

Chapter 2

ĐƯỜNG TRUYỀN TĨNH MẠCH TRUNG TÂM

Là một sinh viên y khoa vào đầu những năm 1970, tôi nhớ rằng việc tiếp cận mạch máu hầu như chỉ đạt được bằng cách đưa kim có lỗ hẹp vào các tĩnh mạch nông ở cánh tay (hoặc bất cứ nơi nào chúng ta có thể tìm thấy chúng). Thực hành đưa catheter nhựa dẻo vào các tĩnh mạch lớn hơn, nằm ở trung tâm hơn vẫn còn trong giai đoạn sơ khai (ví dụ, việc đặt catheter vào tĩnh mạch cảnh trong chỉ mới được giới thiệu vài năm trước đó, vào năm 1969) (1) và quy trình này thường được thực hiện trong phòng phẫu thuật, sử dụng một vết rạch trên da để đưa catheter (một nòng) vào và kẹp để đưa catheter qua các mô dưới da.

Bây giờ hãy chuyển nhanh đến thời hiện đại và việc tiếp cận tĩnh mạch trung tâm là một phương pháp chăm sóc bệnh nhân chính trong các khoa ICU, với các catheter nhiều nòng được đưa vào qua da tại giường, sử dụng siêu âm thời gian thực để hướng dẫn quá trình đặt catheter (như đã mô tả trong Chương 1). Đặt catheter tĩnh mạch trung tâm đã trở thành một kỹ năng thiết yếu trong việc chăm sóc bệnh nhân bệnh nặng và chương này sẽ bổ sung cho kỹ năng thủ thuật (phải có được tại giường bệnh) bằng cách trình bày những cân nhắc có liên quan trong việc thiết lập đường vào tĩnh mạch trung tâm.

NHỮNG LƯU Ý TRONG PHÒNG NGỪA

Catheter tĩnh mạch trung tâm có rủi ro lớn hơn nhiều so với catheter tĩnh mạch ngoại vi (2), do đó quyết định đặt catheter tĩnh mạch trung tâm có ý nghĩa đối với sự an toàn của bệnh nhân. Tuy nhiên, có những phương án thay thế an toàn hơn cho catheter tĩnh mạch trung tâm trong một số trường hợp nhất định, như được mô tả tiếp theo.

Các chỉ định hẹp

Sau đây là các chỉ định truyền thống để đặt catheter tĩnh mạch trung tâm.

1. Khi khó tiếp cận hoặc duy trì đường vào tĩnh mạch ngoại vi.
2. Khi cần đường truyền tĩnh mạch kéo dài (tức là hơn một vài ngày).
3. Khi cần nhiều liệu pháp truyền tĩnh mạch (tận dụng khả năng nhiều nòng của catheter tĩnh mạch trung tâm).
4. Để truyền thuốc co mạch, dịch ưu trương (bao gồm cả dinh dưỡng qua đường tĩnh mạch hoàn toàn) hoặc thuốc hóa trị (ví dụ: thuốc chống ung thư).
5. Đối với bệnh nhân bị mất ổn định huyết động đe dọa tính mạng.
6. Đối với các can thiệp chuyên khoa, chẳng hạn như thăm phân máu cấp tính, tạo nhịp tạm thời qua tĩnh mạch hoặc theo dõi huyết động xâm lấn.

Hiện nay, có thể tránh được đường vào tĩnh mạch trung tâm đối với nhiều chỉ định truyền thống, nhờ sự ra đời của catheter đường giữa và catheter trung tâm được đặt ở ngoại vi (PICC). Các catheter này được mô tả trong Chương 1. Cả hai đều được đưa vào cánh tay, ngay phía trên hố khuỷu tay (xem Hình 1.3) và cả hai đều có thể được sử dụng để tiếp cận tĩnh mạch kéo dài (đặc biệt là PICC, có thể giữ nguyên trong nhiều tháng) và để truyền thuốc co mạch và dịch ưu trương (3). Các catheter này cũng có nhiều nòng, dành cho những bệnh nhân cần nhiều

liệu pháp truyền tĩnh mạch. Tiếp cận tĩnh mạch trung tâm vẫn được ưu tiên cho những bệnh nhân bị mất ổn định huyết động đe dọa tính mạng (sốc tuần hoàn) và bắt buộc đối với các can thiệp chuyên khoa như cần thăm phân máu khẩn cấp. Do đó, 4 trong số 6 chỉ định truyền thống để tiếp cận tĩnh mạch trung tâm có các giải pháp thay thế.

Catheter đường giữa và PICC có ít rủi ro hơn so với catheter tĩnh mạch trung tâm (ví dụ: không có nguy cơ tràn khí màng phổi vì catheter được đưa vào cánh tay) và chúng được bệnh nhân chấp nhận dễ dàng hơn. Do những ưu điểm này, nhu cầu về catheter tĩnh mạch trung tâm đang giảm dần (4) và catheter đường giữa đang trở thành phương pháp thay thế được ưa chuộng (5).

Các chống chỉ định

Không có chống chỉ định tuyệt đối nào đối với việc đặt catheter tĩnh mạch trung tâm, bao gồm có hoặc mức độ nghiêm trọng của rối loạn đông máu (6,7). Có khuyến cáo điều chỉnh số lượng **tiểu cầu** $<20.000 \times 10^6/L$ hoặc **INR** > 3 trước khi đặt catheter (7), nhưng không có bằng chứng nào hỗ trợ cho khuyến cáo này.

Các lượng giá Kiểm soát nhiễm khuẩn

Kiểm soát nhiễm trùng là một phần thiết yếu của việc đặt catheter mạch máu, và các biện pháp phòng ngừa được khuyến cáo cho việc tiếp cận tĩnh mạch trung tâm được trình bày trong Bảng 2.1 (8). Khi được sử dụng cùng nhau như một “gói”, các biện pháp này có hiệu quả trong việc giảm tỷ lệ nhiễm trùng máu liên quan đến catheter (9–11). Sau đây là mô tả ngắn gọn về các biện pháp phòng ngừa này.

BẢNG 2.1 Gói đặt đường truyền TM trung tâm	
Vệ sinh tay	Sử dụng dung dịch rửa tay khô có cồn hoặc xà phòng và nước trước và sau khi: a) ấn vào vị trí đặt catheter, hoặc b) đặt, thay thế hoặc thao tác với catheter.
Biện pháp phòng ngừa rào cản	Sử dụng các biện pháp phòng ngừa tối đa, bao gồm mũ, khẩu trang, găng tay vô trùng, áo choàng vô trùng và khăn phủ toàn thân vô trùng khi đặt catheter hoặc thay dây dẫn.
Sát trùng da	Chà sạch vị trí chuẩn bị đặt bằng dung dịch chlorhexidine 2% - cồn 70% trong 30 giây và để khô hoàn toàn.
Vị trí đặt	Nếu có thể, hãy tránh đặt catheter tĩnh mạch đùi .

Từ tài liệu tham khảo số 8–12

Vệ sinh tay

Vệ sinh tay đúng cách được coi là một trong những phương pháp kiểm soát nhiễm trùng **quan trọng nhất** và **bị bỏ qua nhiều nhất**. Nên dùng dung dịch rửa tay không cần nước, có cồn nếu có; nếu không, rửa tay bằng xà phòng (xà phòng thường hoặc xà phòng kháng khuẩn) và nước là chấp nhận được (8,12). Vệ sinh tay nên được thực hiện trước và sau khi sờ các vị trí đặt catheter, và trước và sau khi đeo găng tay để đặt, thay hoặc thao tác catheter.

