

AARC Clinical Practice Guidelines: Artificial Airway Suctioning

Thomas C Blakeman, J Brady Scott, Mark A Yoder, Emily Capellari, and Shawna L Strickland

Respir Care 2022;67(2):258–271

Dịch bởi: BS. Đặng Thanh Tuấn – BV Nhi Đồng 1

Tóm tắt

Hút đường thở nhân tạo là một thành phần quan trọng của quản lý đường thở và là kỹ năng cốt lõi cho các bác sĩ lâm sàng đảm bảo sự thông thoáng đường thở. Hút đường thở nhân tạo là một thủ thuật phổ biến được thực hiện hàng ngày trên toàn thế giới. Do đó, bắt buộc các bác sĩ lâm sàng phải làm quen với các phương pháp hiệu lực và hiệu quả nhất để thực hiện thủ thuật. Chúng tôi đã tiến hành một cuộc đánh giá có hệ thống để hỗ trợ việc phát triển các khuyến cáo dựa trên bằng chứng liên quan đến việc chăm sóc bệnh nhân có đường thở nhân tạo. Từ đánh giá có hệ thống của mình, chúng tôi đã phát triển các hướng dẫn và khuyến cáo giải quyết các câu hỏi liên quan đến chỉ định, biến chứng, thời gian, thời gian và phương pháp hút đường thở nhân tạo. Bằng cách sử dụng phiên bản sửa đổi của Phương pháp thích hợp RAND/UCLA, các khuyến cáo sau về hút đàm đã được phát triển cho bệnh nhân sơ sinh, trẻ em và người lớn có đường thở nhân tạo: (1) âm thanh hơi thở, nhìn thấy dịch tiết trong đường thở nhân tạo và hình răng cưa trên dạng sóng của máy thở là các chỉ số để hút đàm ở bệnh nhân trẻ em và người lớn, và sự gia tăng cấp tính của sức cản đường thở có thể là chỉ số để hút đàm ở trẻ sơ sinh; (2) chỉ khi cần thiết, thay vì theo lịch trình, việc hút đàm là đủ cho bệnh nhân sơ sinh và trẻ em; (3) có thể sử dụng cả hai hệ thống hút đàm kín và mở để hút dịch tiết ra khỏi đường thở nhân tạo của bệnh nhân người lớn một cách an toàn và hiệu quả; (4) nên thực hiện

quá trình tăng oxygen hóa trước khi hút ở bệnh nhân trẻ em và người lớn; (5) thường nên tránh sử dụng dung dịch nước muối sinh lý trong quá trình hút; (6) trong quá trình hút mở, nên sử dụng kỹ thuật vô trùng; (7) ống hút chỉ nên làm bít tắc <70% lòng ống nội khí quản ở trẻ sơ sinh và <50% ở bệnh nhi và người lớn, và áp lực hút phải được giữ dưới -120 mm Hg ở bệnh nhân sơ sinh và trẻ em và -200 mm Hg ở người lớn. người bệnh; (8) hút nên được áp dụng trong thời gian tối đa là 15 giây cho mỗi quy trình hút; (9) chỉ nên sử dụng phương pháp hút sâu khi hút nông không hiệu quả; (10) nội soi phế quản định kỳ để loại bỏ dịch tiết không được khuyến khích; và (11) các dụng cụ dùng để làm sạch ống nội khí quản có thể được sử dụng khi sức cản đường thở tăng lên do tích tụ dịch tiết.

Giới thiệu

Quản lý dịch tiết là rất quan trọng để trao đổi khí hiệu quả, đặc biệt ở bệnh nhân có đường thở nhân tạo. Đội ngũ chăm sóc sức khỏe chịu trách nhiệm đảm bảo loại bỏ dịch tiết an toàn và hiệu quả ở những bệnh nhân có đường thở nhân tạo. Hút đường thở nhân tạo là một thủ thuật phổ biến được thực hiện hàng ngày trong quá trình chăm sóc liên tục trên toàn thế giới. Quy trình này bao gồm việc chuẩn bị bệnh nhân, áp dụng phương pháp hút qua ống hút đưa vào đường thở nhân tạo và chăm sóc sau thủ thuật.¹ Mặc dù thường được coi là an toàn, việc áp dụng hút đường thở nhân tạo qua ống nội khí quản (ETT)

hoặc ống mở khí quản không phải là không có biến chứng tiềm ẩn. Các tác dụng ngoại ý thoáng qua như tụt độ bão hòa oxy, chảy máu, thay đổi huyết động và thay đổi nhịp tim đã được báo cáo.²⁻⁴ Thực hành hút đường thở kém có thể dẫn đến hậu quả lâu dài hơn, chẳng hạn như tổn thương niêm mạc đường thở⁵ và nhiễm trùng mắc phải tại bệnh viện.³

Một hướng dẫn thực hành lâm sàng trước đây (CPG, *clinical practice guideline*) được xuất bản bởi Hiệp hội Chăm sóc Hô hấp Hoa Kỳ (AARC, *American Association for Respiratory Care*) vào năm 2010 tập trung vào quy trình này.¹ Hướng dẫn thực hành lâm sàng AARC năm 2010 đưa ra 10 khuyến cáo về hút đàm an toàn cho bệnh nhân thở máy và đường thở nhân tạo đã được thông báo bởi một đánh giá tài liệu chi tiết. Các phương pháp hút đường thở nhân tạo đã thay đổi theo thời gian và các bằng chứng khoa học thúc đẩy các thực hành lâm sàng hiện nay đã phát triển. Do đó, chúng tôi đã tiến hành đánh giá một cách có hệ thống các tài liệu để cập nhật, khi thích hợp, các khuyến cáo về cách thông đường thở nhân tạo hiệu quả. CPG được phát triển từ đánh giá có hệ thống này tập trung vào các câu hỏi sau liên quan đến hút đường thở nhân tạo cho bệnh nhân sơ sinh, trẻ em và người lớn:

1. Các chỉ định và biến chứng của hút khí quản thủ thuật ở trẻ sơ sinh, trẻ em và người lớn là gì?
2. Hút đường thở nhân tạo nên được thực hiện theo lịch trình hay chỉ khi cần thiết?
3. Nên thực hiện hút đường thở nhân tạo bằng hệ thống kín hay mở?
4. Bệnh nhân có nên được tiền oxygen hóa (*preoxygenated*) trước và/hoặc tăng oxygen hóa (*hyperoxygenated*) trước khi hút không?

5. Có nên rửa bằng dung dịch nước muối sinh lý trong quá trình hút đường thở nhân tạo không?
6. Hút mở một đường thở nhân tạo nên được xem là một thủ thuật sạch hay là một thủ thuật vô trùng?
7. Kích thước của ống hút và bác sĩ lâm sàng nên sử dụng áp lực chân không nào để hút đường thở nhân tạo?
8. Giới hạn nào nên được áp dụng cho thời gian của một đợt hút đàm?
9. Kỹ thuật hút nông có được ưu tiên hơn kỹ thuật hút sâu không?
10. Khi nào nên nội soi phế quản thay cho kỹ thuật hút mở hay hút kín?
11. Khi nào nên sử dụng dụng cụ nạo ống thêm vào ngoài ống hút?

Thành phần Ủy ban

Ban lãnh đạo AARC đã lựa chọn một ủy ban dựa trên kinh nghiệm đã biết của họ liên quan đến chủ đề, mối quan tâm của họ khi tham gia vào dự án và cam kết của họ đối với các chi tiết của quy trình. Ủy ban đã gặp mặt trực tiếp lần đầu tiên, tại đây họ được giới thiệu về quá trình phát triển CPG. Vào thời điểm đó, ủy ban đã chọn một chủ tọa và viết bản thảo đầu tiên về các câu hỏi PICO (bệnh nhân, can thiệp, so sánh, kết quả). Các cuộc họp tiếp theo diễn ra khi cần thiết bằng cuộc gọi hội thảo. Thông tin liên lạc qua e-mail thường xuyên xảy ra giữa các thành viên ủy ban và nhân viên AARC. Các thành viên ủy ban không nhận được thù lao cho sự hợp tác của họ trong quá trình này, mặc dù chi phí của họ cho cuộc họp trực tiếp đã được AARC đài thọ.

Chiến lược tìm kiếm

Một cuộc tìm kiếm tài liệu đã được thực hiện bằng cách sử dụng PubMed, CINAHL qua

EBSCOhost, và cơ sở dữ liệu Scopus.com về các nghiên cứu hút đường thở nhân tạo ở trẻ sơ sinh, trẻ em và người lớn. Các chiến lược tìm kiếm đã sử dụng kết hợp các từ vựng được kiểm soát (tức là Tiêu đề Chủ đề Y tế và Tiêu đề CINAHL) và các biến thể từ khóa liên quan đến các chỉ định hút đường thở nhân tạo, các biến chứng, kỹ thuật và kết quả. Các tìm kiếm chỉ giới hạn trong các nghiên cứu tiếng Anh về dân số loài người. Các tìm kiếm cũng được thiết kế để lọc ra các trích dẫn được lập chỉ mục dưới dạng bình luận, bài xã luận, phỏng vấn, tin tức hoặc đánh giá. Không có giới hạn ngày nào được áp dụng cho các tìm kiếm. Chiến lược tìm kiếm hoàn chỉnh được thực thi trong mỗi cơ sở dữ liệu có sẵn trong chương trình hỗ trợ trực tuyến (xem các tài liệu bổ sung tại <http://www.rcjournal.com>). Các trích dẫn trùng lặp đã được xác định và loại bỏ bằng cách sử dụng phần mềm quản lý trích dẫn EndNote X7 (Clarivate Analytics, Philadelphia, Pennsylvania).

Lựa chọn nghiên cứu

Ít nhất hai người đánh giá (TCB, JBS, SLS) đã đánh giá độc lập tính đủ điều kiện nghiên cứu trong phần mềm đánh giá hệ thống Covidence (Melbourne, Úc). Tiêu chí thu nhận được sử dụng để đánh giá tính đủ điều kiện là: (1) đường thở nhân tạo (bao gồm cả mở thanh quản và ống T khí quản); (2) thiết bị cạo ống; (3) dân số sơ sinh, trẻ em và người lớn; và (4) ngôn ngữ tiếng Anh. Tiêu chí loại trừ được sử dụng là: (1) hút đường thở tự nhiên, (2) nghiên cứu trường hợp, (3) nghiên cứu tại phòng thí nghiệm, (4) không nghiên cứu thực nghiệm (ví dụ: bài báo về lý thuyết hoặc quan điểm), (5) không phải nghiên cứu ngôn ngữ tiếng Anh, và (6) nghiên cứu động vật.

Phát triển các khuyến cáo

Người ta thừa nhận rằng một quy trình là cần thiết để kết hợp các bằng chứng tốt nhất hiện có với kinh nghiệm tập thể của các thành viên ủy ban. Để đạt được điều này, một sửa đổi của phương pháp phù hợp RAND/UCLA đã được sử dụng.⁶ Tài liệu được thu gọn thành các bảng bằng chứng theo câu hỏi PICO (Bảng bổ sung 1 [xem tài liệu bổ sung tại <http://rc.rcjournal.com>]). Các thành viên ban hội thẩm cá nhân được giao nhiệm vụ viết đánh giá có hệ thống về chủ đề, soạn thảo một hoặc nhiều khuyến cáo và đề xuất mức độ bằng chứng hỗ trợ cho khuyến cáo như sau:

- A. Bằng chứng khoa học thuyết phục dựa trên các thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng đủ mức độ nghiêm ngặt.
- B. Bằng chứng khoa học yếu hơn dựa trên mức độ bằng chứng thấp hơn, chẳng hạn như nghiên cứu thuần tập, nghiên cứu hồi cứu, nghiên cứu bệnh chứng và nghiên cứu cắt ngang.
- C. Dựa vào kinh nghiệm của tập thể hội đồng.

