổi đáng kể nào trong các thông số được ghi lại bằng phép đo capnography thể tích được quan sát thấy giữa các khoảng thời gian 15 và 60 phút ở tư thế nằm ngửa. Bằng chứng này cho thấy những thay đổi về độ nghiêng của thân mình gây ra những thay đổi nhanh chóng trong độ thanh thải

CO₂ và những thay đổi này được duy trì với những biến động tối thiểu trong khoảng thời gian quan sát 60 phút [3].

Các điều kiện sinh lý đồng thời có thể ảnh hưởng đến thông khí phế nang. Sự giãn nở quá mức của phế nang là một trong những cơ chế quan trọng nhất có thể làm gián đoạn quá trình trao đổi CO₂. Áp lực xuyên phổi và áp lực đẩy luôn tăng lên ở tư thế nằm ngửa đầu cao. Điều này có thể dẫn đến tình trạng phình to hơn nữa các phế nang đã mở, đặc biệt là ở các vùng bụng của phổi. Hơn nữa, việc chuyển sang tư thế nằm ngửa đầu cao có thể khiến các thành phần trong bụng tạo áp lực lên cơ hoành, làm giảm không gian có sẵn để phổi nở ra. Điều này có thể làm phức tạp thêm cơ học hô hấp và làm suy yếu quá trình thông khí phế nang và trao đổi khí [22].

Sơ đồ sau đây tóm tắt những tác động đáng chú ý nhất của những thay đổi về độ nghiêng của thân mình ở những bệnh nhân suy hô hấp cấp tính (Hình 5).

Sơ đồ biểu diễn bệnh nhân suy hô hấp cấp tính liên quan đến thở máy cho thấy hai độ nghiêng của thân và tác động hô hấp khác nhau. Việc theo dõi được thực hiện bằng chụp cắt lớp trở kháng điện, cho phép đánh giá những thay đổi trong phân bố khí hít vào. 'EELI' là viết tắt của trở kháng phổi cuối thì thở ra. Một giao diện đồ họa cho phép đo thể tích khí CO₂ cũng được đưa vào để tạo điều kiện trực quan hóa những thay đổi trong CO₂ thở ra. 'IAP+' biểu thị sự gia tăng áp lực trong ổ bụng; 'IAP-' biểu thị sự giảm áp lực trong ổ bụng.



Hình 5 Tóm tắt các tác động sinh lý chính của độ nghiêng của thân mình ở bệnh nhân mắc C-ARDS

Cần phải biết thêm về các cơ chế cơ bản của những tác động sinh lý này. Ví dụ, vẫn chưa rõ những thay đổi về độ nghiêng của thân ảnh hưởng đến tưới máu phổi khu vực và áp lực xuyên phổi ở các vùng phụ thuộc và không phụ thuộc như thế nào. Ngoài ra, vẫn chưa rõ độ nghiêng cơ thể ảnh hưởng đến áp lực trong ổ bụng và truyền năng lượng đến lồng ngực như thế nào khi thân người nghiêng. Vì những thay đổi về huyết động có thể bị ảnh hưởng bởi sự gia tăng áp lực trong ổ bụng và giảm độ đàn hồi của thành ngực [23, 26, 27], nên các tình trạng nguy kịch, chẳng hạn như giảm thể tích máu hoặc rối loạn chức năng thất phải, dự kiến sẽ ảnh hưởng đến sự ổn định huyết động của những bệnh nhân này khi thân nghiêng. Do đó, những thay đổi này có thể ảnh hưởng đến tỷ lệ thông khí-tưới máu. Do đó, cần có các nghiên cứu đánh giá toàn diện những thay đổi sinh lý này và tích hợp việc đánh giá các hệ thống ngoài phổi.

Bình luận cuối cùng và thông điệp lâm sàng

Điều quan trọng cần lưu ý là độ nghiêng của giường không chỉ được ghi lại trong thực hành lâm sàng mà còn là yêu cầu bắt buộc trong các nghiên cứu thực hiện đánh giá sinh lý đối với bệnh nhân suy hô hấp. Điều này là do kết quả thu được có thể rất khác nhau tùy thuộc vào góc nghiêng của giường đối với mỗi người tham gia và có thể đưa ra kết luận sai lầm. Điều cần thiết là phải ghi lại góc của giường và tiến hành đánh giá chức năng hô hấp để đánh giá khách quan hậu quả lâm sàng của thủ thuật này. Sự thay đổi nội tại của ARDS nhấn mạnh đến nhu cầu về các chiến lược thở máy phù hợp với đặc điểm riêng của từng bệnh nhân. Phương pháp tiếp cận được cá nhân hóa này, dựa trên các nguyên tắc của y học chính xác,

đang ngày càng được công nhận và đánh giá cao trong thực hành lâm sàng.

Hạn chế

Chiến lược nghiên cứu của chúng tôi được thiết kế chặt chẽ để chỉ bao gồm những nghiên cứu được công bố trên các diễn đàn học thuật truyền thống. Chúng tôi không liên hệ với các tác giả để lấy dữ liệu bệnh nhân cá nhân mà chỉ dựa vào các tài liệu đã công bố để trích xuất dữ liệu. Đánh giá này bao gồm nhiều nhóm dân số bị suy hô hấp cấp tính mà không tập trung vào một nguyên nhân cụ thể. Việc báo cáo kết quả không đồng nhất giữa các nghiên cứu riêng lẻ khiến việc trích xuất dữ liệu trở nên khó khăn, giới hạn phân tích của chúng tôi ở định dạng mô tả. Mặc dù chúng tôi đã giải quyết câu hỏi nghiên cứu này, nhưng bằng chứng hiện tại vẫn chưa có kết luận, để lại nhiều giả thuyết chưa được giải quyết cho các nghiên cứu trong tương lai. Tương tự như vậy, các giai đoạn đánh giá ngắn này không cho phép đánh giá các tác dụng phụ, chẳng hạn như viêm phổi liên quan đến máy thở.

Kết luận

Ở những bệnh nhân suy hô hấp cấp tính, việc chuyển từ tư thế nằm ngửa phẳng sang tư thế nằm ngửa đầu cao dẫn đến giảm độ đàn hồi của hệ hô hấp và tăng áp lực đẩy đường thở. Ngoài ra, bệnh nhân C-ARDS đã cải thiện hiệu quả thông khí, dẫn đến mức PaCO₂ thấp hơn. Sự cải thiện oxygen hóa đã được quan sát thấy ở một số ít bệnh nhân và chỉ ở những bệnh nhân có EELV tăng khi chuyển sang tư thế nằm ngửa đầu cao. Do đó, góc nghiêng thân phải được báo cáo chính xác ở những bệnh nhân suy hô hấp đang thở máy.