

Bs Thạch lược dịch

Phần lược dịch nhằm mục đích giúp mọi người tiết kiệm thời gian, bài gốc tiếng Anh được để ở phía dưới của bài lược dịch.

Chúc mọi người vui vẻ và cùng nhau chia sẻ các bài báo hay.

Tiew Chong Teo 2020

VẬT DA DẠNG CÁNH QUẠT DÙNG TÁI TẠO MÔ MỀM CỔ BÀN CHÂN

Tóm tắt: Vật da kiểu cánh quạt đưa đến những thử thách lớn trong việc bóc tách an toàn, so với các vật truyền thống khác. Thiết kế độc đáo này dựa trên nguyên tắc rằng vật da cần có thể sống tốt chỉ với 1 động mạch xuyên cấp máu. Điều cần lưu ý sâu hơn nữa về nguyên lý cho vật da này là việc bóc tách sạch các mô chung quanh cuống mạch còn gia tăng thêm sự an toàn cho việc cấp máu tới vật dù được xoay cuống tới 180 độ. Kỹ thuật bóc tách rõ ràng, tỉ mỉ là rất quan trọng và cũng chính là chìa khóa để thực hiện thành công vật da dạng này và sự đa dụng trong tái tạo phần mềm quanh cổ bàn chân được bàn luận trong báo cáo này.

Hình mẫu vật da kiểu cánh quạt thể hiện sự phát triển từ các phẫu thuật viên đi trước trong việc tìm kiếm các giải pháp tại chỗ để che phủ khuyết hồng mô mềm cổ bàn chân. Họ bắt đầu có nhiều kinh nghiệm cho thấy rằng vật da cần dài có thể bóc tách được chỉ dựa vào những mạch máu nhỏ đi trong vách liên cơ của vùng chi dưới. Những mạch này, về sau được gọi là động mạch xuyên, đầu tiên để thiết kế vật da cần có cuống mạch ở phía xa. Trong những năm đầu thập niên 1990, khi tôi làm những vật kiểu cánh quạt đầu tiên, thì rất ít các báo cáo liên quan. Một trong những báo cáo đầu tiên là của Erdmann và sau đó nhiều tác giả báo cáo về chủ đề này. Tuy nhiên, ít có báo cáo nào phân tích về kỹ thuật bóc tách mạch xuyên, mà trong quan điểm của tôi, là yếu tố quan trọng nhất quyết định sự thành công hay thất bại khi dùng vật da này. Sau hơn 30 năm sử dụng vật da này, tôi có những cải tiến tốt hơn trong kỹ thuật của mình.

Định nghĩa

Vạt da kiểu cánh quạt mà tôi dùng là vạt da cân tại chỗ được cấp máu bởi chỉ một nhánh mạch xuyên được bóc tách kỹ lưỡng, nó tạo thành hình 2 cánh quạt xoay quanh trục là nhánh mạch xuyên, 2 cánh quạt có chiều dài không bằng nhau. Khi đổi vị trí của các cánh quạt, bên cánh dài hơn chứa mô lành sẽ được dùng che phủ khuyết hồng mô mềm.

Kỹ thuật mổ

Hầu hết vạt da cánh quạt tôi dùng để che phủ cho vùng cổ chân có nguồn nuôi từ ĐM chày sau và ĐM mác. Theo tôi, so với những nhánh xuyên từ ĐM chày trước thì những mạch xuyên từ ĐM chày sau, mác có vị trí ổn định hơn, dễ cô lập mạch máu có chiều dài cuống mạch thích hợp hơn. Sau nhiều năm, khi thiết kế và bóc tách vạt cánh quạt, tôi thấy rằng quan trọng là đường mổ phải linh hoạt. Có thể cho rằng, nó giống như đường mổ không có hình mẫu nào cả. Từ sự hiểu biết về vị trí các nguồn cấp máu ở cẳng chân, tôi để ý các nhánh xuyên của chúng và cách bóc tách nào để thấy được rõ nhất. Tôi dùng một vài hướng dẫn mà tôi cho rằng sẽ đảm bảo vạt thành công cao, có tính thẩm mỹ, ít tổn hại nơi cho vạt. Ở nơi nào có thể, tôi tránh việc bóc tách vạt lấn sang vùng da che xương chày, nếu không thể tránh, tôi sẽ cố gắng để sau khi quay vạt kiểu cánh quạt thì cánh nhỏ sẽ quay lại che cho vết thương lấy vạt mà tránh phải ghép da. Ở phía trong, tôi tránh việc bóc tách cả tĩnh mạch hiển lớn đem theo vạt vì như thế nó gây ứ máu tĩnh mạch trong đó mà không có chỗ để thoát lưu ra. Tôi cũng để lại thần kinh hiển để tránh làm mất cảm giác phân xa của chi dưới. Tương tự vậy, ở phía ngoài, tôi tránh lấy thần kinh sural. Dĩ nhiên, không thể nào đảm bảo hết được, nên ưu tiên hàng đầu cần đặt ra là bóc tách vạt thật an toàn.