Các thành viên của ủy ban đã xem xét bản thảo đầu tiên về các bảng bằng chứng, các đánh giá có hệ thống, các khuyến cáo và mức độ bằng chứng. Mỗi thành viên ủy ban đánh giá từng khuyến cáo bằng cách sử dụng thang điểm Likert từ 1 đến 9, với 1 nghĩa là tác hại mong đợi lớn hơn nhiều lợi ích mong đợi và 9 nghĩa là lợi ích mong đợi nhiều hơn tác hại dự kiến. Các xếp hạng đã được trả lại cho chủ tịch ủy ban. Các xếp hạng đầu tiên được thực hiện mà không có sự tương tác giữa các thành viên trong ủy ban. Một cuộc gọi hội nghị đã được triệu tập, trong thời gian đó các xếp hạng của ủy ban cá nhân đã được thảo luận. Đặc biệt chú ý đến bất kỳ điểm số ngoại lệ nào và sự biện minh. Các khuyến cáo và

mức độ môi trường đã được sửa đổi với ý kiến đóng góp của các thành viên ủy ban. Sau khi thảo luận về từng câu hỏi của PICO, các thành viên ủy ban lại đánh giá từng khuyến cáo. Điểm số cuối cùng và phạm vi điểm của các thành viên ủy ban được báo cáo. Đồng ý mạnh yêu cầu tất cả các thành viên ủy ban xếp hạng đề xuất ≥ 7 , đồng ý yếu có nghĩa là một hoặc nhiều thành viên ủy ban xếp hạng đề xuất <7 , nhưng số phiếu trung bình ít nhất là 7. Đối với đề xuất có đồng ý yếu, tỷ lệ của các thành viên ủy ban đánh giá ≥ 7 đã được tính toán và báo cáo sau mỗi khuyến cáo yếu. Quy trình quy trình mà ban hội thẩm đã sử dụng để đánh giá mức độ phù hợp và chất lượng của nhiệt độ được chọn thông qua quá trình tìm kiếm được minh họa trong Hình 1. Các bản thảo của báo cáo đã được phân phối cho các thành viên ủy ban trong nhiều lần lặp lại. Khi tất cả các thành viên ủy ban đều hài lòng, tài liệu đã được chuẩn bị để xuất bản. Báo cáo đã được đánh giá ngang hàng trước khi xuất bản lần cuối.

Đánh giá và Khuyến cáo

Các chiến lược tìm kiếm đã lấy ra tổng cộng 1.667 bài báo. Sau khi loại bỏ trùng lặp, 1.134 bài báo vẫn được sàng lọc, trong đó 831 bài bị loại ở cấp độ tiêu đề và tóm tắt. Trong số 303 bài báo còn lại, 219 bài bị loại sau khi xem xét toàn văn dựa trên các tiêu chí bao gồm và loại trừ (Hình 2). Trừ khi có quy định khác, các khuyến cáo áp dụng cho quần thể bệnh nhân sơ sinh, trẻ em và người lớn.

Chỉ định và các biến chứng của hút đường thở nhân tạo

Dịch tiết trong khí quản bị ứ lại thường gặp ở những bệnh nhân có đường thở nhân tạo. Điều quan trọng là người chăm sóc phải nhận biết khi nào thì chỉ định việc hút đàm cũng như các biến

chứng và nguy hiểm có thể xảy ra. Tổng quan tài liệu đã thu được 27 nghiên cứu có liên quan.^{2,4,7-31}

Các chỉ định. Năm nghiên cứu⁷⁻¹¹ tập trung vào các chỉ định hút ETT. Một nghiên cứu trên quần thể trẻ sơ sinh cho thấy sự gia tăng có ý nghĩa thống kê về sức cản đường thở (R_{aw}) ($P < 0,01$) và do đó, khuyến cáo theo dõi R_{aw} để xác định nhu cầu hút đàm.⁷ Một nghiên cứu ở bệnh nhân nhi cho thấy hút ETT ở những đối tượng có ran phổi được ghi nhận trong phòng mổ và đơn vị chăm sóc sau khi gây mê dẫn đến SpO_2 được cải thiện, không có sự thay đổi về áp lực đường thở, CO_2 cuối thì thở ra và huyết áp so với những đối tượng không được hút.⁸

Ở dân số người lớn, Guglielminotti và cộng sự⁹ nhận thấy rằng hình răng cưa trên dạng sóng lưu lượng của máy thở, dịch tiết có thể nhìn thấy trong ETT và ran phổi nghe thấy khi dùng ống nghe là những dấu hiệu tốt cho thấy nhu cầu hút dịch ($P < 0,001$). Kết quả từ Sole và cộng sự¹⁰ đã chứng thực các chỉ số này, ngoại trừ dịch tiết có thể nhìn thấy được ($P = .5$). Thể tích dịch tiết ($\geq 0,5$ mL) thu được trong quá trình hút có liên quan đến một số chỉ số được liệt kê trước đó nhưng không có ý nghĩa thống kê ($P = .17$), mặc dù có sự cải thiện đáng kể trong tất cả các chỉ số sau khi hút ($P < .001$). Lucchini và cộng sự¹¹ đã phát hiện ra rằng việc sử dụng máy dò âm thanh chất tiết đóng vai trò là dấu hiệu tốt hơn về chất tiết trong đường thở và nhu cầu hút đường thở nhân tạo so với các chỉ số trong các nghiên cứu trước đó và dẫn đến các tác dụng phụ do hút dịch ít hơn đáng kể ($P < 0,001$).

Các biến chứng. 22 nghiên cứu^{2,4,12-31} tập trung vào các biến chứng liên quan đến hút đường thở nhân tạo. Ở nhóm bệnh nhân người lớn, Beuret và cộng sự¹² đã chỉ ra rằng khả năng bịt kín

đường thở của bóng chèn ETT không bị ảnh hưởng đáng kể bởi việc hút dịch ($P = .06$). Ở các đối tượng sơ sinh, Durand và cộng sự¹³ đã chỉ ra rằng hút ETT ảnh hưởng đáng kể đến nhịp tim, áp lực động mạch trung bình, áp lực nội sọ (ICP) và áp lực tưới máu não ($P < 0,05$). Trong một nghiên cứu của Fanconi và cộng sự,¹⁴ ICP thấp hơn đáng kể ($P < 0,001$) khi dùng thuốc chẹn thần kinh cơ trước khi hút đàm. Tất cả các phản ứng sinh lý khác không bị ảnh hưởng đáng kể bởi việc hút đàm. Simbruner và cộng sự¹⁵ đã báo cáo rằng PO_2 qua da và nhịp tim đã giảm đáng kể, và áp lực động mạch trung bình tăng lên đáng kể trong khi hút ($P < 0,05$) nhưng không tăng ở 1, 2 và 5 phút sau đó. Kaiser và cộng sự¹⁶ đã ghi nhận sự gia tăng kéo dài vận tốc dòng máu não sau khi hút, điều này có thể đáng lo ngại vì thông số này có liên quan đến chấn thương não ở trẻ sơ sinh nhẹ cân. Tingay và cộng sự¹⁷ đã phát hiện ra rằng, ở trẻ sơ sinh được thông khí dao động tần số cao, hút đường thở nhân tạo có liên quan đến việc giảm đáng kể thể tích phổi ($P < 0,001$). Tuy nhiên, họ đã lưu ý rằng thể tích phổi phục hồi trong vòng 60 giây về gần mức cơ bản ($P > 0,05$).¹⁷

Ở nhóm bệnh nhi, Morrow và cộng sự¹⁸ nhận thấy rằng những thay đổi về độ giãn nở của phổi, thể tích khí lưu thông thở ra, tần số thở và thông khí phút là khác biệt đáng kể so với trước khi hút đường thở nhân tạo ($P < 0,05$). Scoble và cộng sự¹⁹ đã phát hiện ra rằng việc tái sử dụng ống hút trong 24 giờ không ảnh hưởng đến tỷ lệ mắc bệnh viêm phổi so với khi sử dụng ống thông mới với mỗi lần hút đường thở nhân tạo ($P > 0,05$). Boothroyd và cộng sự²⁰ nhận thấy rằng việc sử dụng ống hút đúng kích cỡ và áp lực chân không được kiểm soát dẫn đến tỷ lệ xẹp thùy trên bên phải thấp hơn đáng kể so với thực hành tiêu chuẩn ($P < 0,05$). Fisher và cộng sự²¹

nhận thấy rằng sự gia tăng ICP ở trẻ em bị chấn thương sọ não là do kích thích khí quản từ hút đường thở nhân tạo hơn là tăng PCO_2 do ngừng thở khi tách đối tượng ra khỏi máy thở trước khi hút ($P < 0,05$).

Ở người lớn, Jongerden và cộng sự²² nhận thấy nhịp tim và áp lực động mạch trung bình tăng đáng kể ($P < 0,01$) nhưng không tăng SpO_2 sau khi hút đường thở nhân tạo bằng cách sử dụng cả kỹ thuật kín và mở. Maggiore và cộng sự² nhận thấy rằng các tác dụng phụ do hút đường thở nhân tạo đã giảm đáng kể sau khi thực hiện các hướng dẫn thực hành ($P < 0,05$) nhưng không có sự khác biệt về thời gian nằm ICU (LOS) hoặc số ngày thở máy. Ba nghiên cứu cho thấy sự khác biệt đáng kể so với ban đầu về ICP, áp lực tưới máu não và áp lực động mạch trung bình sau khi hút khí quản ($P < 0,05$).²³⁻²⁵ Clark và cộng sự²⁶ nhận thấy rằng độ bão hòa oxy được đo trên mẫu máu tĩnh mạch hỗn hợp, SvO_2 thấp hơn đáng kể ở thời điểm 1 và 2 phút sau khi hút khí quản bằng cả kỹ thuật hút mở và đóng với tiền oxygen hóa 100% ($P < 0,001$) nhưng đã trở về giá trị ban đầu trong vòng 3 phút. Bourgault và cộng sự²⁷ nhận thấy rằng hút đường thở nhân tạo bằng cả kỹ thuật mở và kín không ảnh hưởng đến sự biến thiên nhịp tim và huyết áp tâm thu khi được tiền oxygen hóa bằng 100% oxy trong ít nhất 1 phút.

Một nghiên cứu được thực hiện bởi Guglielminotti và cộng sự²⁸ cho thấy rằng hút đường thở nhân tạo gây ra sự gia tăng đáng kể R_{aw} ($P < 0,01$) và PEEP nội tại ($P < 0,05$). Một nghiên cứu của Van de Leur và cộng sự²⁹ đã phát hiện ra rằng hút đường thở nhân tạo khi rửa bằng dung dịch nước muối so với hút xâm lấn tối thiểu mà không rửa bằng dung dịch nước muối làm tăng đáng kể độ bão hòa oxy ($P = .001$), rồi

loạn nhịp tim ($P = .002$), máu tâm thu áp lực ($P = .003$), máu trong dịch tiết đường hô hấp ($P = .001$), và hồi ức của đối tượng khi hút đàm ($P = .001$). Trong một nghiên cứu riêng biệt, Van de Leur và cộng sự³⁰ đã tìm thấy những tác dụng ngoại ý tương tự, ngoài hồi ức của đối tượng, nhưng không tìm thấy sự khác biệt đáng kể ($P > 0,05$) về thời gian đặt nội khí quản, tỷ lệ tử vong, ICU LOS hoặc nhiễm trùng khi sử dụng phương pháp xâm lấn so với kỹ thuật hút đường thở nhân tạo xâm lấn tối thiểu. Seymour và cộng sự⁴ báo cáo rằng thông khí phút, áp lực động mạch trung bình, nhịp tim và chỉ số thở nông nhanh đều tăng đáng kể sau khi hút ETT ($P < 0,05$). Thời gian phục hồi dao động từ 1 đến 7 phút. Walsh và cộng sự³¹ đã tìm thấy những thay đổi sau đây sau khi hút ETT mở bằng tăng bơm phổi (*hyperinflation*) với 100% oxy được thực hiện: SvO₂ giảm đáng kể ($P < 0,05$), lượng oxy hấp thụ tăng lên đáng kể ($P < 0,05$), nhưng SaO₂ và cung lượng tim không khác biệt có ý nghĩa ($P > 0,05$).