Sát trùng da

Vị trí đặt catheter nên được khử trùng ngay trước khi đặt catheter, và chất khử trùng được ưa chuộng là chlorhexidine (thường là cồn). Sở thích này dựa trên các nghiên cứu lâm sàng cho thấy **chlorhexidine vượt trội hơn các chất khử trùng khác** trong việc hạn chế nguy cơ nhiễm trùng liên quan đến catheter (13). Hiệu quả tăng cường của chlorhexidine là do hoạt động kháng khuẩn kéo dài (≥ 6 giờ) của nó trên da, hiệu quả này sẽ được tối đa hóa nếu để khô tự nhiên trên da (14). Thời gian **khô thường là 30 giây** đối với da khô và lên đến **2 phút đối với da ẩm** (11).

Các bảo hộ

Tất cả các thủ thuật đặt catheter mạch máu, ngoại trừ những thủ thuật liên quan đến các tĩnh mạch ngoại vi nhỏ, đều phải được thực hiện bằng các biện pháp phòng ngừa rào cản bảo hộ đầy đủ, bao gồm **mũ, khẩu trang, găng tay vô trùng, áo choàng vô trùng và khăn phủ vô trùng từ đầu đến chân**. (Lưu ý: Biện pháp phòng ngừa rào cản duy nhất được khuyến cáo cho việc đặt catheter tĩnh mạch ngoại vi là sử dụng găng tay và găng tay không vô trùng cũng được chấp nhận miễn là tay đeo găng không chạm vào catheter) (8).

Chọn lựa vị trí

Đặt catheter tĩnh mạch đùi được coi là vị trí ít mong muốn nhất trong các vị trí tiếp cận tĩnh mạch trung tâm, chủ yếu là do nguy cơ huyết khối tăng lên với catheter tĩnh mạch đùi (15). Khi gói đường truyền trung tâm được đưa vào sử dụng, nguy cơ nhiễm trùng huyết liên quan đến catheter cũng cao hơn đối với catheter đùi. Tuy nhiên, các nghiên cứu trong những năm gần đây cho thấy **không có sự gia tăng nguy cơ nhiễm trùng huyết liên quan đến catheter đối với catheter đùi** (16). Điều này được cho là do sự chú ý nhiều hơn đến các biện pháp kiểm soát nhiễm trùng và niềm tin hiện tại là nguy cơ nhiễm trùng huyết liên quan đến catheter không liên quan đến vị trí đặt catheter mà liên quan đến cách duy trì vị trí đó (về các biện pháp kiểm soát nhiễm trùng) (11).

TĨNH MẠCH CẢNH TRONG

Vị trí phổ biến nhất để tiếp cận tĩnh mạch trung tâm là tĩnh mạch cảnh trong ở góc cổ. Phía bên phải được ưu tiên vì các mạch máu chạy theo đường thẳng tương đối, giúp giảm nguy cơ đặt sai vị trí đầu catheter.

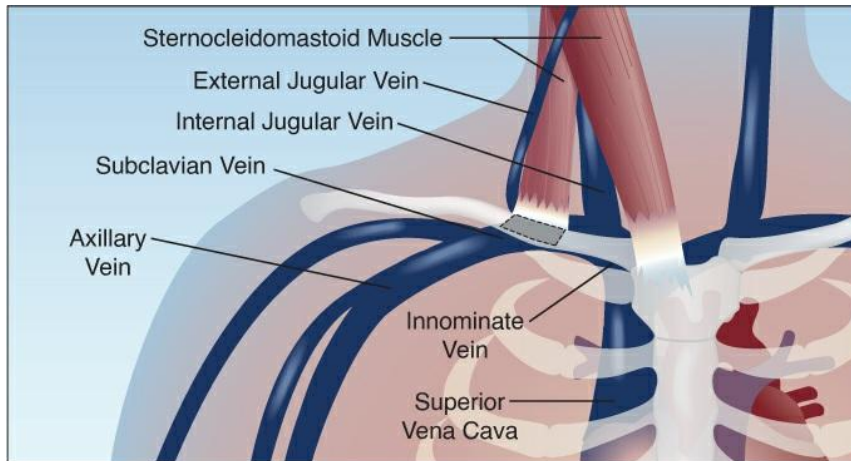
Giải phẫu

Tĩnh mạch cảnh trong (IJV) nằm dưới cơ ức đòn chũm ở cả hai bên cổ và chạy chéo xuống cổ theo đường thẳng từ vành tai đến khớp ức đòn. Ở vùng cổ dưới, tĩnh mạch thường nằm ngay trước và bên động mạch cảnh (mặc dù mối quan hệ giải phẫu có thể thay đổi) và cả hai mạch đều chạy qua tam giác tạo bởi hai đầu cơ ức đòn chũm (xem Hình 2.1). Ở nền cổ, tĩnh mạch cảnh trong và tĩnh mạch dưới đòn hợp lại tạo thành tĩnh mạch vô danh, và sự hội tụ của tĩnh mạch vô danh phải và trái tạo thành tĩnh mạch chủ trên.

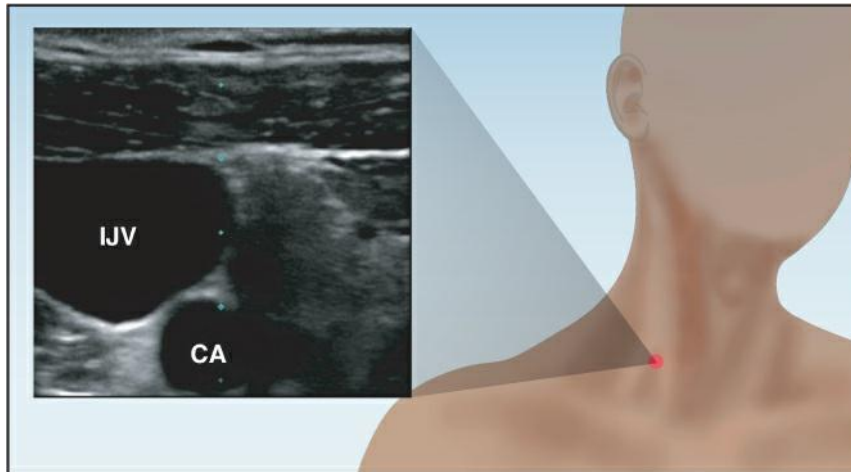
Kỹ thuật nong

Tư thế

Nghiêng cơ thể sao cho đầu nằm chúi dưới mặt phẳng ngang (**tư thế Trendelenburg**) làm giãn tĩnh mạch cảnh trong để tạo điều kiện cho việc đặt catheter và tăng áp lực tĩnh mạch để giảm nguy cơ thuyên tắc khí. Ở những người khỏe mạnh, nghiêng cơ thể với đầu **chúi xuống 15°** có liên quan đến việc **tăng 20–25% đường kính** của tĩnh mạch cảnh trong, trong khi độ nghiêng lớn hơn không có tác dụng gì thêm (17). Do đó, chỉ cần nghiêng cơ thể một cách hạn chế (15°) để đặt catheter tĩnh mạch cảnh trong. Nghiêng đầu xuống không cần thiết (và thường không được dung nạp) ở những bệnh nhân bị **sung huyết tĩnh mạch** (ví dụ như do suy tim) và **không được khuyến cáo ở những bệnh nhân bị tăng áp lực nội sọ**.



HÌNH 2.1 Mối quan hệ giải phẫu của các tĩnh mạch đi vào ngực ở góc cổ.



HÌNH 2.2 Góc nhìn trực ngắn (cắt ngang) của tĩnh mạch cảnh trong (IJV) và động mạch cảnh (CA), thu được bằng cách đặt đầu dò siêu âm ở đỉnh của tam giác được tạo thành bởi hai đầu của cơ ức đòn chũm. Chấm màu xanh là cây đánh dấu mặt bên của hình ảnh. Xem văn bản để biết thêm giải thích.