Thiết kế vạt da

Nếu có thể, dùng siêu âm cầm tay 8-10 MHz để xác định vị trí của nhánh xuyên ở gần vết thương. Điểm này là điểm xoay, vẽ vạt da tạm thời ra. Đầu tiên, do khoảng cách từ nhánh xuyên tới bờ xa nhất của vết thương, kích thước này sau đó dùng để vẽ lên phía đầu gần của vạt, giữ trục vạt song song với trục của mạch máu chính, cộng thêm một ít để bù trừ vào việc mô co lại

sau khi bóc tách vạt, như vậy đã xác định được phía gần của vạt. Sau đó, chiều rộng của phía gần của vạt được xác định tương ứng với chiều rộng của tổn thương. Cộng thêm khoảng 0,5cm để khi khâu vạt vào nơi nhận không có bị căng. Cố gắng giữ cho nhánh xuyên ở vị trí trung tâm, để khi xoay vạt thì không bị co kéo cuống mạch xuyên lúc khâu vết thương.

Một cách nữa là dùng tờ giấy để xác định cánh quạt phía xa của vạt bằng cách đo từ vị trí nhánh xuyên tới bờ xa nhất của vết thương, chiều rộng của tờ giấy bằng với chiều rộng vết thương, sau đó quay vòng dựa vào trục là nhánh xuyên thì sẽ vẽ được đầu gần của vạt da lên phía trên của cẳng chân, trục của nó thẳng hàng với trục của ĐM chày sau hoặc ĐM mác và bao gồm cả các nhánh xuyên khác trong chu vi của vạt. Một điều luôn cần phải nhớ là thiết kế vạt da lớn hơn một chút so với mẫu giấy dùng để ướm. Tôi nhận thấy rằng dùng cách này thì hiệu quả hơn cho những vết thương có hình dạng phức tạp hoặc ở những vị trí khó như mặt trước cổ chân hay vùng gân gót.

Bóc tách vạt

Dùng garô đùi, nâng cao chân để đuổi máu và ép máu ĐM khoeo rồi mới bơm, đường rạch da đặt ở 1 bờ của vạt, và bắt đầu từ mép vết thương. Bằng cách này, nếu không có máy siêu âm cầm tay thì cách làm vẫn tương tự, nhớ là đường rạch da cũng theo trục của mạch máu. Tôi thường đi ở bờ phía sau hơn, bóc tách tới dưới lớp cân sâu, sẽ thấy được nhiều cuống mạch xuyên hữu dụng. Cuống mạch xuyên tốt nhất sẽ được quyết định lựa chọn dựa vào kích thước, vị trí của nó. Nếu được, nhánh mạch xuyên lớn nhất được chọn dựa vào tín hiệu dòng chảy mạnh trên máy siêu âm cầm tay trong mổ. Nếu cần, dùng kẹp mạch máu để thử nguồn máu nuôi nhằm lựa chọn một trong hai nhánh mạch xuyên có kích cỡ tương đương. Tốt nhất là không chọn nhánh mạch xuyên ở ngay kế bên vết thương, đặc biệt khi vết thương mãn tính, sẹo, mô hạt hoặc phù nề vì sẽ làm việc bóc tách khó khăn hơn, dễ gây tổn thương cho mạch máu nuôi vạt. Ngược lại cũng không chọn mạch xuyên ở quá xa vết thương vì như thế sẽ làm vạt quá dài mà không cần thiết.