Dựa trên các bằng chứng hiện có, âm thanh hơi thở, dịch tiết có thể nhìn thấy trong đường thở nhân tạo, và hình răng cưa trên dạng sóng lưu lượng của máy thở là những dấu hiệu tốt nhất cho thấy nhu cầu hút đường thở nhân tạo ở người lớn và trẻ em (mức bằng chứng B, tất cả các thành viên ủy ban đánh giá điểm phù hợp là 8). Sự gia tăng cấp tính của R_{aw} có thể là một dấu hiệu cho thấy sự cần thiết phải hút đường thở nhân tạo ở trẻ sơ sinh (mức bằng chứng B, điểm thích hợp trung bình 7, khoảng 7-8). Các phản ứng sinh lý đối với việc hút đường thở nhân tạo như tăng nhịp tim, áp lực động mạch trung bình, ICP, rối loạn nhịp tim và tụt độ bão hòa oxy là một trong những biến chứng tiềm ẩn ở tất cả các quần thể bệnh nhân. Giảm đáng kể thể tích phổi được ghi nhận sau hút cũng như giảm tốc độ dòng máu não ở trẻ sơ sinh. Các chiến lược giảm

thiếu như an thần đầy đủ, tiền oxygen hóa trước và chỉ hút khi được chỉ định có thể làm giảm tỷ lệ mắc và mức độ nghiêm trọng của các biến chứng này (mức bằng chứng B; điểm mức độ phù hợp trung bình 7,6, khoảng 7-9).

Hút đường thở nhân tạo thường quy so với khi cần thiết

Tần suất thực hiện hút đường thở nhân tạo vẫn còn nhiều tranh cãi. Tổng quan tài liệu đã đưa ra 2 nghiên cứu^{32,33} liên quan đến tần suất hút: mỗi nghiên cứu trên quần thể bệnh nhân sơ sinh và trẻ em. Trong một thử nghiệm ngẫu nhiên, có đối chứng với 180 trẻ sơ sinh nhẹ cân được ngẫu nhiên hút dịch đường thở nhân tạo cứ sau 4 giờ hoặc 8 giờ một lần, cộng thêm khi cần thiết, Cordero và cộng sự³² không tìm thấy sự khác biệt về số ngày thở máy, LOS tại bệnh viện, nhiễm trùng máu, viêm phổi do thở máy (VAP), hoặc các sự kiện bất lợi giữa các nhóm. Trong một thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng với 90 bệnh nhi được chọn ngẫu nhiên để hút đường thở nhân tạo cứ sau 2 giờ hoặc chỉ khi cần thiết, Lema-Zuluaga và cộng sự³³ cho thấy không có sự khác biệt về VAP, số ngày thở máy, ICU LOS, hoặc tỷ lệ tử vong giữa 2 nhóm. Không có nghiên cứu nào được tìm thấy giải quyết tần suất hút ở quần thể bệnh nhân người lớn. Dựa trên các bằng chứng được trình bày trong các nghiên cứu này, việc hút đàm khi cần thiết cũng hiệu quả như việc hút đàm thường quy và không làm tăng tỷ lệ mắc bệnh hoặc tử vong ở quần thể trẻ sơ sinh và trẻ em. Bằng chứng hiện tại ủng hộ khuyến cáo trước đây được nâng cao trong AARC CPG1 năm 2010 để chỉ thực hiện hút đường thở nhân tạo khi cần thiết (mức bằng chứng B, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 8).

Hút đường thở nhân tạo hệ thống mở so với hệ thống kín

Kể từ khi phát triển các thiết bị hệ thống hút kín vào đầu những năm 1990, các nhà nghiên cứu đã tìm cách so sánh kết quả lâm sàng với kết quả của hệ thống hút mở truyền thống. Tổng quan hệ thống này bao gồm 28 nghiên cứu^{22,27,34-59} tập trung vào các kết quả lâm sàng liên quan so sánh hệ thống hút kín với hệ thống hút mở. Phần lớn các nghiên cứu^{22,27,36,39-46,48,49,51,52} bao gồm các kết cục sinh lý và sự phát triển của các bệnh nhiễm trùng mắc phải tại bệnh viện. Hai nghiên cứu^{34,35} so sánh hệ thống hút kín với hệ thống hút mở tập trung vào xử trí chất tiết. Witmer và cộng sự³⁴ đã nghiên cứu đối tượng người lớn được đặt nội khí quản. Họ so sánh lượng chất tiết được lấy ra trong quá trình hút đường thở nhân tạo và nhận thấy rằng chất tiết được lấy ra qua hệ thống hút kín (trung bình 1,7 g) và lượng chất tiết ra qua hệ thống hút mở (trung bình 1,9 g) ($P = .88$) không khác biệt về mặt thống kê.³⁴ Lasocki và cộng sự³⁵ đã nghiên cứu ảnh hưởng của hệ thống hút kín và hệ thống hút mở đối với việc loại bỏ dịch tiết ở 9 đối tượng người lớn được đặt nội khí quản. Họ phát hiện ra rằng khối lượng hút trung bình lớn hơn với hệ thống hút mở (trung bình 3,2 g) so với hệ thống hút kín (trung bình 0,6 g) ($P = .03$).³⁵ Kích thước mẫu nhỏ của nghiên cứu sau này làm dấy lên lo ngại về tính tổng quát của phát hiện này.

Một số nghiên cứu^{22,27,36,39-46,48,49,51,52} đã đánh giá những thay đổi trong các thông số sinh lý ứng với hệ thống hút kín và hệ thống hút hở. Các nghiên cứu thu nhận đối tượng người lớn tập trung vào các thông số như nhịp tim, tần số thở, SpO₂, đau, kích động, rối loạn nhịp tim và ICP.^{22,27,36-42} Hầu hết các nghiên cứu này không tìm thấy sự khác biệt đáng kể về kết quả giữa hệ thống hút kín hoặc hệ thống hút hở, mặc dù một

số nghiên cứu^{35,43,44} đã cho thấy một số khác biệt nhỏ. Johnson và cộng sự⁴³ lưu ý rằng hệ thống hút kín có ít rối loạn về mặt vật lý (nhịp tim, huyết áp, SpO₂, rối loạn nhịp tim) hơn so với hệ thống hút mở. Lasocki và cộng sự³⁵ lưu ý rằng quá trình oxygen hóa và thông khí được duy trì tốt hơn với hệ thống hút kín. Ugřas, và Aksoy⁴⁴ nhận thấy rằng hệ thống hút kín có tác động ít hơn đến ICP trong và sau sự kiện hút và ít ảnh hưởng đến áp lực động mạch trung bình trong sự kiện hút hơn so với hệ thống hút hở.

Một số nghiên cứu nhi khoa và sơ sinh cũng tập trung vào các thông số sinh lý.⁴⁵⁻⁵² Những thay đổi sau khi hút bằng hệ thống hút kín hoặc hệ thống hút hở tương tự như những thay đổi được tìm thấy trong các nghiên cứu ở người lớn và có thể là thoáng qua. Evans và cộng sự⁴⁸ đã tìm thấy tỷ lệ rối loạn sinh lý (nhịp tim, SpO₂, áp lực động mạch trung bình) thấp hơn với hệ thống hút kín so với hệ thống hút mở. Kalyn và cộng sự⁴⁹ lưu ý rằng hệ thống hút kín có ít bất ổn sinh lý hơn so với hệ thống hút hở.

Hầu hết các nghiên cứu định hướng kết quả so sánh mở với hút kín đều tập trung vào tỷ lệ vi khuẩn xâm nhập và các biến cố liên quan đến VAP/thở máy (VAE). Phần lớn các nghiên cứu này là ở các đối tượng người lớn, mặc dù một số nghiên cứu bao gồm các đối tượng sơ sinh và trẻ em.^{37,42,50,53-59} Cordero và cộng sự⁵³ đã so sánh tỷ lệ nhiễm trùng với việc sử dụng hệ thống hút kín và hệ thống hút mở ở sơ sinh. Họ phát hiện ra rằng sự khác biệt về tỷ lệ thông đường thở và viêm phổi bệnh viện không khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 phương pháp.⁵³ Morrow và cộng sự⁵⁰ đã thực hiện một nghiên cứu kéo dài 8 tháng so sánh các kết quả khác nhau của hệ thống hút kín so với hệ thống hút mở ở đối tượng trẻ em được đặt nội khí quản và

thở máy trong thời gian > 24 giờ. Tỷ lệ VAP không khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 phương pháp ($P = .6$).⁵⁰

Hầu như tất cả các nghiên cứu tập trung vào người lớn được đặt nội khí quản^{37,42,53-59} không tìm thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tỷ lệ biến cố liên quan đến VAP/thở máy, tỷ lệ nhiễm khuẩn, tỷ lệ lây truyền hoặc tỷ lệ nhiễm trùng mắc phải bệnh viện. Một nghiên cứu⁵⁶ đã tìm thấy sự khác biệt về tỷ lệ nhiễm khuẩn giữa hệ thống hút kín (67%) và hệ thống hút mở (39%) ($P < 0,02$) nhưng điều đó không dẫn đến việc gia tăng số ca nhiễm trùng. Một nghiên cứu đã xem xét tỷ lệ chất nhầy kết dính giữa 2 phương pháp hút. Akerman và cộng sự³⁷ nhận thấy có nhiều trường hợp tắc ETT hơn với hệ thống hút kín nhưng không ở mức có ý nghĩa thống kê.

Trong số 28 nghiên cứu được bao gồm cho câu hỏi nghiên cứu này, 5 nghiên cứu về tác động của hệ thống hút kín và hệ thống hút mở đối với các kết quả liên quan đến tỷ lệ tử vong, bệnh lý và ICU LOS, và thời gian thở máy.^{37,42,50,55,58} Bốn trong số các nghiên cứu bao gồm các đối tượng người lớn được đặt nội khí quản.^{37,42,55,58} Không có nghiên cứu nào cho thấy sự khác biệt thống kê giữa hệ thống hút kín và hệ thống hút hở về tỷ lệ tử vong, LOS bệnh viện, ICU LOS, hoặc thời gian thở máy. Morrow và cộng sự,⁵⁰ như đã thảo luận trước đây, đã tìm thấy kết quả tương tự: không có sự khác biệt đáng kể về tỷ lệ tử vong, LOS tại bệnh viện, ICU LOS, hoặc thời gian thở máy.