Đầu nên được xoay nhẹ theo hướng ngược lại để làm thẳng đường đi của tĩnh mạch. **Xoay đầu quá mức** (vượt **quá 40°** so với đường giữa) kéo IJV qua động mạch cảnh và sự chông chéo này làm tăng nguy cơ thủng động mạch cảnh (18). Nguy cơ này được nêu bật bằng **bằng chứng thủng thành sau ở tới 40%** các catheter IJV có hướng dẫn siêu âm (19).

Hướng dẫn bởi siêu âm

Khi sử dụng siêu âm thời gian thực để hướng dẫn đặt catheter vào tĩnh mạch cảnh trong (IJV), tỷ lệ thành công tăng lên, ít lần cố gắng đặt catheter hơn, thời gian đặt catheter ngắn hơn và nguy cơ thủng động mạch cảnh giảm (20). Do đó, hướng dẫn siêu âm là một phương pháp

thông thường để đặt catheter vào tĩnh mạch cảnh trong (IJV) (21). (Lưu ý: Kỹ thuật đặt catheter mạch máu hướng dẫn siêu âm được mô tả trong Chương 1)

Tĩnh mạch cảnh trong (IJV) rất phù hợp để siêu âm vì nó gần với da và không có cấu trúc nào can thiệp vào quá trình truyền chùm tia siêu âm. Hình ảnh trực ngắm (cắt ngang) của tĩnh mạch cảnh trong (IJV) ở bên phải cổ được trình bày trong Hình 2.2. Hình ảnh này thu được bằng cách đặt đầu dò siêu âm ở đỉnh của tam giác được tạo thành bởi đầu xương đòn và xương ức của cơ ức đòn chũm. (Đầu dò phải được định hướng sao cho nó cắt ngang cơ.) Lưu ý rằng **IJV nằm ở phía trước và bên cạnh động mạch cảnh, và có một số mạch máu chồng chéo lên nhau**. Sự chồng chéo này tạo ra nguy cơ thủng động mạch cảnh, như đã giải thích trước đó, và bắt buộc phải xác nhận vị trí đặt catheter vào lòng mạch. (Xem Hình 1.9)

Phương pháp theo mốc giải phẫu

Khi không có hình ảnh siêu âm, việc đặt catheter vào tĩnh mạch cảnh trong được hướng dẫn bằng các mốc giải phẫu bề mặt. Có **hai cách** tiếp cận sử dụng các mốc bề mặt, như được mô tả tiếp theo.

PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN TRƯỚC: Đối với phương pháp tiếp cận trước, trước tiên, bác sĩ sẽ xác định vùng tam giác ở nền cổ được tạo ra bởi sự tách biệt của hai đầu cơ ức đòn chũm (xem Hình 2.1). Tĩnh mạch cảnh trong và động mạch cảnh chạy qua tam giác này. Trước tiên, bác sĩ sẽ xác định mạch đập của động mạch cảnh trong tam giác này; sau khi xác định được động mạch bằng cách sờ nắn, bác sĩ sẽ nhẹ nhàng kéo động mạch về phía đường giữa và ra khỏi tĩnh mạch cảnh trong. Sau đó, kim thăm dò được đưa vào đỉnh của tam giác (với mặt vát hướng lên trên) và tiến kim về phía núm vú cùng bên theo **góc 45°** so với da. Nếu tĩnh mạch **không đi vào sâu 5 cm**, bác sĩ sẽ kéo kim trở lại và tiến lại theo hướng ngang hơn.

TIẾP CẬN SAU: Đối với tiếp cận sau, điểm đặt kim thăm dò cách điểm tĩnh mạch cảnh ngoài 1cm trên mép bên của cơ ức đòn chũm. Kim thăm dò được đâm vào điểm này (với góc vát ở vị trí 3 giờ) và sau đó tiến dọc theo bụng dưới của cơ theo hướng chỉ vào khía trên xương ức. Tĩnh mạch cảnh trong phải được tiếp cận cách điểm đâm kim 5 đến 6cm.

Các biến chứng

Biến chứng đáng sợ nhất của việc đặt catheter IJV là vô tình **đâm thủng động mạch cảnh**. Trong một đánh giá về sáu thử nghiệm có đối chứng ngẫu nhiên về việc đặt catheter IJV do các bác sĩ có kinh nghiệm thực hiện, tỷ lệ đâm thủng động mạch cảnh cộng lại là **9,2%** khi sử dụng các mốc giải phẫu và **1,8%** khi sử dụng hướng dẫn siêu âm (20). Nếu động mạch cảnh bị đâm thủng bởi kim thăm dò nhỏ, thường có thể tháo kim ra và đè nén vị trí đó trong ít nhất **5 phút** (gấp đôi thời gian nén đối với bệnh nhân bị rối loạn đông máu). Việc đưa catheter vào động mạch cảnh là một vấn đề lớn hơn vì **việc tháo catheter có thể gây tử vong** (22,23). **Nếu gặp phải tình trạng vô tình đâm thủng động mạch cảnh, hãy để nguyên catheter tại chỗ và tham khảo ý kiến bác sĩ phẫu thuật mạch máu** hoặc bác sĩ X quang can thiệp.

Các **biến chứng cơ học** khác (ví dụ, **tràn máu/tràn khí màng phổi**) ít phổ biến hơn và có tỷ lệ mắc chung là **2%** khi sử dụng các mốc giải phẫu và **<1%** khi có hướng dẫn siêu âm (20). Cuối cùng, nguy cơ nhiễm trùng huyết liên quan đến catheter với catheter IJV cao hơn

một chút so với nguy cơ với catheter dưới đòn (15), nhưng sự khác biệt là nhỏ (0,5% so với 1,4%, xem Bảng 2.2) và nguy cơ nhiễm trùng ở cả hai vị trí được coi là tương đương (11).

BẢNG 2.2 Rủi ro nhiễm trùng và huyết khối tại từng vị trí cụ thể

	IJV	SV	FV
Số catheter	845	843	844
Nhiễm khuẩn theo dòng máu	0,5%	1,4%	1,2%
Triệu chứng DVT	0,5%	0,9%	1,4%

Dữ liệu từ Tài liệu tham khảo 15. IJV = tĩnh mạch cảnh trong, SV = tĩnh mạch dưới đòn, FV = tĩnh mạch đùi

TĨNH MẠCH DƯỚI ĐÒN

Tĩnh mạch dưới đòn từng là vị trí được ưa chuộng để tiếp cận tĩnh mạch trung tâm, nhưng sự ra đời của hướng dẫn siêu âm đã làm giảm sự phổ biến của nó do sự can thiệp từ bên trên xương đòn.

Giải phẫu

Tĩnh mạch dưới đòn là phần tiếp theo của tĩnh mạch nách khi nó đi qua xương sườn đầu tiên (xem Hình 2.1). Nó chạy hầu hết dọc theo mặt dưới của xương đòn (kẹp giữa xương đòn và xương sườn đầu tiên), và **tại một số điểm chỉ cao hơn 5 mm so với màng phổi đỉnh của phổi**. Mặt dưới của tĩnh mạch nằm trên cơ thang trước cùng với dây thần kinh hoành, tiếp xúc với tĩnh mạch dọc theo mặt sau dưới của nó. Nằm ngay sâu so với tĩnh mạch, ở mặt dưới của cơ thang trước, là động mạch dưới đòn và đám rối cánh tay. Tại lối vào ngực, tĩnh mạch dưới đòn gặp tĩnh mạch cảnh trong để tạo thành tĩnh mạch vô danh. Tĩnh mạch dưới đòn dài 3–4 cm và đường kính là 7–12 mm khi nằm ngửa (24). Đường kính của tĩnh mạch không thay đổi theo nhịp thở (không giống như IJV), điều này được cho là do các điểm bám cân mạnh mẽ cố định tĩnh mạch vào các cấu trúc xung quanh và giữ cho tĩnh mạch mở (24). Các điểm bám này cũng có thể ngăn ngừa tĩnh mạch bị xẹp do mất thể tích.