Khi đã chọn được nhánh xuyên phù hợp nhất, kiểm tra lại thiết kế vạt da, nếu cần thì điều chỉnh cho phù hợp. Nếu vị trí cuống mạch khác với nơi đã đánh dấu trước mổ thì thiết kế vạt cần dựa vào thực tiễn vị trí mạch máu nuôi. Vì chỉ rạch da ở một bờ, bạn có thể tránh việc phá vỡ các

liên kết giữa vật và nơi cho vật, cũng như thoải mái điều chỉnh kích thước nếu cần. Thực tế, một điều cần chắc chắn rằng đầu gần của vật, sau khi xoay thì che phủ hết được vết thương mà không gây căng kéo gì ở cuống mạch.

Tiếp theo, phẫu thuật viên cần thao tác tỉ mỉ để có được chiều dài cuống mạch phù hợp bằng cách tách các vách cơ và cô lập các nhánh nhỏ ra cơ chung quanh. Cuống mạch dài thì ít bị xoắn hơn khi xoay vật và vì thế, ít bị tắc dòng máu nuôi khi vật được xoay tới 180 độ. Dĩ nhiên, chiều dài cuống mạch được tính từ điểm nó xuất phát khỏi động mạch nguồn và nơi nó xuyên cân sâu vào nuôi vật da. Nếu được, tôi thường lấy cuống mạch dài ít nhất 2cm. Một điều quan trọng nữa là những mô thanh mạc chung quanh mạch máu (nhìn thấy được dưới kính lúp) có thể sẽ gây chèn ép lên mạch xuyên khi xoay vật, nên phải bóc tách chúng đi thật kỹ lưỡng. Chú ý đặc biệt vào việc bóc mô thanh mạc này quanh các tĩnh mạch tùy hành vì máu tĩnh mạch áp suất thấp dễ bị chèn ép bởi yếu tố bên ngoài và gây tắc khi xoay vật. Việc bóc tách này là bước quan trọng nhất và phải làm thận trọng và triệt để mà không ảnh hưởng tới mạch máu. Đốt điện lưỡng cực nên được dùng với nhiệt lượng thấp. Tôi tránh việc cầm máu bằng clip mạch máu, một lần nữa, lý do là để tránh việc tạo thêm các chèn ép bên ngoài lên cuống mạch xuyên. Bỏ thời gian vào khâu này tốt sẽ làm hạn chế tối thiểu nguy cơ ứ máu tĩnh mạch sau mổ. Sau khi đã cô lập được cuống mạch xuyên, thì bóc tách toàn bộ vật dễ dàng. Cần phải giữ lại tĩnh mạch nông và các nhánh xuyên ở phía đầu gần vật da, trong trường hợp phải cần dùng để nối vi phẫu vào nơi nhận khi cần thiết để cứu vật. Sau khi bóc xong vật thì xả garô và chờ 10 tới 15 phút để hồi phục tuần hoàn vật da và giãn mạch xuyên, chuẩn bị cho việc xoay vật. Các thuốc giãn mạch tại chỗ như papaverin hay verapamil, có thể nhỏ lên cuống mạch xuyên.

Xoay vật và khâu vào nơi nhận vật

Trong hầu hết các trường hợp, vật cánh quạt cần xoay 180 độ quanh cuống mạch để che phủ hết vết thương ở cổ chân hay gót chân. Tư thế này tạo ra sự xoắn tối đa ở cuống mạch xuyên, gây áp lực lên dòng máu động mạch tới vật cũng như máu tĩnh mạch ra khỏi vật. Cần luôn phải xác định rõ ràng bằng việc quan sát gần những tác động lẫn nhau giữa cuống mạch xuyên đã được bóc tách kỹ, hướng thuận chiều hay ngược chiều kim đồng hồ, ảnh hưởng tới dòng máu đi qua

cuồng mạch xuyên. Phẫu thuật viên thực hiện vạt cánh quạt phải xử lý thật phù hợp, chứ không phải là xoay một cách ngẫu nhiên. Gần đây, sử dụng siêu âm trong mổ, tác giả Song cho thấy hướng xoay vạt cũng ảnh hưởng tới lượng máu nuôi đi trong mạch xuyên cho vạt da. Lựa chọn cuối cùng được dựa trên sự đánh giá kỹ lưỡng hướng xoay nào thì ít ảnh hưởng tới sự xoắn của tĩnh mạch đi kèm nhất. Nơi nào có thể, thì nên dùng siêu âm trong mổ.