Dựa trên số lượng và chất lượng của bằng chứng được bao gồm, hệ thống hút kín hoặc hệ thống hút hở có thể được sử dụng một cách an toàn và hiệu quả để loại bỏ chất tiết từ bệnh nhân người lớn có đường thở nhân tạo. Mặc dù

sự khác biệt về kết quả giữa hệ thống hút kín và hệ thống hút mở ở bệnh nhi và trẻ sơ sinh là rất ít, nhưng sử dụng hệ thống hút kín với nhóm đối tượng này là hợp lý. Bác sĩ lâm sàng được khuyến khích sử dụng các biện pháp kiểm soát nhiễm trùng thích hợp và các biện pháp phòng ngừa an toàn để tránh các phản ứng bất lợi không cần thiết, chẳng hạn như thay đổi thể chất và tổn thương niêm mạc đường thở (mức bằng chứng B, điểm thích hợp trung bình 8,3, khoảng 7-9).

Quá trình tiền oxygen hóa và quá trình tăng oxygen hóa trước khi hút đường thở nhân tạo

Hút đường thở nhân tạo có thể làm giảm oxygen hóa quan trọng trên lâm sàng ở một số bệnh nhân. Đánh giá các tài liệu hiện có về quá trình tăng oxygen hóa khi hút đàm đã mang lại 6 nghiên cứu^{39,60-64} với 3 trong số này được xuất bản vào những năm 1990.⁶⁰⁻⁶² Trong một thử nghiệm chéo ngẫu nhiên với 25 đối tượng trẻ em được thở máy, Kerem và cộng sự⁶⁰ đã phát hiện ra rằng quá trình tiền oxygen hóa với oxy 100% ngăn ngừa được tình trạng giảm oxy máu trong khi hút, trong khi tăng bơm phòng phổi bằng cách sử dụng F_{iO_2} ban đầu thì không. Lookinland và Appel⁶¹ thu được kết quả tương tự ở dân số người lớn. Preusser và cộng sự⁶² đã thực hiện một thử nghiệm bắt chéo ngẫu nhiên với 10 đối tượng người lớn thở máy bằng cách sử dụng 1 trong 2 thể tích phổi ở F_{iO_2} 1.0 với máy thở hoặc bóp bóng bằng tay. Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về PaO_2 , áp lực động mạch trung bình, hoặc cung lượng tim giữa bất kỳ sự kết hợp nào trong 4 phương pháp phối hợp, nhưng áp lực đỉnh đường thở lớn hơn đáng kể ($P < 0,001$) với bóp bóng bằng tay. de Freitas Vianna và cộng sự⁶³ đã thực hiện một nghiên cứu chéo dự đoán trên 68 đối tượng người lớn được cung cấp oxy

trước bằng $F_{I}O_2$ 100% và $F_{I}O_2$ 20% trên mức cơ bản. Không tìm thấy sự khác biệt về SpO_2 , nhịp tim, áp lực động mạch trung bình, hoặc tần số thở trước hoặc sau khi hút đàm. Một thử nghiệm bất chèo tiền cứu trên 30 đối tượng người lớn do Demir và Dramali⁶⁴ tiến hành cho thấy SpO_2 và PaO_2 giảm đáng kể nhưng không giảm nhịp tim hoặc áp lực động mạch trung bình, sau khi hút đường thở nhân tạo không có quá trình tiền oxygen hóa so với quá trình tiền oxygen hóa bằng oxy 100%.

Mặc dù các bằng chứng ủng hộ quá trình tiền oxygen hóa, có vẻ như không cần oxy 100% cho tất cả các bệnh nhân. AARC CPG1 năm 2010 khuyến cáo sử dụng oxy 100% để tiền oxygen hóa cho bệnh nhân người lớn và trẻ em trước khi hút đàm bằng cách điều chỉnh oxy theo cách thủ công hoặc bằng cách sử dụng chương trình tiền oxygen hóa theo chương trình trên máy thở. Thông khí thủ công để cung cấp quá trình tiền oxygen hóa đã không được khuyến khích. Hiện có bằng chứng cho thấy những khuyến cáo này là phù hợp, mặc dù quá trình xử lý tiền oxygen hóa với $F_{I}O_2$ 20% trên mức cơ bản, thay vì tăng lên $F_{I}O_2$ 100%, có thể đủ ở bệnh nhân người lớn và trẻ em. Không có bằng chứng liên quan đến quá trình oxygen hóa tiền oxygen hóa ở trẻ sơ sinh (mức bằng chứng B, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 9).

Rửa dung dịch nước nước muối sinh lý đối với hút đường thở nhân tạo

Đã có nghiên cứu đáng kể về ảnh hưởng của việc sử dụng dung dịch nước muối sinh lý trong quá trình hút đường thở nhân tạo. Lợi ích lý thuyết của việc sử dụng dung dịch nước nước muối sinh lý là làm lỏng dịch tiết và tăng thể tích dịch tiết ra trong quá trình hút.¹ Một tổng quan tài liệu đã đưa ra 8 nghiên cứu tập trung vào tác động của

việc sử dụng dung dịch nước nước muối sinh lý trong quá trình hút đường thở nhân tạo đối với quá trình oxygen hóa.⁶⁵⁻⁷² Kết quả của 7 trong số những nghiên cứu này cho thấy dung dịch nước muối sinh lý có thể ảnh hưởng tiêu cực đến quá trình oxygen hóa. Những nghiên cứu này tuy nhỏ, nhưng chỉ ra rằng các trị số như PaO_2 , SpO_2 và SvO_2 có thể bị ảnh hưởng không thuận lợi khi hút đường thở nhân tạo,^{65,67,69-72} ngay cả khi các thông số sinh lý khác như nhịp tim và huyết áp không bị ảnh hưởng.⁶⁶ Sử dụng dung dịch nước muối sinh lý trong khi hút đường thở nhân tạo cũng đã được chứng minh là làm tăng khó thở ở bệnh nhân ≥ 60 tuổi.⁷³

McKinley và cộng sự⁷⁴ đã thực hiện một thử nghiệm ngẫu nhiên để đánh giá số giờ đặt nội khí quản và thở máy xâm nhập ở bệnh nhi. Họ phát hiện ra rằng việc sử dụng dung dịch không phải nước muối có hiệu quả như sử dụng dung dịch nước muối $\frac{1}{2}$ saline hoặc saline.⁷⁴ Trong một nghiên cứu quan sát tiền cứu, Owen và cộng sự⁷¹ đã ghi nhận nhiều tác dụng phụ hơn ở các đối tượng trẻ em được sử dụng dung dịch nước muối sinh lý trong khi hút đàm. Một thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên của Caruso và cộng sự⁷⁵ đã ghi nhận sự giảm VAP đã được chứng minh về mặt vi sinh khi sử dụng dung dịch nước muối sinh lý trong quá trình hút đường thở nhân tạo. Mặc dù phát hiện này rất thú vị, nhưng nó vẫn chưa được chứng thực trong một nghiên cứu khác cho đến thời điểm này.

AARC CPG1 năm 2010 đã khuyến cáo không nên sử dụng thường xuyên dung dịch nước muối sinh lý. Kể từ hướng dẫn đó, không có bằng chứng mới nào tác động một cách thuyết phục đến khuyến cáo đó. Việc nhỏ dung dịch nước muối sinh lý, nếu đã từng được thực hiện, nên được thực hiện một cách thận trọng và có

xem xét khả năng xảy ra các tác dụng phụ, chẳng hạn như giảm độ bão hòa oxy, ho nhiều, co thắt phế quản, nhịp tim nhanh, khó thở, tăng ICP, và sự phát triển của màng sinh học diệt khuẩn ở bên trong đường thở nhân tạo. Dựa trên các bằng chứng hiện có, có vẻ như việc sử dụng dung dịch nước muối thường quy là không cần thiết trong quá trình hút đường thở nhân tạo (mức bằng chứng B, điểm thích hợp trung bình 9, khoảng 8-9).

Quy trình hút đường thở nhân tạo sạch so với vô trùng

Như đã thảo luận trước đây, cả quy trình của hệ thống hút mở và hệ thống hút kín đều có thể được sử dụng một cách an toàn và hiệu quả để loại bỏ chất tiết ra khỏi đường thở nhân tạo. Khi thực hiện thủ thuật hút đường thở nhân tạo mở, bác sĩ lâm sàng phải duy trì một môi trường bảo vệ cả bệnh nhân và bác sĩ lâm sàng khỏi các tác nhân gây bệnh. Tuy nhiên, các câu hỏi nảy sinh liên quan đến việc liệu quy trình nên là một quy trình sạch, một quy trình không bị nhiễm bẩn trực quan hay một quy trình vô trùng, một quy trình không có vi khuẩn hoặc vi sinh vật. Một số bác sĩ cho rằng vô trùng của bác sĩ là không thích hợp vì ống hút mở sẽ đi qua một trường không vô trùng, và các lần đưa ống thông tiếp theo sẽ không vô trùng.⁷⁶

Tổng quan có hệ thống về tài liệu này không tìm thấy nghiên cứu nào tập trung vào kết quả của bệnh nhân khi so sánh giữa quy trình hút mở sạch và vô trùng. CPG1 trước đây đã đánh giá câu hỏi nghiên cứu này. Hướng dẫn của Trung tâm Kiểm soát và Phòng ngừa Dịch bệnh 2003 về Phòng ngừa Viêm phổi Liên quan đến Chăm sóc Sức khỏe⁷⁷ đã công nhận rằng việc hút khí quản làm tăng cơ hội lây nhiễm chéo và nguy cơ lây nhiễm chéo có thể được giảm thiểu bằng cách sử

dụng kỹ thuật vô trùng. Tuy nhiên, ủy ban đã không thể đưa ra khuyến cáo sử dụng kỹ thuật vô trùng thay vì sạch khi thực hiện hút nội khí quản. AARC CPG1 năm 2010 cũng không thể đưa ra khuyến cáo, mặc dù nó đã tuyên bố rằng bác sĩ lâm sàng được khuyến khích sử dụng kỹ thuật vô trùng trong suốt quy trình hút đàm.

Có một khoảng trống trong tài liệu về sự khác biệt kết quả có liên quan về mặt lâm sàng giữa kỹ thuật vô trùng và sạch để hút đường thở nhân tạo. Tuy nhiên, việc khuyến cáo tiến hành nghiên cứu sâu hơn để giải quyết lỗ hổng này là có khả năng phi đạo đức vì khả năng gây hại với môi trường kém vô trùng là một khả năng khác biệt. Do đó, dựa trên kinh nghiệm của ủy ban, bác sĩ nên sử dụng quy trình vô trùng, khi có thể, đối với các trường hợp hút mở để bảo vệ bệnh nhân khỏi khả năng lây nhiễm chéo (mức bằng chứng C, tất cả các thành viên ủy ban đánh giá điểm phù hợp ở 7). Tối thiểu, ngoài việc thực hiện vệ sinh tay khi ra vào phòng hoặc khu vực của bệnh nhân, bác sĩ lâm sàng nên thực hiện vệ sinh tay ngay lập tức trước khi thực hiện hút mở để giảm thiểu nguy cơ đưa bất kỳ mầm bệnh mới nào vào đường thở nhân tạo.

Kích thước ống hút và áp lực chân không áp dụng

Nghiên cứu đánh giá mức độ an toàn và hiệu quả của các kích cỡ ống hút khác nhau và áp lực chân không được áp dụng rất ít. Trong một nghiên cứu đo lường lặp lại bên trong đối tượng, Javadi và cộng sự⁷⁸ đã đánh giá tác động của các kích cỡ khác nhau của ống hút đối với các kết quả khác nhau như nhịp tim, huyết áp, SpO₂, lượng chất tiết và cơn đau ở đối tượng người lớn. Trong nghiên cứu của họ, tất cả các đối tượng đều được đặt nội khí quản với kích thước đường kính trong là 7,5 ETT và được hút bằng cả ống hút 12

Fr và 14 Fr được chỉ định ngẫu nhiên theo phác đồ nghiên cứu. Tất cả các đối tượng được hút với cả hai kích cỡ ống hút. Họ đã báo cáo sự gia tăng đáng kể nhịp tim, huyết áp tâm thu, cơn đau và lượng bài tiết khi sử dụng ống hút lớn hơn.