Kỹ thuật nông

Tư thế

Độ nghiêng đầu xuống của cơ thể (**tư thế Trendelenburg** - chuỗi xuống) **15°** làm tăng đường kính của tĩnh mạch dưới đòn khoảng **10%**, không có tác dụng nào khác khi nghiêng nhiều hơn (14). Mặc dù có tác dụng tối thiểu này, nhưng sự gia tăng áp lực tĩnh mạch ở tư thế Trendelenburg (làm giảm nguy cơ thuyên tắc khí) đã chứng minh được khuyến cáo về độ nghiêng đầu xuống của cơ thể trong quá trình đặt catheter tĩnh mạch dưới đòn (25). Các thao tác phổ biến khác (nhằm đưa tĩnh mạch dưới đòn lại gần xương đòn hơn), chẳng hạn như xoay đầu hoặc đặt một chiếc khăn cuộn dưới vai, **không được khuyến cáo** vì chúng làm **giảm diện tích mặt cắt ngang** của tĩnh mạch (24,26).

Hướng dẫn dưới siêu âm

Việc sử dụng siêu âm thời gian thực giúp cải thiện tỷ lệ thành công của việc đặt catheter tĩnh mạch dưới đòn (**từ 82% lên 97%**) và giảm tỷ lệ biến chứng (**từ 30% xuống 11%**) (27).

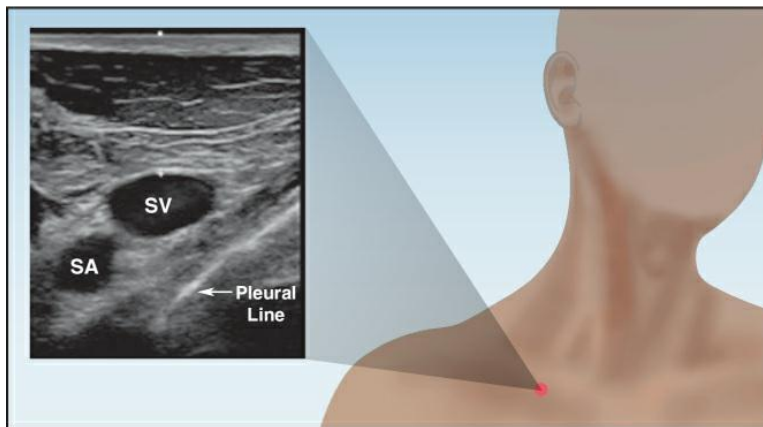
Tuy nhiên, như đã đề cập trước đó, hình ảnh siêu âm là một thách thức đối với tĩnh mạch dưới đòn do sự tương nhiễu (cản trở) từ xương đòn nằm trên. Tĩnh mạch có thể được hình dung từ phía trên hoặc phía dưới xương đòn, nhưng phương pháp **tiếp cận dưới xương đòn** là lựa chọn phổ biến.

PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN DƯỚI ĐÒN: Phương pháp tiếp cận này bắt đầu bằng cách xác định **đầu xương đòn của cơ ức đòn chũm** và **điểm bám của nó vào xương đòn**; điều này đánh dấu phần xương đòn nằm trên tĩnh mạch dưới đòn (như trình bày trong Hình 2.1). Định hướng đầu dò siêu âm sao cho nó **cắt ngang xương đòn** (với điểm đánh dấu định hướng hướng về phía đầu) và đặt đầu dò ngay bên dưới mép dưới của xương đòn trong vùng này. Điều này sẽ tạo ra chế độ xem trực ngắm như hình ảnh trong Hình 2.3, bao gồm tĩnh mạch và động mạch dưới đòn, cũng như màng phổi đỉnh. Lưu ý sự gần gũi của tĩnh mạch dưới đòn với màng phổi đỉnh, làm nổi bật nguy cơ tràn khí màng phổi trong quá trình đặt catheter.

Có thể không xác định được tĩnh mạch dưới đòn bằng cách nén do xương đòn nằm đè lên và có thể cần Doppler màu (xem Hình 1.8). Vào cuối thủ thuật đặt catheter, đường màng phổi nên được kiểm tra để tìm bằng chứng về sự trượt nhau của hai màng phổi nhằm loại trừ tràn khí màng phổi do thầy thuốc gây ra (xem phần sau).

Phương pháp dựa theo mốc giải phẫu

Để đặt catheter vào tĩnh mạch dưới đòn mà không cần siêu âm, trước tiên hãy đánh dấu vùng xương đòn nằm trên tĩnh mạch dưới đòn, như trình bày trong Hình 2.1. Tĩnh mạch có thể đi vào từ phía trên hoặc phía dưới xương đòn ở vùng này, nhưng cách tiếp cận dưới xương đòn là con đường phổ biến.



HÌNH 2.3 Hình ảnh trực ngắm dưới xương đòn của tĩnh mạch dưới đòn (SV), động mạch dưới đòn (SA) và màng phổi đỉnh, thu được bằng cách đặt đầu dò siêu âm ngay bên dưới xương đòn ở vùng mà nó nằm trên tĩnh mạch dưới đòn. Xem bài để biết thêm giải thích. Hình ảnh siêu âm từ Tài liệu tham khảo 25.

TIẾP CẬN DƯỚI XƯƠNG ĐÒN: Ở mép bên của vùng được đánh dấu, đưa kim thăm dò (với góc vát ở vị trí 12 giờ) ngay bên dưới xương đòn và tiến kim dọc theo mặt dưới xương đòn, theo hướng của khía trên xương ức. **Kim phải đi vào tĩnh mạch dưới đòn trong vòng vài cm.** Khi tĩnh mạch đã được chọc thủng, hãy **xoay góc vát đến 3 giờ** để giúp hướng dây dẫn vào tĩnh mạch chủ trên. Điều quan trọng là **phải giữ kim ở mặt dưới xương đòn** để tránh đâm thủng động mạch dưới đòn (nằm sâu trong tĩnh mạch dưới đòn) và màng phổi đỉnh.

Ở những bệnh nhân béo phì, tĩnh mạch dưới đòn có thể nằm sâu hơn và có thể cần một quỹ đạo sâu hơn cho kim thăm dò. Điều này tạo ra nguy cơ đâm thủng động mạch dưới đòn

hoặc màng phổi đỉnh. Ở những bệnh nhân béo phì bệnh lý, độ sâu của tĩnh mạch dưới đòn có thể vượt quá tầm với của kim thăm dò (26). Vì những lý do này, **tránh phương pháp đặt catheter tĩnh mạch dưới đòn ở những bệnh nhân béo phì bệnh lý nếu có thể.**

Các biến chứng

Các biến chứng cấp tính của việc đặt catheter tĩnh mạch dưới đòn (sử dụng siêu âm để đánh giá mốc giải phẫu) bao gồm **thủng động mạch dưới đòn** (1% đến 6%), **tràn khí màng phổi** (1% đến 4%), **tổn thương đám rối thần kinh cánh tay** (0% đến 3%), **tổn thương thần kinh hoành** (0% đến 2%) và **đặt catheter sai vị trí** (8% đến 9%) (27). Các biến chứng liên quan đến catheter lưu bao gồm **nhiễm trùng huyết, huyết khối và hẹp tĩnh mạch dưới đòn**. Biến chứng hẹp xuất hiện vài ngày hoặc vài tháng sau khi tháo catheter và có tỷ lệ mắc bệnh được báo cáo là **15–50%** (28). Nguy cơ hẹp là **lý do chính để tránh đặt catheter tĩnh mạch dưới đòn ở những bệnh nhân có thể cần chạy thận nhân tạo dài hạn**. Tiếp cận ở cánh tay cùng bên.