Cũng cần phải dự đoán cẩn thận để ngăn chặn các vấn đề ở hậu phẫu như sưng nề cơ sẽ gây chèn ép từ bên ngoài lên cuồng mạch xuyên. Nếu có bất kỳ nguy cơ nào về việc này, tôi sẽ cắt bỏ một phần cơ quanh cuồng mạch xuyên, việc cầm máu cũng thực hiện tỉ mỉ. Đánh giá cuối cùng là về sự căng của cuồng mạch xuyên khi xoay vạt trước khi vạt được khâu vào nơi nhận. Nếu có dùng dẫn lưu thì đặt ở vị trí xa cuồng mạch xuyên. Bước cuối cùng là ghép da lên vùng cho vạt, đừng khâu quá chặt.

Chỉ định

Sự đa dụng đối với những vết thương phức tạp

Khuyết hồng ở quanh cổ chân và gót chân thường có hình dạng phức tạp, nhiều cấu trúc liên quan và thường có kèm lộ dụng cụ kết hợp xương hay lộ xương. Nếu che phủ mô mềm thất bại chắc hẳn sẽ dẫn tới nhiễm trùng bao gồm viêm xương tủy và nhiễm trùng khớp, có thể dẫn tới phải đoạn chi. Cần được cắt lọc kỹ bởi phẫu thuật viên có kinh nghiệm, không chỉ là đối với mô mềm mà cả với xương, là bước quan trọng nhất trước khi cân nhắc giải pháp che phủ khuyết hồng. Hơn nữa, với việc làm sạch vết thương, có thể thấy các khuyết hồng hay lỗ trống cần phải được làm đầy. Những vết thương ở mắt cá trong và xương gót, trước cổ chân và quanh gân gót đều có thể che phủ tới bằng vạt cánh quạt của nhánh xuyên động mạch chày sau. Vùng mắt cá ngoài và vùng không chịu lực sau gót thì vạt nhánh xuyên động mạch mác có ưu thế hơn. Ở vùng này, thường có lộ dụng cụ sau khi kết hợp xương gót. Với những khuyết xương lõm sâu vào cần phải được làm đầy, có một vài lựa chọn. Làm vạt cánh quạt, cánh đầu gần làm dài hơn một chút, bào lớp da ở phía xa của cánh quạt đi rồi cuộn lớp mô lại, khi xoay vạt 180 độ thì nhét vào chỗ khuyết xương. Cách khác là lấy một chút cơ theo vạt cánh quạt để nhét vào lỗ hồng xương. Nếu thấy có nhánh mạch máu cơ da thì việc lấy chút cơ theo vạt hoàn toàn thuận lợi, mặt khác, giữ sự

gắn kết lớp thanh mạc giữa cân sâu và phần cơ cũng đủ để nuôi phần cơ lấy theo vật. Đánh giá sự sống của phần cơ mang theo bởi việc nhìn ở đầu xa thấy máu rỉ ra

Những giới hạn ở chung quanh bàn chân

Tôi tránh sử dụng vật cánh quạt để che phủ vết thương ở những vùng chịu lực của bàn chân, bao gồm đế gót. Vật da gan chân trong thích hợp để che phủ nơi này hơn vì nó là vật có cảm giác, không có lông, mật độ da dính chắc và đạt được hiệu ứng tương đồng về cấu trúc với vùng nhận vật. Ngược lại, rất khó khăn để thiết kế vật cánh quạt từ cẳng chân đem xuống che phủ vùng đế gót, mà nếu có được thì cũng là vật không có cảm giác, không tối ưu cho vùng chịu lực. Tương tự, những tổn thương nhỏ ở lòng bàn chân trước có thể dùng vật dầy V-Y, dựa trên những nhánh mạch xuyên rất nhỏ. Với những tổn thương phức tạp ở mặt lưng bàn chân, ngón cái và kẽ ngón, có thể thiết kế vật nhánh xuyên kiểu cánh quạt dựa trên động mạch mặt lòng bàn ngón chân. Nó giống như những vật cuống ở xa dựa trên nhánh xuyên của động mạch liên kẽ ngón mặt lưng ở mặt lưng bàn tay dùng che phủ mắt mô mềm ngón tay và kẽ ngón.