Yousefi và cộng sự đã thực hiện một thử nghiệm ngẫu nhiên đánh giá tác động của 2 mức áp lực chân không (-100 và -200 mm Hg) lên các biểu hiện sinh lý ở người lớn. Họ lưu ý rằng SpO₂ và nhịp tim khác nhau đáng kể trước, trong và 5 phút và 20 phút sau khi hút, nhưng không có sự khác biệt giữa 2 nhóm. Trong một nghiên cứu tiền cứu của Singh và cộng sự⁸⁰ ảnh hưởng của kích thước đường kính ngoài ống hút so với kích thước đường kính trong của ETT (nhỏ, 0,4; trung bình, 0,7; và lớn, 0,9) và áp lực chân không (80, 100 và 120 mm Hg) trên các chỉ số sinh lý khác nhau được đánh giá ở các đối tượng trẻ em. Họ phát hiện ra rằng tất cả các kích thước ống hút ở các áp lực khác nhau đều ảnh hưởng tương tự đến các chỉ số sinh lý.

Dựa trên các bằng chứng hiện có, có vẻ như các kích thước ống hút khác nhau và áp lực chân không có thể gây ra các thay đổi sinh lý. Điều đó nói rằng, kích thước đường kính ngoài của catheter hút tối ưu với tỉ lệ kích thước bên trong đường thở nhân tạo vẫn chưa được biết vào thời điểm này. Áp lực chân không tối ưu vừa an toàn vừa có tác dụng làm sạch dịch tiết cũng không phải ai cũng biết. AARC CPG1 năm 2010 khuyến cáo rằng ống hút chỉ nên làm tắc < 50% lòng ống ETT ở bệnh nhân trẻ em và người lớn, và < 70% ở trẻ sơ sinh. Không có trường hợp mới nào bác bỏ khuyến cáo này một cách thuyết phục (mức độ bằng chứng C, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 7).

Không có khuyến cáo chính thức về áp lực chân không được áp dụng trong hướng dẫn

trước do thiếu dữ liệu tổng thể để hỗ trợ khuyến cáo.¹ Có bằng chứng tối thiểu rằng áp lực hút nên được giữ dưới -200 mm Hg ở người lớn và từ -80 đến -100 mm Hg ở trẻ sơ sinh (mức bằng chứng C, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 7). Cần cố gắng đặt áp lực hút càng thấp càng tốt để làm sạch dịch tiết một cách hiệu quả (mức bằng chứng C, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 9).

Thời gian của thủ thuật hút đường thở nhân tạo

Giới hạn thời gian của mỗi đợt hút là một chiến lược trực quan để giảm thiểu các biến chứng và/hoặc nguy cơ tiềm ẩn của việc hút đường thở nhân tạo. Giới hạn này có thể áp dụng cho khoảng thời gian ống hút được đưa vào đường thở nhân tạo hoặc khoảng thời gian hút dịch được áp dụng. Thật không may, tổng quan tài liệu này không tìm thấy các nghiên cứu so sánh kết quả của bệnh nhân với khoảng thời gian khác nhau của thời gian đưa ống thông vào đường thở và/hoặc hút được áp dụng. Hầu hết các nguồn, chủ yếu là CPG trước đó, 1 biên tập,^{76,81} và sách giáo khoa,⁸² khuyến cáo giới hạn thời lượng của quy trình ở # 15 giây. Kinh nghiệm của ủy ban tương xứng với các nguồn này và ủy ban khuyến cáo nên giữ cho mỗi sự kiện hút càng ngắn gọn càng tốt và không quá 15 giây (mức bằng chứng C, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 7).

Quy trình hút đường thở nhân tạo sâu so với nông

Nghiên cứu đánh giá tính an toàn và hiệu quả của kỹ thuật hút đường thở nhân tạo nông và sâu còn hạn chế. Hai bài báo tương tự về phương pháp^{83,84} đã được xuất bản so sánh tác động của việc hút ETT nông và sâu trên các chỉ số sinh lý.

Abbasinia và cộng sự⁸³ đã đánh giá 2 kỹ thuật về sự thay đổi tần số thở và SpO₂. Trong thử nghiệm ngẫu nhiên này, cả nhóm hút nông và hút sâu đều được tăng oxygen hóa trước và hút ở cùng một áp lực chân không (-120 mm Hg) tối đa 3 lần, mỗi lần trong 15 giây.⁸³ Đường kính của ống hút ở cả hai nhóm là một nửa đường kính bên trong của ETT; Ống hút được đưa vào không quá cuối ETT ở nhóm hút nông.⁸³ Ở nhóm hút sâu, ống thông được đưa qua ETT cho đến khi có lực cản, sau đó được kéo lùi lại 1 cm trước khi thực hiện hút. Lưu ý rằng sự thay đổi tần số thở và SpO₂ tương tự nhau giữa các nhóm.⁸³ Các đối tượng trong nhóm hút sâu yêu cầu hút ít thường xuyên hơn.⁸³ Irajpour và cộng sự⁸⁴ đã báo cáo tác động của kỹ thuật hút nông và sâu trên nhịp tim, huyết áp tâm thu, huyết áp tâm trương và huyết áp động mạch trung bình. Những thay đổi là nhỏ; tuy nhiên, các nhà điều tra đã báo cáo nhịp tim và huyết áp tăng nhẹ khi hút sâu.⁸⁴ Họ lưu ý rằng sự gia tăng ở từng mức độ, dù chỉ ở một mức độ nhỏ, có thể có tác dụng phụ đối với một số bệnh nhân và cần phải theo dõi trong quá trình hút, đặc biệt là trong quá trình hút sâu.⁸⁴

Trong một thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng song song, Shamali và cộng sự⁸⁵ đã so sánh hút ETT thông thường với kỹ thuật hút ETT xâm lấn tối thiểu. Kỹ thuật hút ETT thông thường bao gồm tăng bơm phòng phổi thủ công và quá trình tiền oxygen hóa trong 1 phút, và nhỏ 8 mL dung dịch nước muối vô trùng.⁸⁵ Ống hút được đưa xuống phía dưới ETT cho đến khi đạt được sức đề kháng và rút ra 1 cm; Sau đó, quá trình hút được thực hiện bằng cách sử dụng áp lực chân không từ -100 đến -200 mm Hg trong thời gian tối đa là 10 giây.⁸⁵ Kỹ thuật hút ETT xâm lấn tối thiểu bao gồm quá trình oxygen hóa sơ bộ bằng máy thở cơ học trong 1 phút. Ống hút đã được đưa vào đến đầu xa của ETT; Sau đó, quá

trình hút được thực hiện bằng cách sử dụng áp lực chân không từ -80 đến -120 mm Hg trong tối đa 10 giây.⁸⁵ Các nhà nghiên cứu lưu ý rằng nhóm hút ETT xâm lấn tối thiểu có sự thay đổi ít hơn về mặt thống kê về huyết áp tâm thu, huyết áp tâm trương, trung bình, áp lực động mạch và SpO₂ nhưng không khác biệt ở nhịp tim.⁸⁵ Mặc dù có vẻ như một phương pháp hút ít xâm lấn hơn có thể được đảm bảo để giảm sự thay đổi trong một số biện pháp sinh lý do ít kích thích vật lý hơn, nhưng vẫn chưa rõ (các) thành phần của hút ETT thường quy (dung dịch nước muối sinh lý, tăng bơm phòng phổi thủ công, hút sâu) đã ảnh hưởng đến những kết quả này. Trong một nghiên cứu thực nghiệm được thiết kế trong đối tượng đánh giá kỹ thuật hút nông và sâu trên trẻ sơ sinh có nguy cơ cao, Ahn và Hwang⁸⁶ lưu ý rằng hút sâu không đảm bảo loại bỏ dịch tiết đường thở dưới ở trẻ sơ sinh. Trên thực tế, họ đã báo cáo rằng nó gây ra chấn thương đường thở trực tiếp hơn, bằng chứng là tổn thương biểu mô được ghi nhận ở các đường hô hấp.⁸⁶

Dựa trên các bằng chứng hiện có, có vẻ như cả kỹ thuật hút nông và hút sâu đều gây ra những thay đổi tương tự về các chỉ số sinh lý. Mặc dù việc hút sâu có thể dẫn đến các trường hợp ít xảy ra hơn khi hút, nhưng nó có thể liên quan đến chấn thương đường thở. AARC CPG1 năm 2010 đã khuyến cáo kỹ thuật hút nông, vì không có lợi ích chắc chắn của việc hút sâu. Kể từ hướng dẫn đó, không có bằng chứng mới nào ảnh hưởng đến khuyến cáo này một cách thuyết phục. Có vẻ như kỹ thuật hút nông nên được sử dụng thường quy để tránh tổn thương đường thở tiềm ẩn (mức bằng chứng B, điểm độ phù hợp trung bình 7,7, khoảng 7 - 8). Thông thường chỉ nên sử dụng phương pháp hút sâu khi phương pháp hút nông không hiệu quả khi xem xét khả năng chấn thương đường thở và tác động tiêu

cực đến các chỉ số sinh lý (mức bằng chứng B, điểm độ phù hợp trung bình 7,2, khoảng 7–8).

Nội soi phế quản so với hút đường thở nhân tạo

Nội soi phế quản đã từng được sử dụng cho mục đích chẩn đoán hoặc để lấy dịch tiết từ các khu vực cụ thể của phổi nhưng không được sử dụng thường xuyên để làm sạch dịch tiết. Tổng quan tài liệu đã đưa ra 1 nghiên cứu liên quan đến việc sử dụng nội soi phế quản thường quy.⁸⁷ Qiao và cộng sự⁸⁷ đã tiến hành một thử nghiệm trong đó 73 đối tượng người lớn có đợt cấp COPD được chọn ngẫu nhiên để hút đường thở nhân tạo thông thường bằng cách sử dụng nội soi phế quản kết hợp với hút đường thở nhân tạo thông thường hoặc chỉ hút đường thở nhân tạo thông thường. Các nhà điều tra nhận thấy rằng có những kết quả tốt hơn đáng kể về sự xuất hiện của cửa sổ kiểm soát nhiễm trùng phổi, số ngày thở máy xâm lấn, tổng số ngày thở máy, LOS tại bệnh viện, cai máy thành công, tỷ lệ mắc VAP và tử vong khi sử dụng nội soi phế quản thường quy kết hợp với hút đường thở nhân tạo thông thường. AARC CPG1 năm 2010 không đề cập đến việc sử dụng nội soi phế quản để loại bỏ dịch tiết thường quy vì cho đến nay chỉ có 1 nghiên cứu⁸⁷ liên quan đến chủ đề này được công bố và nghiên cứu đó có phạm vi hạn chế, ủy ban này cho rằng không thể khuyến cáo việc sử dụng nội soi phế quản thường quy để loại bỏ dịch tiết (bằng chứng mức C, tất cả các thành viên ủy ban đánh giá điểm phù hợp là 9).