TĨNH MẠCH ĐÙI

Tĩnh mạch đùi được coi là vị trí ít mong muốn nhất để tiếp cận tĩnh mạch trung tâm, mặc dù **tiếng xấu này phần lớn là không đáng có** (xem phần sau).

Giải phẫu

Tĩnh mạch đùi là phần tiếp theo của tĩnh mạch hiển dài ở bên, và là đường dẫn chính dẫn lưu tĩnh mạch của chân. Tĩnh mạch này nằm trong tam giác đùi cùng với động mạch và dây thần kinh đùi, như trình bày trong Hình 2.4. Đường viền trên của tam giác đùi được tạo thành bởi dây chằng bẹn, chạy từ gai chậu trước trên đến khớp mu, ngay bên dưới nếp bẹn trên da. Ở mức dây chằng bẹn (nếp gấp), tĩnh mạch đùi nằm ngay giữa động mạch đùi và chỉ cách da vài cm. Tĩnh mạch dễ định vị và đặt catheter hơn khi chân được đặt ở **tư thế dạng**.

Kỹ thuật nông

Siêu âm thời gian thực được khuyến cáo cho việc đặt catheter tĩnh mạch đùi (21), mặc dù có ít bằng chứng về lợi ích của siêu âm tại vị trí này (29).

Tư thế

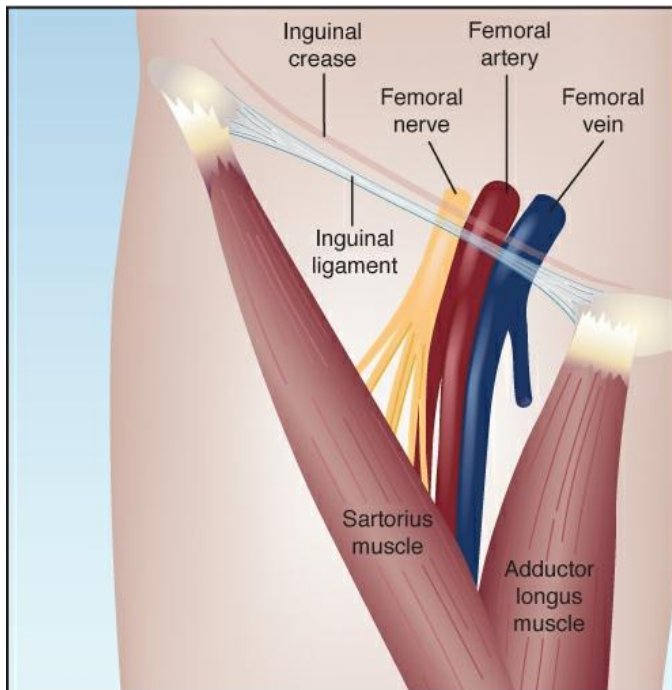
Nâng phần thân trên lên 15° so với phương ngang (**tư thế Trendelenburg “ngược”**) có thể làm **tăng diện tích mặt cắt ngang của tĩnh mạch đùi khoảng 50%** (30), do đó, nâng nhẹ phần thân trên sẽ có lợi, đặc biệt là đối với phương pháp tiếp cận mốc giải phẫu. Đặt chân ở tư thế dạng cũng được khuyến cáo để tạo điều kiện thuận lợi cho thủ thuật đặt catheter.

Hướng dẫn dưới siêu âm

Có thể hình dung động mạch và tĩnh mạch đùi bằng siêu âm bằng cách đặt đầu dò siêu âm lên mạch động mạch đùi, thường nằm ngay bên dưới và ở giữa điểm giữa của **nếp bẹn**. Hình 1.8 cho thấy chế độ xem trực ngắm (cắt ngang) của động mạch đùi và tĩnh mạch đùi ở vị trí này. Lưu ý rằng **tĩnh mạch nằm sâu hơn động mạch** một chút.

Phương pháp theo mốc giải phẫu

Để đặt catheter tĩnh mạch đùi mà không cần hình ảnh siêu âm, hãy bắt đầu bằng cách xác định mạch động mạch đùi **ngay bên dưới nếp bẹn**. Sau đó, đưa kim thăm dò (với góc vát ở vị trí 12 giờ) vào **1–2 cm về phía trong so với mạch**, và tĩnh mạch phải nằm ở **độ sâu từ 2 đến 4 cm** so với da. Nếu không sờ thấy mạch động mạch đùi, hãy vẽ một đường tưởng tượng từ mào chậu trước trên đến gờ mu và chia đường đó thành ba đoạn bằng nhau. Động mạch đùi phải nằm **ngay bên dưới điểm giao nhau giữa đoạn giữa và trong**, và tĩnh mạch đùi phải cách 1–2 cm về phía trong cho đến điểm này. Phương pháp tiếp cận này có tỷ lệ thành công được báo cáo là **>90%** (31).



HÌNH 2.4 Giải phẫu tam giác đùi

Các biến chứng

Mối quan tâm chính tại vị trí đùi là **huyết khối** và **nhiễm trùng huyết**, được coi là đủ rủi ro để ngăn cản việc đặt catheter tĩnh mạch đùi (như đã chỉ ra trong Bảng 2.1). Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu như trong Bảng 2.2 (15) không đáng ngại như những cảnh báo trước đó. Những kết quả này (từ một nghiên cứu đa trung tâm bao gồm 2.532 catheter tĩnh mạch trung tâm) cho thấy tỷ lệ biến chứng nhiễm trùng và huyết khối thấp đáng kể ở tất cả các vị trí. **Nguy cơ nhiễm trùng huyết liên quan đến catheter tại vị trí đùi thực sự thấp hơn nguy cơ tại vị trí tĩnh mạch cảnh trong** (vị trí được ưa chuộng để tiếp cận tĩnh mạch trung tâm). Vị trí đùi có nguy cơ huyết khối tĩnh mạch sâu (DVT) có triệu chứng cao nhất, nhưng nguy cơ chung là nhỏ (1,5%). Các kết quả như thế này được hỗ trợ bởi các nghiên cứu khác (32) và chúng chứng minh tính an toàn của vị trí tĩnh mạch đùi để tiếp cận tĩnh mạch trung tâm.

IMMEDIATE CONCERNS

Thuyên tắc khí tĩnh mạch

Sự xâm nhập của không khí vào tuần hoàn tĩnh mạch là một **biến chứng hiếm gặp** nhưng **có khả năng gây tử vong** của catheter tĩnh mạch trung tâm (33).

Sinh bệnh học

Các độ chênh áp suất có lợi cho sự di chuyển của không khí vào tuần hoàn tĩnh mạch được tạo ra bởi áp suất âm trong lồng ngực tạo ra trong quá trình thở tự nhiên. Một gradient áp suất chỉ **5 mm Hg qua catheter 14 gauge (đường kính bên trong = 1,8 mm) có thể cuốn không khí với tốc độ 100 mL mỗi giây** và điều này đủ để gây ra thuyên tắc khí tĩnh mạch gây tử vong (34).

Tác động của việc không khí đi vào tuần hoàn tĩnh mạch được xác định bởi thể tích không khí và tốc độ đi vào. Hậu quả có thể **gây tử vong** khi lượng không khí đi vào đạt **200–300 mL (3–5 mL/kg) trong vài giây** (34). Không khí bị cuốn vào có thể tạo ra tình trạng tắc khí ở tâm thất phải, dẫn đến **suy tim phải** cấp tính và sốc tim, trong khi không khí đến tuần hoàn phổi có thể gây phù phổi mao mạch rò rỉ (33,34). Cuối cùng, không khí có thể đi qua lỗ bầu dục thông và gây ra **đột quy do tắc mạch** cấp tính.