Những kinh nghiệm trong sử dụng vật nhánh xuyên kiểu cánh quạt

Hình mẫu và thiết kế vật cánh quạt có tính đơn giản và thanh lịch. Khi dùng để che phủ mắt mô mềm quanh cổ chân và vùng gót, nó chắc chắn có thể cung cấp khả năng che phủ lâu dài cho những vị trí khó, với cuộc phẫu thuật nhanh chóng, ít tổn nguồn lực hơn khi so với làm vật tự do. Bởi vì sự đơn giản, lõi cuộn của nó, trong những năm gần đây có rất nhiều báo cáo liên quan, dấu vậy chỉ số ít là không thấy có biến chứng. Nó thực sự đáng tin để sử dụng che phủ mắt mô mềm hay cần làm vật tự do để che phủ sẽ tốt hơn? Tôi thực sự nghĩ rằng có nhiều phẫu thuật viên đã thử dùng nó và sau đó không dùng nữa. Trong khi một số vẫn tiếp tục dùng và thấy sự hữu dụng của nó. Một số nghiên cứu phân tích gộp, đa trung tâm cho thấy tỉ lệ hoại tử hoàn toàn vật là dưới 10% nhưng tỉ lệ hoại tử một phần và ứ máu tĩnh mạch lên tới 35%. Những nghiên cứu tập trung ở các bệnh nhân đái tháo đường cần tái tạo mô mềm cho thấy rằng có sự gia tăng thời gian cần thiết để lành thương hơn, nhưng nhìn chung là kết quả che phủ được đảm bảo khi dùng vật kiểu cánh quạt. Ở những vết thương bàn chân bị loét của bệnh nhân đái đường, tổn thương vi thể và đại thể mạch máu làm suy giảm sự cung cấp oxy cho mô, điều này đưa tới những thử thách khi dùng bất cứ vật da nào với kỳ vọng được cấp máu đầy đủ, cô lập chỉ một mạch máu xuyên và cần

xoắn cuống mạch để làm vạt kiểu cánh quạt. Vì thế nên không có gì ngạc nhiên với tỉ lệ cao các vấn đề liên quan cấp máu cho vạt ở những bệnh nhân đái tháo đường. Trong các bài tổng quan của họ về số lượng lớn bệnh nhân được che phủ bởi vạt da kiểu cánh quạt, tác giả Innocenti không thấy có bất kỳ yếu tố nguy cơ nào dẫn tới biến chứng cả. Tuy nhiên, một nghiên cứu gần đây cho thấy sự liên quan cao của các vấn đề đối với vạt kiểu nhánh xuyên và các bệnh kèm theo khi tái tạo phần mềm ở chi dưới. Có thể thấy rõ là hút thuốc lá, tiểu đường, bệnh mạch máu ngoại biên là các vấn đề chủ yếu ảnh hưởng tới sự lành vạt da

Kinh nghiệm trong việc dùng vạt nhánh xuyên: Làm sao để tránh ứ máu tĩnh mạch

Chìa khóa của làm vạt nhánh xuyên kiểu cánh quạt thành công là cách quản lý cuống mạch cho tốt. Thực sự rất quan trọng là không được làm tổn thương cuống mạch xuyên mỏng manh bởi kỹ thuật bóc tách kém tinh tế, chiến lược giữ ít mô chung quanh để bảo vệ cuống mạch xuyên khi xoay vạt chỉ làm cản trở nó và tổn hại khi vạt được xoay quanh trục, giới hạn tính hữu dụng của nó. Tương tự vậy, thì việc rắng giữ thêm 1 cuống mạch xuyên nữa để gia tăng khả năng tưới máu cho vạt cũng không mang lại kết quả như ý muốn, nó không thành vấn đề nếu vạt chỉ xoay 60-90 độ để che vết thương. Không may là, khi xoay nhiều hơn thế thì các cuống mạch xuyên sẽ xoắn vào nhau làm giảm máu tới nuôi vạt. Hơn nữa, khoảng cách giữa 2 mạch xuyên càng xa thì nó càng cản trở việc xoay vạt nhiều. Nên cần phải làm rõ rằng để xoay vạt nhánh xuyên kiểu cánh quạt thì chỉ dùng duy nhất một cuống mạch xuyên thôi. Một chiến lược nữa để duy trì máu nuôi tới ưu tới cho vạt là bóc tách cuống mạch để đạt được chiều dài tốt nhất. Điều này bởi vì với cuống mạch dài thì sẽ cung cấp khả năng xoay, vặn xoắn động tĩnh mạch trong cuống nhẹ nhàng hơn, giảm thiểu việc ảnh hưởng máu tới ở động mạch và máu rời khỏi vạt qua tĩnh mạch. Đối với động mạch chày sau, việc bóc tách là từ nguồn xuất phát nhánh mạch xuyên cho tới điểm xuyên cân sâu vào nuôi vạt. Ở gần cổ chân thì ĐM chày sau nằm ở nông nên nhánh xuyên của nó sẽ ngắn vì vậy sẽ tốt hơn nếu chọn nhánh mạch xuyên ở phía gần của cẳng chân, dù nó sẽ ở xa vết thương hơn nên cần thiết kê vạt da dài hơn. Còn đối với vạt da dựa trên nhánh xuyên ĐM mác, việc bóc tách nhánh xuyên để đạt chiều dài 2cm thường dễ dàng đạt được mà không cần phải bóc sâu tới mạch nguồn.