Thiết bị nạo vét đường thở nhân tạo

Nhiều thiết bị khác nhau đã được phát triển với mục đích làm sạch ETT bởi dịch tiết và màng sinh học có thể làm tăng R_{aw} và áp lực hít vào đỉnh, và

cuối cùng dẫn đến tắc nghẽn hoàn toàn đường thở. Các thiết bị này được sử dụng ngoài các ống hút tiêu chuẩn để duy trì đường kính bên trong của các ETT. Đánh giá tài liệu dẫn đến 4 nghiên cứu⁸⁸⁻⁹¹ đánh giá những thay đổi của R_{aw} khi các thiết bị này được sử dụng ở đối tượng người lớn. Trong các nghiên cứu riêng biệt về các đối tượng cần thở máy, Conti và cộng sự⁸⁸ và Scott và cộng sự⁸⁹ đã ghi nhận sự giảm đáng kể của R_{aw} sau khi sử dụng các thiết bị loại bỏ vật cản ngoại vi. Trong một nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, Adi và cộng sự⁹⁰ đã phát hiện ra rằng một thiết bị được thiết kế để làm sạch ETT với dịch tiết có thể khôi phục R_{aw} thì hít vào của các đối tượng đến mức tương đương với các ETT chưa được sử dụng. Trong một nghiên cứu ex vivo khác, của Waters và cộng sự,⁹¹ một thiết bị làm sạch ETT đã có hiệu quả trong việc giảm tiết màng sinh học và cải thiện sự sụt giảm áp lực (một chỉ báo của R_{aw}) ở kích thước 7,5 mm và 8,0 mm ETT. Đáng lưu ý, thiết bị không hiệu quả trong việc làm sạch chất tiết ở mức ETT chưa được sử dụng. Hai thử nghiệm ngẫu nhiên có đối chứng^{92,93} cho thấy các thiết bị này có hiệu quả trong việc giảm tích tụ chất nhầy, tắc ETT tổng thể, tắc ETT tối đa và độ dày màng sinh học khi so sánh với hút mù tiêu chuẩn đơn thuần. Tuy nhiên, những nghiên cứu này không cho thấy sự cải thiện về kết quả như số ngày thở máy, ngày nằm trong ICU, hoặc ngày đặt nội khí quản.^{92,93} Bằng chứng ủng hộ việc sử dụng các thiết bị dùng để làm sạch ETT khi tăng áp lực hít vào đỉnh và R_{aw} do sự tích tụ chất tiết bị nghi ngờ (mức bằng chứng B, điểm mức độ phù hợp trung bình 8,5, phạm vi 8-9). Không biết liệu những thiết bị này có nên được sử dụng liên tục hay như một phần của quản lý đường thở thường quy hay không.

Bảng 1. Tóm tắt các khuyến cáo cho mỗi câu hỏi PICO

Câu hỏi về PICO	Tóm tắt các khuyến cáo
Các chỉ định và biến chứng của hút đường thở nhân tạo ở trẻ sơ sinh, trẻ em và người lớn là gì?	<p>Phế âm, nhìn thấy dịch tiết trong đường thở nhân tạo và hình răng cưa trên dạng sóng thở máy cung cấp các chỉ định tốt nhất cho việc hút nội khí quản ở người lớn và trẻ em (mức độ bằng chứng B, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 8)</p> <p>Sự gia tăng cấp tính sức cản đường thở có thể là một dấu hiệu cho thấy sự cần thiết phải hút đường thở nhân tạo ở trẻ sơ sinh (mức bằng chứng B, điểm mức độ phù hợp trung bình 7, khoảng 7-8)</p> <p>Các chiến lược giảm thiểu như an thần đầy đủ, tăng oxygen hóa trước và hút chỉ khi được chỉ định có thể làm giảm tỷ lệ và mức độ nghiêm trọng của các biến chứng tiềm ẩn, bao gồm nhưng không giới hạn ở tăng nhịp tim, áp lực động mạch trung bình, ICP, rối loạn nhịp tim và tụt độ bão hòa oxy (mức bằng chứng B, điểm mức độ phù hợp trung bình 7,6, phạm vi 7-9)</p>
Hút đường thở nhân tạo có nên được thực hiện theo lịch trình hay chỉ khi cần thiết?	Hút đàm khi cần thiết cũng hiệu quả như hút đàm thông thường và không làm tăng tỷ lệ mắc bệnh hoặc tử vong ở quần thể trẻ sơ sinh và trẻ em (mức bằng chứng B, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 8)
Nên thực hiện hút đường thở nhân tạo bằng hệ thống kín hay mở?	Có thể sử dụng hệ thống hút kín hoặc hệ thống hút hở một cách an toàn và hiệu quả để loại bỏ dịch tiết từ bệnh nhân người lớn có đường thở nhân tạo (mức bằng chứng B, điểm phù hợp trung bình 8,3, khoảng 7-9)
Bệnh nhân có nên được tiền oxygen hóa và/hoặc tăng oxygen hóa trước khi mỗi lần hút không?	Bệnh nhân người lớn và trẻ em nên được tăng oxygen hóa trước khi hút đường thở nhân tạo (mức bằng chứng B, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 9)
Có nên rửa bằng dung dịch nước muối sinh lý trong khi hút đường thở nhân tạo không?	Việc sử dụng thường xuyên dung dịch nước muối sinh lý (thường nên tránh) là không cần thiết trong quá trình hút đường thở nhân tạo (mức bằng chứng B, điểm mức độ phù hợp trung bình 8,85, khoảng 8-9)
Hút mở đường thở nhân tạo nên được thực hiện như một thủ thuật sạch hay vô trùng?	Bác sĩ nên sử dụng quy trình vô trùng cho các trường hợp hút mở để bảo vệ bệnh nhân khỏi khả năng lây nhiễm chéo (mức bằng chứng C, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 7)
Ống hút có kích thước như thế nào và áp lực chân không mà các bác sĩ lâm sàng nên sử dụng để hút đường thở nhân tạo?	<p>Ống hút chỉ nên làm tắc <70% lòng ống ETT ở trẻ sơ sinh, < 50% ở trẻ em và người lớn (mức bằng chứng C, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp ở mức 7)</p> <p>Áp lực hút phải được duy trì dưới -200 mm Hg ở người lớn và dưới -120 mm Hg ở nhóm trẻ sơ sinh và trẻ em (mức độ cảm nhận C, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 7)</p> <p>Cần cố gắng đặt áp lực hút càng thấp càng tốt và làm sạch dịch tiết hiệu quả (mức bằng chứng C, tất cả các thành viên cam kết đều đánh giá điểm phù hợp là 9)</p>

Giới hạn nào nên được áp dụng cho thời gian của sự kiện hút đàm?	Bác sĩ lâm sàng nên giữ quy trình hút đàm càng ngắn càng tốt và không quá 15 giây (mức bằng chứng C, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 9)
Kỹ thuật hút nông có được ưu tiên hơn kỹ thuật hút sâu không?	Kỹ thuật hút nông nên được sử dụng thường quy (mức bằng chứng B, điểm mức độ phù hợp trung bình 7,7, khoảng 7-8). Thông thường chỉ nên sử dụng phương pháp hút sâu khi phương pháp hút nông không hiệu quả khi xem xét khả năng chấn thương đường thở và tác động tiêu cực đến các chỉ số sinh lý (mức bằng chứng B, điểm mức độ phù hợp trung bình 7,2, khoảng 7-8).
Khi nào nên dùng nội soi phế quản thay cho kỹ thuật hút mở hoặc hút kín?	Việc sử dụng nội soi phế quản định kỳ để loại bỏ dịch tiết không được khuyến khích (mức bằng chứng C, tất cả các thành viên ủy ban đều đánh giá điểm phù hợp là 9)
Khi nào nên sử dụng dụng cụ nạo ống ngoài ống hút?	Có bằng chứng ủng hộ việc sử dụng các thiết bị sử dụng để làm sạch ETT khi nghi ngờ sự gia tăng của R_{aw} do tích tụ chất tiết (mức bằng chứng B, điểm mức độ phù hợp trung bình 8,5, khoảng 8-9).

Tóm tắt

Kết quả của tổng quan hệ thống này được tóm tắt trong Bảng 1. Mặc dù một số tài liệu tham khảo đã được đưa vào trong tổng quan hệ thống này, chất lượng của bằng chứng thấp. Điều này cũng đúng đối với tất cả các câu hỏi của PICO, đòi hỏi tất cả các khuyến cáo phải được đưa ra dựa trên bằng chứng cấp thấp và/hoặc ý kiến chuyên gia. Cần phải nhấn mạnh rằng, trong khi các khuyến cáo được đưa ra trong CPG này dựa trên việc xem xét đầy đủ các tài liệu, bằng chứng giai thoại và kinh nghiệm lâm sàng của các thành viên ủy ban cũng đóng một vai trò trong các khuyến cáo cuối cùng. Nhiều biến số liên quan đến hút đường thở nhân tạo (loại đường thở nhân tạo, dân số bệnh nhân không đồng nhất, bối cảnh lâm sàng và các nguồn lực sẵn có), thiết kế thực nghiệm không nhất quán của các nghiên cứu đã được xem xét và chất lượng tổng thể thấp của các bằng chứng hiện có cho đến nay khiến cho việc phân lập một tập hợp các khuyến cáo cuối cùng vào thời điểm này chỉ dựa trên các tài liệu. Các khuyến cáo do các thành viên ủy ban đưa ra nhằm hỗ trợ các bác sĩ lâm sàng trong nỗ lực cung cấp phương pháp hút đường thở nhân tạo an toàn và hiệu quả. Nhiều khuyến cáo được thông báo bởi tổng quan tài liệu này phù hợp với các khuyến cáo từ AARC CPG.1 năm 2010

Hạn chế chính của CPG này là thiếu bằng chứng chất lượng cao để đưa ra các khuyến cáo lâm sàng. Điều đó nói rằng, cần lưu ý rằng các bài báo đánh giá khác đồng ý với các khuyến cáo của chúng tôi về thời gian và tần suất hút đường thở nhân tạo, sử dụng hệ thống hút kín, cung cấp oxy trước khi hút, tránh nhỏ dung dịch nước muối sinh lý trong quá trình hút, sử dụng quy trình vô trùng đối với các trường hợp hút mở, kích thước ống hút và cài đặt áp lực chân không, thời gian tiến hành hút,² sử dụng kỹ thuật hút nông và sử dụng dụng cụ nạo ống để loại bỏ màng sinh học và chất tiết tích tụ trong đường thở nhân tạo để giảm áp lực hút vào đỉnh và R_{aw} .^{82,94-104} Một đánh giá của Dodek và cộng sự¹⁰⁵ đã đưa ra kết luận tương tự

như chúng tôi đã làm về việc sử dụng hệ thống hút kín so với hệ thống hút mở nhưng làm như vậy chỉ dựa trên lý do kinh tế. Day và cộng sự⁹⁸ đã khuyến cáo một kỹ thuật hút đàm sâu, mặc dù đã viện dẫn bằng chứng về những thay đổi lớn hơn trong các dấu hiệu sinh tồn với phương pháp này.

Hút đường thở nhân tạo vẫn là một thành phần không thể thiếu của việc quản lý đường thở nhân tạo thích hợp. Thủ thuật hút đàm có liên quan đến những rủi ro và biến chứng đã biết trước đó phải được cân nhắc với lợi ích tiềm năng cho bệnh nhân. Mặc dù đánh giá có hệ thống này cung cấp nhiều bằng chứng hơn AARC CPG1 năm 2010 về hút đường thở nhân tạo để hỗ trợ các khuyến cáo, sức mạnh của bằng chứng vẫn còn yếu và không đảm bảo những thay đổi lớn đối với các khuyến cáo trước đó. Cần có nhiều nghiên cứu mạnh mẽ hơn, được thiết kế tốt trong lĩnh vực chăm sóc hô hấp này để cung cấp cho người chăm sóc thông tin để hỗ trợ việc hút đường thở nhân tạo an toàn, thích hợp.