Ngăn ngừa

Biện pháp phòng ngừa tiêu chuẩn cho thuyên tắc khí là **ngiêng chuỗi đầu xuống** (tư thế Trendelenburg) để tăng áp lực tĩnh mạch trong quá trình đặt catheter vào tĩnh mạch cảnh trong và dưới đòn. Nâng phần thân trên (tư thế Trendelenburg ngược) không cần thiết như một biện pháp phòng ngừa trong quá trình đặt catheter tĩnh mạch đùi vì catheter tĩnh mạch đùi không đi vào ngực và do đó không tiếp xúc với áp lực âm.

Biểu hiện lâm sàng

Sự xâm nhập của không khí vào tĩnh mạch có thể không có triệu chứng lâm sàng (33). Trong các trường hợp có triệu chứng, biểu hiện sớm nhất là **khó thở đột ngột**, có thể kèm theo **ho dữ dội**. Tình trạng này có thể tiến triển **nhanch chóng thành suy hô hấp cấp tính và sốc tuần hoàn**. Trong những trường hợp tiến triển nặng nhất, sự pha trộn giữa không khí và máu trong tâm thất phải có thể tạo ra âm thanh nghe được gọi là **tiếng thổi 'bánh xe cối xay'** (35).

Thuyên tắc khí tĩnh mạch thường là **chẩn đoán lâm sàng**. **Siêu âm qua thực quản** được coi là **phương pháp nhạy nhất** để phát hiện không khí trong tim phải (có khả năng phát hiện ít tới **0,02 mL/kg**) (33), nhưng thủ thuật này thường không có sẵn. Siêu âm Doppler trước tim có thể hữu ích (không khí trong các buồng tim tạo ra âm thanh cao độ), nhưng tín hiệu Doppler có thể không đặc hiệu (33).

Quản lý điều trị

Các biện pháp sau đây được khuyến cáo để quản lý thuyên tắc khí tĩnh mạch (33,34), mặc dù hiệu quả của chúng chưa được chứng minh.

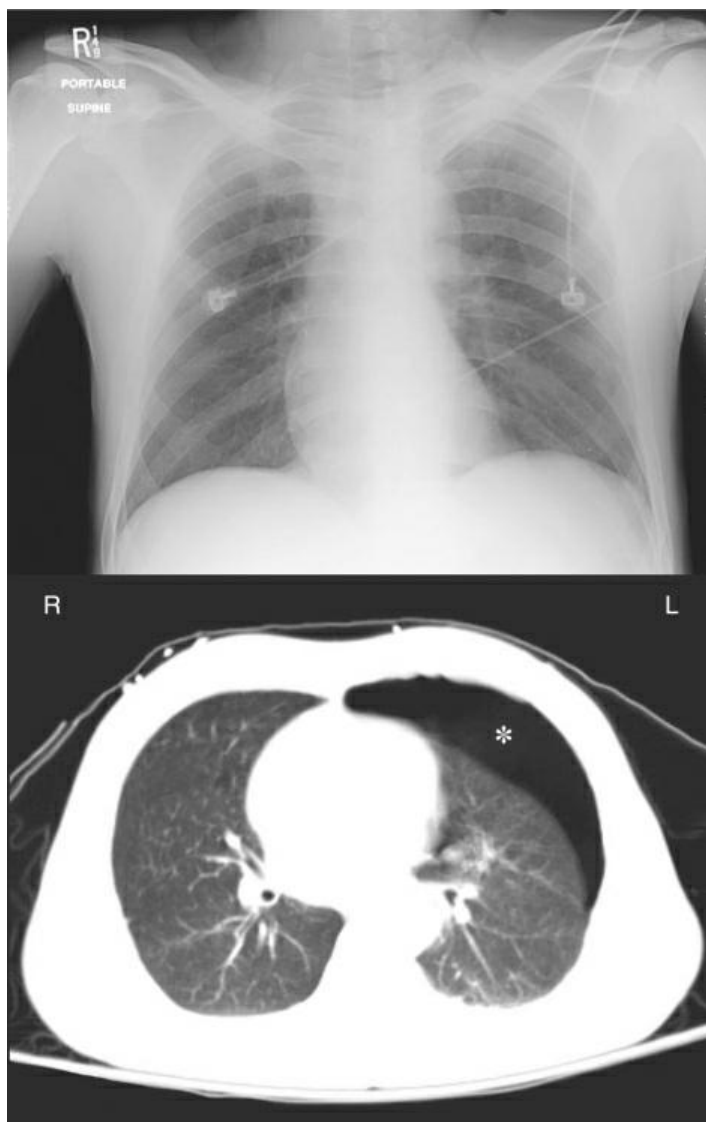
- Nếu nghi ngờ có khí đi vào qua catheter, hãy gắn một ống tiêm vào catheter và **cố gắng hút khí** ra khỏi máu.
- Đặt bệnh nhân **thở oxy 100%** (để thúc đẩy nitơ di chuyển ra khỏi các bong bóng khí trong máu và do đó làm giảm thể tích khí đi vào).

- Đặt bệnh nhân ở **tư thế nằm nghiêng bên trái** (để di chuyển túi khí đang chặn dòng chảy ra của tâm thất phải).
- Đối với những bệnh nhân bị trụy tim mạch, hãy **cân nhắc hỗ trợ màng ngoài cơ thể**.

Tràn khí màng phổi

Tràn khí màng phổi là một biến chứng đáng sợ nhưng ít gặp của đặt đường vào tĩnh mạch trung tâm và hầu hết các trường hợp đều liên quan đến việc **đặt catheter tĩnh mạch dưới đòn** (tỷ lệ mắc là **1%** khi sử dụng siêu âm và **4%** khi không sử dụng) (27). Việc phát hiện tràn khí màng phổi sau thủ thuật có thể gặp vấn đề, như được giải thích tiếp theo.

Xquang ngực di động



HÌNH 2.5 Chụp X-quang ngực di động và hình ảnh CT ngực của một nam thanh niên bị chấn thương ngực kín. Phim chụp ngực không cho thấy rõ, trong khi hình ảnh CT cho thấy tràn khí màng phổi trước (được chỉ ra bằng dấu hoa thị).

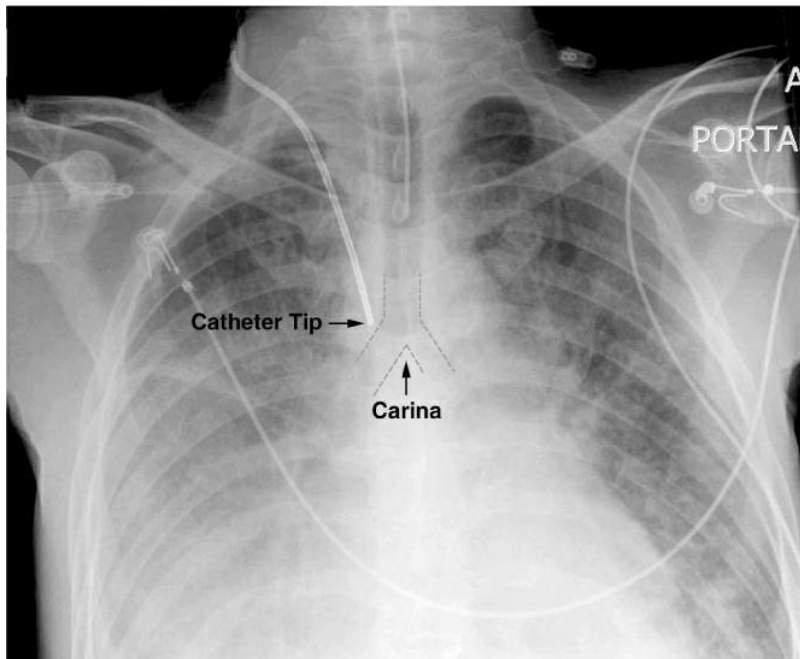
Chụp X-quang ngực di động là phương pháp tiêu chuẩn để phát hiện tràn khí màng phổi sau khi đặt catheter tĩnh mạch trung tâm, nhưng các nghiên cứu lâm sàng đã chỉ ra rằng chụp X-quang ngực di động **không phát hiện được tới 50% trường hợp tràn khí màng phổi ở những bệnh nhân nguy kịch** (36,37). Thiếu độ nhạy này là do tư thế nằm ngửa (là tư thế của