Mẫu hình vạt cánh quạt thể hiện sự tiến bộ trong bóc tách vạt, trong đó những gì cần thiết là kỹ thuật bóc tách để tránh bị chèn ép khi xoắn cuống mạch xuyên mỏng manh, bằng trực quan để tránh việc mất tuần hoàn cho vạt da. Quả thực, rất vui vì cũng không có kiểu biến chứng nào khác liên quan đến động mạch và tĩnh mạch của cuống mạch xuyên được báo cáo nữa, dù vạt xoay kiểu cánh quạt với cuống xoay 180 độ. Tuy nhiên, những nghiên cứu thực nghiệm trên chuột cho thấy vạt vẫn sống khi cuống mạch xoay 360 độ. Những nghiên cứu khác cho thấy cuống mạch dài hơn thì có giảm nhẹ dòng máu nuôi, và vẫn đủ để cấp máu cho vạt da, nên việc bóc tách chiều dài cuống mạch cũng thật phù hợp. Có những tranh luận giữa các phẫu thuật viên, một nhóm thì có quan điểm giữ lại các mô mềm chung quanh cuống mạch xuyên để bảo vệ cuống mạch và ngược lại, một nhóm bóc tách kỹ lưỡng cuống mạch xuyên, vốn sẽ gia tăng nguy cơ xâm phạm mạch máu mỏng manh. Như tôi đã bàn luận từ trước, việc bóc tách tỉ mỉ sạch sẽ các sợi thanh mạc quanh cuống mạch xuyên, nhất là để giảm áp lực đối với áp lực máu thấp của tĩnh mạch, là một phần cốt yếu khi làm kỹ thuật này. Hơn nữa, chỉ với mạch được bóc tách kỹ lưỡng, chúng ta sẽ đánh giá được vị trí nằm của tĩnh mạch khi xoay cuống 180 độ. Điều này, cũng giúp chúng ta lựa chọn hướng xoay bên nào sẽ tối ưu hơn. Khi báo cáo các kết quả nghiên cứu, rất ít phẫu thuật viên đề cập tới vấn đề xử lý cuống mạch xuyên. Trong nghiên cứu của mình, Dong nhấn mạnh việc bóc tách kỹ lưỡng nhánh mạch xuyên và điều này phản ánh ở kết quả rất ấn tượng trong báo cáo của họ, vì không có trường hợp nào bị hoại tử một phần hay toàn phần.

Nếu việc ứ máu tĩnh mạch nặng, có một lựa chọn để xử lý là phẫu thuật để nối tĩnh mạch nông ở vạt da vào tĩnh mạch lân cận ở vết thương để tăng cường dẫn lưu máu ra khỏi vạt, nhưng trong kinh nghiệm của mình tôi thấy việc này không cần thiết làm một cách thường quy. Ngoài ra, có thể nối một cuống mạch xuyên đã bị cô lập ở vạt vào mạch máu ở quanh vết thương nhằm gia tăng được lượng máu tới cũng như máu ra khỏi vạt, nếu thấy cần thiết.

Kích thước vạt, chiều dài và hoại tử ở mép vạt.