REFERENCES

1. American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. *Respir Care* 2010;55(6):758-764.
2. Maggiore SM, Lellouche F, Pignataro C, Girou E, Maitre B, Richard JC, và cộng sự. Decreasing the adverse effects of endotracheal suctioning during mechanical ventilation by changing practice. *Respir Care* 2013;58(10):1588-1597.
3. Dexter AM, Scott JB. Airway management and ventilator-associated events. *Respir Care* 2019;64(8):986-993.
4. Seymour CW, Cross BJ, Cooke CR, Gallop RL, Fuchs BD. Physiologic impact of closed-system endotracheal suctioning in spontaneously breathing patients receiving mechanical ventilation. *Respir Care* 2009;54(3):367-374.
5. Carroll P. Enhancing the safety of medical suction through innovative technology. *Can J Respir Ther* 2010;46(2):47-49.
6. Fitch K, Bernstein SJ, Aguilar MD, Burnand B, LaCalle JR, Lazaro P, và cộng sự. The RAND/UCLA appropriateness method user's manual. Santa Monica: RAND; 2001.
7. Prendiville A, Thomson A, Silverman M. Effect of tracheobronchial suction on respiratory resistance in intubated preterm babies. *Arch Dis Child* 1986;61(12):1178-1183.
8. Seyedhejazi M, Sheikhzade D, Aliakbari Sharabiani B, Abri R, Sadeghian M. Evaluating the effects of post-intubation endotracheal suctioning before surgery on respiratory parameters in children with airway secretion. *Anesth Pain Med* 2019;9(3)e86486.
9. Guglielminotti J, Alzieu M, Maury E, Guidet B, Offenstadt G. Bedside detection of retained tracheobronchial secretions in patients receiving mechanical ventilation: is it time for tracheal suctioning? *Chest* 2000;118(4):1095-1099.
10. Sole ML, Bennett M, Ashworth S. Clinical indicators for endotracheal suctioning in adult patients receiving mechanical ventilation. *Am J Crit Care* 2015;24(4):318-324; quiz 325.

11. Lucchini A, Zanella A, Bellani G, Gariboldi R, Foti G, Pesenti A, Fumagalli R. Tracheal secretion management in the mechanically ventilated patient: comparison of standard assessment and an acoustic secretion detector. *Respir Care* 2011;56(5):569-603.
12. Beuret P, Philippon B, Fabre X, Kaaki M. Effect of tracheal suctioning on aspiration past the tracheal tube cuff in mechanically ventilated patients. *Ann Intensive Care* 2012;2(1):45.
13. Durand M, Sangha B, Cabal LA, Hoppenbrouwers T, Hodgman JE. Cardiopulmonary and intracranial pressure changes related to endotracheal suctioning in preterm infants. *Crit Care Med* 1989;17 (6):506-510.
14. Fanconi S, Duc G. Intratracheal suctioning in sick preterm infants: prevention of intracranial hypertension and cerebral hypoperfusion by muscle paralysis. *Pediatrics* 1987;79(4):538-543.
15. Simbruner G, Coradello H, Fodor M, Havelec L, Lubec G, Pollak A. Effect of tracheal suction on oxygenation, circulation, and lung mechanics in newborn infants. *Arch Dis Child* 1981;56(5):326-330.
16. Kaiser JR, Gauss CH, Williams DK. Tracheal suctioning is associated with prolonged disturbances of cerebral hemodynamics in very low birth weight infants. *J Perinatol* 2008;28(1):34-41.
17. Tingay DG, Copnell B, Mills JF, Morley CJ, Dargaville PA. Effects of open endotracheal suction on lung volume in infants receiving HFOV. *Intensive Care Med* 2007;33(4):689-693.
18. Morrow B, Futter M, Argent A. Effect of endotracheal suction on lung dynamics in mechanically-ventilated paediatric patients. *Aust J Physiother* 2006;52(2):121-126.
19. Scoble MK, Copnell B, Taylor A, Kinney S, Shann F. Effect of reusing suction catheters on the occurrence of pneumonia in children. *Heart Lung* 2001;30(3):225-233.
20. Boothroyd AE, Murthy BV, Darbyshire A, Petros AJ. Endotracheal suctioning causes right upper lobe collapse in intubated children. *Acta Paediatr* 1996;85(12):1422-1425.
21. Fisher DM, Frewen T, Swedlow DB. Increase in intracranial pressure during suctioning - stimulation vs. rise in PaCO₂. *Anesthesiology* 1982;57(5):416-417.
22. Jongerden IP, Kesecioglu J, Speelberg B, Buiting AG, Leverstein-van Hall MA, Bonten MJ. Changes in heart rate, mean arterial pressure, and oxygen saturation after open and closed endotracheal suctioning: a prospective observational study. *J Crit Care* 2012;27 (6):647-654.
23. Kerr ME, Weber BB, Sereika SM, Darby J, Marion DW, Orndoff PA. Effect of endotracheal suctioning on cerebral oxygenation in traumatic brain-injured patients. *Crit Care Med* 1999;27(12):2776-2781.
24. Gemma M, Tommasino C, Cerri M, Giannotti A, Piazzini B, Borghi T. Intracranial effects of endotracheal suctioning in the acute phase of head injury. *J Neurosurg Anesthesiol* 2002;14(1):50-54.
25. Brucia J, Rudy E. The effect of suction catheter insertion and tracheal stimulation in adults with severe brain injury. *Heart Lung* 1996;25 (4):295-303.

26. Clark AP, Winslow EH, Tyler DO, White KM. Effects of endotracheal suctioning on mixed venous oxygen saturation and heart rate in critically ill adults. *Heart Lung* 1990;19(5 Pt 2):552-557.
27. Bourgault AM, Brown CA, Hains SM, Parlow JL. Effects of endotracheal tube suctioning on arterial oxygen tension and heart rate variability. *Biol Res Nurs* 2006;7(4):268-278.
28. Guglielminotti J, Desmots JM, Dureuil B. Effects of tracheal suctioning on respiratory resistances in mechanically ventilated patients. *Chest* 1998;113(5):1335-1338.
29. Van de Leur JP, Zwaveling JH, Loef BG, Van der Schans CP. Patient recollection of airway suctioning in the ICU: routine versus a minimally invasive procedure. *Intensive Care Med* 2003;29(3):433-436.
30. Van de Leur JP, Zwaveling JH, Loef BG, Van der Schans CP. Endotracheal suctioning versus minimally invasive airway suctioning in intubated patients: a prospective randomised controlled trial. *Intensive Care Med* 2003;29(3):426-432.
31. Walsh JM, Vanderwarf C, Hoscheit D, Fahey PJ. Unsuspected hemodynamic alterations during endotracheal suctioning. *Chest* 1989;95 (1):162-165.
32. Cordero L, Sananes M, Ayers LW. A comparison of two airway suctioning frequencies in mechanically ventilated, very-low-birthweight infants. *Respir Care* 2001;46(8):783-788.
33. Lema-Zuluaga GL, Fernandez-Laverde M, Correa-Varela AM, Zuleta-Tobón JJ. As-needed endotracheal suctioning protocol vs a routine endotracheal suctioning in pediatric intensive care unit: a randomized controlled trial. *Colombia Medica (Cali)* 2018;49 (2):148-153.
34. Witmer MT, Hess D, Simmons M. An evaluation of the effectiveness of secretion removal with the Ballard closed-circuit suction catheter. *Respir Care* 1991;36(8):844-848.
35. Lasocki S, Lu Q, Sartorius A, Fouillat D, Remerand F, Rouby J-J. Open and closed-circuit endotracheal suctioning in acute lung injury: efficiency and effects on gas exchange. *Anesthesiology* 2006;104 (1):39-47.
36. Afshari A, Safari M, Oshvandi K, Soltanian AR. The effect of the open and closed system suction on cardiopulmonary parameters: time and costs in patients under mechanical ventilation. *Nurs Midwifery Stud* 2014;3(2):e14097.
37. Akerman E, Larsson C, Ersson A. Clinical experience and incidence of ventilator-associated pneumonia using closed versus open suction system. *Nurs Crit Care* 2014;19(1):34-41.
38. Dastdadeh R, Ebadi A, Vahedian-Azimi A. Comparison of the effect of open and closed endotracheal suctioning methods on pain and agitation in medical ICU patients: a clinical trial. *Anesth Pain Med* 2016;6(5):e38337.
39. Fernandez MD, Piacentini E, Blanch L, Fernandez R. Changes in lung volume with three systems of endotracheal suctioning with and without pre-oxygenation in patients with mild-to-moderate lung failure. *Intensive Care Med* 2004;30(12):2210-2215.

40. Lee CK, Ng KS, Tan SG, Ang R. Effect of different endotracheal suctioning systems on cardiorespiratory parameters of ventilated patients. *Ann Acad Med Singapore* 2001;30(3):239-244.
41. Ozden D, Gorgulu RS. Effects of open and closed suction systems on the haemodynamic parameters in cardiac surgery patients. *Nurs Crit Care* 2015;20(3):118-125.
42. Topeli A, Harmanci A, Cetinkaya Y, Akdeniz S, Unal S. Comparison of the effect of closed versus open endotracheal suction systems on the development of ventilator-associated pneumonia. *J Hosp Infect* 2004;58(1):14-19.
43. Johnson KL, Kearney PA, Johnson SB, Niblett JB, MacMillan NL, McClain RE. Closed versus open endotracheal suctioning: costs and physiologic consequences. *Crit Care Med* 1994;22(4):658-666.
44. Ug̃ras, GA, Aksoy G. The effects of open and closed endotracheal suctioning on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure: a crossover, single-blind clinical trial. *J Neurosci Nurs* 2012;44(6):E1-8.
45. Cardoso JM, Kusahara DM, Guinsburg R, Pedreira ML. Randomized crossover trial of endotracheal tube suctioning systems use in newborns. *Nurs Crit Care* 2017;22(5):276-283.
46. Chegondi M, Francis T, Lin W-C, Naqvi S, Raszynski A, Totapally BR. Effects of closed endotracheal suctioning on systemic and cerebral oxygenation and hemodynamics in children. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19(1):e23-e30.
47. Choong K, Chatrkaw P, Frndova H, Cox PN. Comparison of loss in lung volume with open versus in-line catheter endotracheal suctioning. *Pediatr Crit Care Med* 2003;4(1):69-73.
48. Evans J, Syddall S, Butt W, Kinney S. Comparison of open and closed suction on safety, efficacy and nursing time in a paediatric intensive care unit. *Aust Crit Care* 2014;27(2):70-74.
49. Kalyn A, Blatz S, Feuerstake S, Paes B, Bautista C. Closed suctioning of intubated neonates maintains better physiologic stability: a randomized trial. *J Perinatol* 2003;23(3):218-222.
50. Morrow BM, Mowzer R, Pitcher R, Argent AC. Investigation into the effect of closed-system suctioning on the frequency of pediatric ventilator-associated pneumonia in a developing country. *Pediatr Crit Care Med* 2012;13(1):e25-e32.
51. de Paula LCS, Cecon MEJ. Randomized, comparative analysis between two tracheal suction systems in neonates. *Rev Assoc Med Bras (1992)* 2010;56(4):434-439.
52. Pirr SM, Lange M, Hartmann C, Bohnhorst B, Peter C. Closed versus open endotracheal suctioning in extremely low-birth-weight neonates: a randomized, crossover trial. *Neonatology* 2013;103(2):124-130.
53. Cordero L, Sananes M, Ayers LW. Comparison of a closed (Trach Care MAC) with an open endotracheal suction system in small pre-mature infants. *J Perinatol* 2000;20(3):151-156.
54. Adams DH, Hughes M, Elliott TS. Microbial colonization of closed-system suction catheters used in liver transplant patients. *Intensive Crit Care Nurs* 1997;13(2):72-76.