hầu hết bệnh nhân trong ICU trong quá trình chụp X-quang ngực di động), vì khí màng phổi không tập trung ở đỉnh phổi khi nằm ngửa mà thay vào đó tập trung ở vùng trước của khoang màng phổi (có thể gần với đáy phổi) (38,39). Khí màng phổi ở vị trí này sẽ ở phía trước phổi và có thể không thấy trên chụp X-quang ngực di động do các vết hằn trên phổi ở phía sau khí màng phổi. Một ví dụ về tràn khí màng phổi trước không thấy rõ trên chụp X-quang ngực nằm ngửa được trình bày ở Hình 2.5.

Siêu âm

Màng phổi có thể được hình dung trên hình ảnh siêu âm bằng cách sử dụng **đầu dò tuyến tính tần số cao** (cùng loại đầu dò được sử dụng cho siêu âm mạch máu) được đặt trên các khoảng liên sườn. Chuyển động bình thường của các bề mặt màng phổi tạo ra hiệu ứng lấp lánh trên hình ảnh màng phổi được gọi là "phổi trượt" (40). Khi đó, việc không có hiện tượng phổi trượt **gợi ý** sự hiện diện của tràn khí màng phổi. Các tình trạng khác (ví dụ như bóng nước, màng phổi dính) có thể đi kèm với việc không có hiện tượng phổi trượt, do đó dấu hiệu này không phải là dấu hiệu bệnh lý của tràn khí màng phổi.

Một số nghiên cứu lâm sàng đã chỉ ra rằng siêu âm có **độ nhạy cao** hơn chụp X-quang ngực di động trong việc phát hiện tràn khí màng phổi (36,37), bao gồm cả những trường hợp liên quan đến đặt catheter tĩnh mạch trung tâm (41). Do đó, siêu âm đã được khuyến cáo thay thế cho chụp X-quang ngực sau khi đặt catheter tĩnh mạch trung tâm.



HÌNH 2.6 Chụp X-quang ngực di động cho thấy vị trí đặt catheter tĩnh mạch trung tâm đúng chỗ. Lưu ý rằng đầu catheter nằm ở mức carina (tức là điểm chia đôi khí quản, được đánh dấu bằng các đường chấm), nằm ngay phía trên điểm nối giữa tĩnh mạch chủ trên và tâm nhĩ phải. Hình ảnh được tăng cường kỹ thuật số.

Vị trí của Catheter

Catheter được đưa vào qua tĩnh mạch cảnh trong và tĩnh mạch dưới đòn phải nằm trong tĩnh mạch chủ trên, với **đầu ống cao hơn tâm nhĩ phải 1–2 cm**. Việc đặt sai vị trí catheter được báo cáo ở **15–18%** các ca đặt catheter (41), chủ yếu là các ca liên quan đến **tĩnh mạch dưới đòn**.

Xquang ngực thẳng

Thực hành tiêu chuẩn là đánh giá vị trí đặt catheter bằng chụp X-quang ngực di động, và hình ảnh trong Hình 2.6 cho thấy một catheter được đặt đúng vị trí. Lưu ý rằng catheter đi theo đường thẳng xuống trung thất, và đầu catheter nằm **ngay phía trên carina** (tức là điểm chia đôi khí quản). Carina nằm ngay phía trên điểm nối giữa tĩnh mạch chủ trên và tâm nhĩ phải, do đó, đầu catheter ngang với carina hoặc hơi cao hơn một chút sẽ ở vị trí thích hợp. Do đó, carina là mốc hữu ích để đánh giá vị trí catheter (42).

Siêu âm

Siêu âm được khuyến cáo thay thế chụp X-quang ngực để đánh giá vị trí đặt catheter. Có hai khía cạnh của quá trình siêu âm. Đầu tiên liên quan đến catheter tĩnh mạch dưới đòn và bao gồm chụp tĩnh mạch cảnh trong ở cả hai bên để xác định vị trí đặt catheter ở phía đầu (cần phải hiệu chỉnh). Điều này có thể được thực hiện trong quá trình đặt catheter để tiết kiệm thời gian định vị lại catheter.

Khía cạnh thứ hai của quá trình siêu âm sử dụng đầu dò mảng cong trong cửa sổ dưới sườn để hình dung catheter ở tâm nhĩ phải. Nếu catheter không ở tâm nhĩ phải, thì sẽ tiến hành "**ngiên cứu bong bóng**". Quá trình này bao gồm tiêm nhanh 10 ml nước muối qua cổng xa của catheter và quan sát sự xuất hiện của các bong bóng nhỏ ở tâm nhĩ phải. Kết quả test dương tính xác nhận rằng catheter nằm trong hệ thống tĩnh mạch, trong khi sự xuất hiện của các bong bóng trong vòng 2 giây sau khi tiêm là bằng chứng cho thấy đầu catheter nằm trong tĩnh mạch chủ trên (43).

Đầu ống thông ở tâm nhĩ phải

Các catheter đã được đưa vào tâm nhĩ phải theo truyền thống được định vị lại do nguy cơ thủng tâm nhĩ phải và chèn ép tim đã được ghi nhận. Tuy nhiên, thực hành này đang bị nghi ngờ vì **biến chứng này rất hiếm gặp** (44). Trong một nghiên cứu bao gồm 2.348 bệnh nhân có đầu catheter vẫn ở trong tâm nhĩ phải, không có trường hợp nào bị thủng tim hoặc loạn nhịp tim nghiêm trọng (45). Do kết quả của các nghiên cứu như thế này, thực hành định vị lại các catheter vào tâm nhĩ phải đang bị từ bỏ.

LỜI KẾT

Các điểm sau đây liên quan đến tiếp cận tĩnh mạch trung tâm đáng được nhấn mạnh.

- Các chỉ định tiếp cận tĩnh mạch trung tâm đang thu hẹp lại, nhờ sự xuất hiện của các phương pháp thay thế an toàn hơn như **catheter đường giữa** và **catheter trung tâm được đưa vào ngoại vi (PICC)**.
- Việc sử dụng siêu âm thời gian thực cải thiện tỷ lệ thành công và giảm tỷ lệ biến chứng tại tất cả các vị trí tiếp cận tĩnh mạch trung tâm.
- Quan niệm rằng catheter tĩnh mạch đùi đặc biệt nguy hiểm không được các nghiên cứu lâm sàng ủng hộ (xem Bảng 2.2).
- Siêu âm vượt trội hơn chụp X-quang ngực di động trong việc phát hiện tràn khí màng phổi sau khi đặt catheter và là phương pháp thay thế phù hợp cho chụp X-quang ngực để đánh giá vị trí catheter.

- Các catheter được đưa vào tâm nhĩ phải không gây nguy cơ thủng tim lớn và có thể dễ nguyên tại chỗ.