55. David D, Samuel P, David T, Keshava SN, Irodi A, Peter JV. An open-labelled randomized controlled trial comparing costs and clinical outcomes of open endotracheal suctioning with closed endotracheal suctioning in mechanically ventilated medical intensive care patients. *J Crit Care* 2011;26(5):482-488.
56. Deppe SA, Kelly JW, Thoi LL, Chudy JH, Longfield RN, Ducey JP, và cộng sự. Incidence of colonization, nosocomial pneumonia, and mortality in critically ill patients using a Trach Care closed-suction system versus an open-suction system: prospective, randomized study. *Crit Care Med* 1990;18(12):1389-1393.
57. Hamishekar H, Shadvar K, Taghizadeh M, Golzari SE, Mojtahedzadeh M, Soleimanpour H, Mahmoodpoor A. Ventilator-associated pneumonia in patients admitted to intensive care units, using open or closed endotracheal suctioning. *Anesth Pain Med* 2014;4(5):e21649.
58. Jongerden IP, Buiting AG, Leverstein-van Hall MA, Speelberg B, Zeidler S, Kesecioglu J, Bonten MJ. Effect of open and closed endotracheal suctioning on cross-transmission with Gram-negative bacteria: a prospective crossover study. *Crit Care Med* 2011;39(6):1313-1321.
59. Zeitoun SS, de Barros ALBL, Diccini S. A prospective, randomized study of ventilator-associated pneumonia in patients using a closed vs. open suction system. *J Clin Nurs* 2003;12(4):484-489.
60. Kerem E, Yatsiv I, Goitein KJ. Effect of endotracheal suctioning on arterial blood gases in children. *Intensive Care Med* 1990;16(2):95-99.
61. Lookinland S, Appel PL. Hemodynamic and oxygen transport changes following endotracheal suctioning in trauma patients. *Nurs Res* 1991;40(3):133-139.
62. Preusser BA, Stone KS, Gonyon DS, Winningham ML, Groch KF, Karl JE. Effects of two methods of preoxygenation on mean arterial pressure, cardiac output, peak airway pressure, and postsuctioning hypoxemia. *Heart Lung* 1988;17(3):290-299.
63. de Freitas Vianna JR, Pires Di Lorenzo VA, da Silva Simões MML, Jamami M. Comparing the effects of two different levels of hyperoxygenation on gas exchange during open endotracheal suctioning: a randomized crossover study. *Respir Care* 2017;62(1):92-101.
64. Demir F, Dramali A. Requirement for 100% oxygen before and after closed suction. *J Adv Nurs* 2005;51(3):245-251.
65. Ackerman MH. The effect of saline lavage prior to suctioning. *Am J Crit Care* 1993;2(4):326-330.
66. Ackerman MH, Mick DJ. Instillation of normal saline before suctioning in patients with pulmonary infections: a prospective randomized controlled trial. *Am J Crit Care* 1998;7(4):261-266.
67. Akgul S, Akyolcu N. Effects of normal saline on endotracheal suctioning. *J Clin Nurs* 2002;11(6):826-830.
68. Gray JE, MacIntyre NR, Kronenberger WG. The effects of bolus normal-saline instillation in conjunction with endotracheal suctioning. *Respir Care* 1990;35(8):785-790.
69. Ji YR, Kim HS, Park JH. Instillation of normal saline before suctioning in patients with pneumonia. *Yonsei Med J* 2002;43(5):607-612.

70. Kinloch D. Instillation of normal saline during endotracheal suctioning: effects on mixed venous oxygen saturation. *Am J Crit Care* 1999;8(4):231-240; quiz 241-242.
71. Owen EB, Woods CR, O'Flynn JA, Boone MC, Calhoun AW, Montgomery VL. A bedside decision tree for use of saline with endotracheal tube suctioning in children. *Crit Care Nurse* 2016;36(1):e1- e10.
72. Ridling DA, Martin LD, Bratton SL. Endotracheal suctioning with or without instillation of isotonic sodium chloride solution in critically ill children. *Am J Crit Care* 2003;12(3):212-219.
73. O'Neal PV, Grap MJ, Thompson C, Dudley W. Level of dyspnoea experienced in mechanically ventilated adults with and without saline instillation prior to endotracheal suctioning. *Intensive Crit Care Nurs* 2001;17(6):356-363.
74. McKinley DF, Kinney SB, Copnell B, Shann F. Long-term effects of saline instilled during endotracheal suction in pediatric intensive care: a randomized trial. *Am J Crit Care* 2018;27(6):486-494.
75. Caruso P, Denari S, Ruiz SAL, Demarzo SE, Deheinzelin D. Saline instillation before tracheal suctioning decreases the incidence of ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 2009;37(1):32-38.
76. Morrow BM, Argent AC. A comprehensive review of pediatric endotracheal suctioning: effects, indications, and clinical practice. *Pediatr Crit Care Med* 2008;9(5):465-477.
77. Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, Bridges C, Hajjeh R; CDC; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR Recomm Rep* 2004;53(RR- 3):1-36.
78. Javadi M, Hejr H, Zolad M, Khalili A, Paymard A. Comparing the effect of endotracheal tube suction using open method with two different size catheters 12 and 14 on discharge secretion, pain, heart rate, blood pressure, and arterial oxygen saturation of patients in the intensive care unit: a randomized clinical trial. *Ann Trop Med Public Health* 2017;10(5):1312-1317.
79. Yousefi H, Vahdatnejad J, Yazdannik AR. Comparison of the effects of two levels of negative pressure in open endotracheal tube suction on the physiological indices among patients in intensive care units. *Iran J Nurs Midwifery Res* 2014;19(5):473-477.
80. Singh NC, Kissoon N, Frewen T, Tiffin N. Physiological responses to endotracheal and oral suctioning in paediatric patients: the influence of endotracheal tube sizes and suction pressures. *Clin Intensive Care* 1991;2(6):345-350.
81. Pedersen CM, Rosendahl-Nielsen M, Hjermand J, Egerod I. Endotracheal suctioning of the adult intubated patient – what is the evidence? *Intensive Crit Care Nurs* 2009;25(1):21-30.
82. Davies JD, Hess DR. Airway management. In Hess DR, MacIntyre NR, Mishoe SC, Galvin WF, *Respiratory care principles and practice*. 4th edition. Burlington, MA: Jones & Bartlett; 2021:391-442.
83. Abbasinia M, Irajpour A, Babaii A, Shamali M, Vahdatnezhad J. Comparison the effects of shallow and deep endotracheal tube suctioning on respiratory rate, arterial blood oxygen saturation and number of suctioning in patients hospitalized in the intensive care unit: a randomized controlled trial. *J Caring Sci* 2014;3(3):157-164.

84. Irajpour A, Abbasinia M, Hoseini A, Kashefi P. Effects of shallow and deep endotracheal tube suctioning on cardiovascular indices in patients in intensive care units. *Iran J Nurs Midwifery Res* 2014;19 (4):366-370.
85. Shamali M, Abbasinia M, Østergaard B, Konradsen H. Effect of minimally invasive endotracheal tube suctioning on physiological indices in adult intubated patients: an open-labelled randomised controlled trial. *Aust Crit Care* 2019;32(3):199-204.
86. Ahn Y, Hwang T. The effects of shallow versus deep endotracheal suctioning on the cytological components of respiratory aspirates in high-risk infants. *Respiration* 2003;70(2):172-178.
87. Qiao Z, Yu J, Yu K, Zhang M. The benefit of daily sputum suction via bronchoscopy in patients of chronic obstructive pulmonary disease with ventilators: a randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)* 2018;97(31):e11631.
88. Conti G, Rocco M, De Blasi RA, Lappa A, Antonelli M, Bui M, Gasparetto A. A new device to remove obstruction from endotracheal tubes during mechanical ventilation in critically ill patients. *Intensive Care Med* 1994;20(8):573-576.
89. Scott JB, Dubosky MN, Vines DL, Sulaiman AS, Jendral KR, Singh G, và cộng sự. Evaluation of endotracheal tube scraping on airway resistance. *Respir Care* 2017;62(11):1423-1427.
90. Adi NA, Tomer NT, Bergman GB, Kishinevsky EK, Wyncoll DW. Effects of prolonged mechanical ventilation with a closed suction system on endotracheal tube resistance and its reversibility by a closed suction cleaning system. *Anaesth Intensive Care* 2013;41 (6):728-735.
91. Waters C, Wiener RC, Motlagh HM. Ex vivo evaluation of secretion-clearing device in reducing airway resistance within endotracheal tubes. *Crit Care Res Pract* 2018;2018:3258396.
92. Pinciroli R, Mietto C, Piriyaatsom A, Chenelle CT, Thomas JG, Pirrone M, và cộng sự. Endotracheal tubes cleaned with a novel mechanism for secretion removal: a randomized controlled clinical study. *Respir Care* 2016;61(11):1431-1439.
93. Berra L, Coppadoro A, Bittner EA, Kolobow T, Laquerriere P, Pohlmann JR, và cộng sự. A clinical assessment of the mucus shaver: a device to keep the endotracheal tube free from secretions. *Crit Care Med* 2012;40(1):119-124.
94. Branson RD, Goma D, Rodriguez D, Jr. Management of the artificial airway. *Respir Care* 2014;59(6):974-989; discussion 989-990.
95. Ireton J. Tracheostomy suction: a protocol for practice. *Paediatr Nurs* 2007;19(10):14-18.
96. Jongerden IP, Rovers MM, Grypdonck MH, Bonten MJ. Open and closed endotracheal suction systems in mechanically ventilated intensive care patients: a meta-analysis. *Crit Care Med* 2007;35(1):260-270.
97. Oh H, Seo W. A meta-analysis of the effects of various interventions in preventing endotracheal suction-induced hypoxemia. *J Clin Nurs* 2003;12(6):912-924.

98. Day T, Farnell S, Wilson-Barnett J. Suctioning: a review of current research recommendations. *Intensive Crit Care Nurs* 2002;18 (2):79-89.
99. Stone KS. Ventilator versus manual resuscitation bag as the method for delivering hyperoxygenation before endotracheal suctioning. *AACN Clin Issues Crit Care Nurs* 1990;1(2):289-299.
100. Lorente L, Blot S, Rello J. New issues and controversies in the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2010;182(7):870-876.
101. Kerr ME, Rudy EB, Brucia J, Stone KS. Head-injured adults: recommendations for endotracheal suctioning. *J Neurosci Nurs* 1993;25 (2):86-91.
102. Liao Y, Zeng Q, Xu Y, Yang Q, Ye J, Yin X. Deep suction perform more effective than shallow suction in trachea intubation patients: a meta-analysis of randomized control trials. *Acta Medica Mediterranea* 2019;35:421-428.
103. Gillies D, Spence K. Deep versus shallow suction of endotracheal tubes in ventilated neonates and young infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2011(7):CD003309.
104. Mietto C, Foley K, Salerno L, Oleksak J, Pincioli R, Goverman J, Berra L. Removal of endotracheal tube obstruction with a secretion clearance device. *Respir Care* 2014;59(9):e122-e126.
105. Dodek P, Keenan S, Cook D, Heyland D, Jacka M, Hand L, và cộng sự; Canadian Critical Care Society. Evidence-based clinical practice guideline for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Ann Intern Med* 2004;141(4):305-313.