Các tài liệu tham khảo

Considerations in Prevention

1. English IC, Frew RM, Pigott JF, Zaki M. Percutaneous catheterization of the internal jugular vein. *Anaesthesia* 1969; 24:521–531.
2. Mermel LA. Short-term peripheral venous catheter-related bloodstream infections: A systematic review. *Clin Infect Dis* 2017; 65:1757–1762.
3. Prasanna N, Yamane D, Haridasan N, et al. Safety and efficacy of vasopressor administration through midline catheters. *J CritCare* 2021; 61:1–4.
4. Keleekai-Brapoh N, Fernandes N, Richards A, Gilpin C. Implementing a midline catheter program in an acute care hospital. *J Infus Nurs* 2021; 44:268–271.
5. Hadaway L, Mermel LA. Midline catheters. Can they replace a central venous access device? *J Infus Nurs* 2022; 45:220–224.
6. Doerfler M, Kaufman B, Goldenberg A. Central venous catheter placement in patients with disorders of hemostasis. *Chest* 1996; 110:185–188.
7. van de Weerd E, Biemond BJ, Baake B, et al. Central venous catheter placement in coagulopathic patients: risk factors and incidence of bleeding complications. *Transfusion* 2017; 57(10):2512–2525.
8. O’Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections. *Clin Infect Dis* 2011; 52:e1–e32.
9. Selby LM, Rupp ME, Caecutt KA. Prevention of central-line associated bloodstream infections: 2021 update. *Infect Dis Clin N Am* 2021; 35:841–856.
10. Ista E, van der Hoven B, Kornelisse RF, et al. Effectiveness of insertion and maintenance bundles to prevent central-line-associated bloodstream infections in critically ill patients of all ages: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 2016; 16:724–734.
11. Gupta P, Thomas M, Patel A, et al. Bundle approach used to achieve zero central line-associated bloodstream infections in an adult coronary intensive care unit. *BMJ Open Qual* 2021; 10:e001200.
12. Tschudin-Sutter S, Pargger H, Widmer AF. Hand hygiene in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2010; 38(Suppl):S299–S305.
13. Chaiyakunapruk N, Veenstra DL, Lipsky BA, et al. Chlorhexidine compared with povidone-iodine solution for vascular catheter-site care: a meta-analysis. *Annals Intern Med* 2002; 136:792–801.
14. Larson EL. APIC Guideline for hand washings and hand antisepsis in health-care settings. *Am J Infect Control* 1995; 23:251–269.
15. Parienti J-J, Mongardon N, Megarbane B, et al; for the 3 SITES Group. Intravascular complications of central venous catheterization by insertion site. *N Engl J Med* 2015; 373:220–229.
16. Marik PE, Flemmer M, Harrison W. The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Crit Care Med* 2012; 40(8):2479–2485.

Internal Jugular Vein

17. Clenaghan S, McLaughlin RE, Martyn C, et al. Relationship between Trendelenburg tilt and internal jugular vein diameter. *Emerg Med J* 2005; 22:867–868.
18. Sulek CA, Gravenstein N, Blackshear RH, Weiss L. Head rotation during internal jugular vein cannulation and the risk of carotid artery puncture. *Anesth Analg* 1996; 82:125–128.
19. Kumar N, Binda A, Singh GP, et al. Incidence of posterior vessel wall puncture during ultrasound-guided vascular access: short axis versus long axis approach. *J Anesthesiol Clin Pharmacol* 2021; 37:342–346.
20. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, et al. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 1:CD006962.
21. Schmidt GA, Blaivas M, Conrad SA, et al. Ultrasound-guided vascular access in critical illness. *Intensive Care Med* 2019; 45:434–446.
22. Reuber M, Dunkley LA, Turton EP, et al. Stroke after internal jugular venous cannulation. *Acta Neurol Scand* 2002; 105:235–239.
23. Shah PM, Babu SC, Goyal A, et al. Arterial misplacement of large-caliber cannulas during jugular vein catheterization: Case for surgical management. *J Am Coll Surg* 2004; 198:939–944.

Subclavian Vein

24. Fortune JB, Feustel P. Effect of patient position on size and location of the subclavian vein for percutaneous puncture. *Arch Surg* 2003; 138:996–1000.
25. Millington SJ, Lalu MM, Boivin M, Koenig S. Better with ultrasound. Subclavian central venous catheter insertion. *Chest* 2019; 155:1041–1048.
26. Rodriguez CJ, Bolanowski A, Patel K, et al. Classic positioning decreases cross-sectional area of the subclavian vein. *Am J Surg* 2006; 192:135–137.
27. Lalu MM, Fayad A, Ahmed O, et al. Ultrasound-guided subclavian vein catheterization: A systematic review and metaanalysis. *Crit Care Med* 2015; 43:1498–1507.
28. Hernandez D, Diaz F, Rufino M, et al. Subclavian vascular access stenosis in dialysis patients: Natural history and risk factors. *J Am Soc Nephrol* 1998; 9:1507–1510.

Femoral Vein

29. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, et al. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev* 2015:CD011447.
30. Stome MB, Price DD, Anderson BS. Ultrasonographic investigation of the effect of reverse Trendelenburg on the cross sectional area of the femoral vein. *J Emerg Med* 2006; 30:211–213.
31. Getzen LC, Pollack EW. Short-term femoral vein catheterization. *Am J Surg* 1979; 138:875–877.
32. Parienti J-J, Thirion M, Megarbane B, et al. Femoral vs jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy. *JAMA* 2008; 299:2413–2422.

Immediate Concerns

33. Brull SJ, Prielipp RC. Vascular air embolism: A silent hazard to patient safety. *J Crit Care* 2017; 42:255–263.
34. Mirski MA, Lele AV, Fitzsimmons L, Toung TJK. Diagnosis and treatment of vascular air embolism. *Anesthesiology* 2007; 106:164–177.
35. Rubal BJ, Leon A, Meyers B, Bell CM. The ‘mill-wheel’ murmur and computed tomography of intracardiac air emboli. *J Am Assoc Lab Anim Sci* 2009; 48:300–302.

36. Ding W, Shen MM, Yang J, et al. Diagnosis of pneumothorax by radiography and ultrasonography. A meta-analysis. *Chest* 2011; 140:859–866.
37. Ron E, Alattar Z, Hoebee S, et al. Current trends in the use of ultrasound over chest x-ray to identify pneumothoraces in ICU, trauma, and ARDS patients. *J Intensive Care Med* 2022; 37:5–11.
38. Tocino IM, Miller MH, Fairfax WR. Distribution of pneumothorax in the supine and semirecumbent critically ill adult. *Am J Radiol* 1985; 144:901–905.
39. Ball CG, Kirkpatrick AW, Laupland KB, et al. Factors related to the failure of radiographic recognition of occult posttraumatic pneumothoraces. *Am J Surg* 2005; 189:541–546.
40. Fein D, Abbasi MM. Lung and pleural ultrasound technique. In: Soni NJ, Arntfield R, Kory P, eds. *Point-of-Care Ultrasound*. 2nd ed., Philadelphia: Elsevier, Inc, 2020:53–62.
41. Ablordeppey EA, Drewry AM, Beyer AB, et al. Diagnostic accuracy of central venous catheter confirmation by bedside ultrasound versus chest radiography in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 2017; 45:715–724.
42. Stonelake PA, Bodenham AR. The carina as a radiological landmark for central venous catheter tip position. *Br J Anesthesia* 2006; 96:335–340.
43. Duran-Gehring PE, Giurgis FW, McKee KC, et al. The bubble study: ultrasound confirmation of central venous catheter placement. *Am J Emerg Med* 2015; 33:315–319.
44. Pittiruti M, Lamperti M. Late cardiac tamponade on adults secondary to tip position in the right atrium: An urban legend? A systematic review of the literature. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2015; 29:491–495.
45. Torres-Millàn J, Torres-López M, Benjumea-Serna M. Location of the central venous catheter tip in the right atrium: description in 2348 critical patients. *Med Intensiva* 2010; 34:595–599.