Khi bóc tách vạt tới mức giới hạn của vùng được cấp máu hiệu quả bởi nhánh mạch xuyên, mép vạt thường bị tổn thương và như vậy ảnh hưởng tới hiệu quả che phủ của phương pháp. Chúng ta có thể làm được gì ở tình huống này và làm sao để tiên lượng được? Với dấu hiệu sớm

của việc thiếu máu nuôi ở mép vạt thì nên khâu nối vi phẫu nhánh mạch xuyên đã được cô lập vào mạch máu vùng quanh vết thương để tăng cường tưới máu. Độ nghiêm trọng của hoại tử mép được xác định dựa vào kích thước mảng hoại tử và độ sâu của nơi hoại tử. Nếu chỉ hoại tử một phần da ở lớp ngoài thì lớp mỡ và cân vẫn còn sống và ghép da sẽ giải quyết được vấn đề. Với hoại tử kích thước nhỏ và sâu tới lớp cân sâu thì cần phải bóc nâng vạt lên, khi vạt đã xếp xuống thì cắt lọc, trượt vạt che hết vết thương. Với hoại tử phần lớn diện tích vạt thì cần phải làm vạt tự do để khắc phục, trong trường hợp này, mạch máu chưa bị tổn thương ở bên dưới vạt sẽ hữu dụng.

Vạt nhánh xuyên kiểu cánh quạt rất ấn tượng không chỉ vì có cung xoay lớn mà còn ở kích thước và chiều dài của vạt có thể bóc tách. Sau nhiều năm, với những trải nghiệm và sự tìm hiểu về việc thúc đẩy giới hạn chịu đựng của vạt da này đã thúc đẩy việc làm vạt rộng hơn, dài hơn. Đã có báo cáo về vạt cánh quạt được lấy kích thước lớn tới 21cm x10 cm dựa trên một cuống xuyên lớn 1mm của động mạch liên sườn để che phủ vết thương sau bóc khối ung thư ở vùng lưng. Ở chi dưới, rõ ràng vạt có kích thước lớn cũng có thể bóc tách để che phủ an toàn cho vết thương quanh cổ chân.

Vẫn còn rất nhiều câu hỏi chưa thể trả lời, gồm sự liên quan giữa kích thước nhánh mạch xuyên với thể tích khối mô lớn nhất có thể lấy mà vẫn an toàn ra sao. Bằng trực giác, các phẫu thuật viên luôn sẽ chọn nhánh mạch xuyên lớn nhất để có lượng máu nuôi vạt tối ưu nhất. Theo lý lẽ đó, thì các nhánh bên tỏa ra từ động mạch xuyên phải được cô lập hết để toàn bộ nguồn máu đều đi vào vạt da. Điều này còn làm gia tăng chiều dài cuống mạch và tránh việc bị chèn ép khi vạt xoay quanh cuống.

Kích thước tối đa của vạt da có thể lấy được dựa trên một nhánh xuyên là câu hỏi thú vị khác mà vẫn chưa có câu trả lời thỏa đáng, điều mà các phẫu thuật viên rất muốn biết là: Có thể che phủ được bao xa ở vùng cổ bàn chân? Hình mẫu về cấp máu cho các vùng của Taylor và Palmer, dựa trên nghiên cứu giải phẫu xác và ứng dụng lâm sàng chỉ ra rằng một nguồn mạch máu cung cấp cho một khối mô phức hợp chứ không phải chỉ riêng cho da. Thật không an toàn khi suy luận rằng những kết quả này cho phép dự đoán vùng cấp máu an toàn của nhánh xuyên cho da trong thực tiễn lâm sàng. Saint-Cyr đề xuất cụm từ vùng được cấp máu bởi nhánh xuyên cho các vùng da nhất định được nhánh xuyên nuôi dưỡng. Dựa vào nghiên cứu lâm sàng, họ cho rằng khi cột

các nhánh bên của nhánh xuyên thì sẽ tạo ra sự giãn mạch và tăng tưới máu cho vật da, cho phép cấp máu tới vùng xa hơn quy ước được nuôi bởi nhánh xuyên đó và vì thế có thể lấy vật dài hơn. Nghiên cứu lâm sàng của Cormark và Lamberty để tìm sự liên quan giữa kích thước mạch máu với giải phẫu, huyết động học và vùng cấp máu vật có thể cho thấy những sự liên quan trong lâm sàng. Gần đây, Taylor kiến nghị rằng hình mẫu vùng được cấp máu nguyên mẫu áp dụng cho vật nhánh xuyên, khẳng định rằng sự tin cậy của vùng cấp máu trên lâm sàng từ nhánh mạch xuyên nuôi da là vùng giải phẫu được cấp máu bởi chỉ một nhánh xuyên nuôi nó và vùng da lân cận được nuôi bởi nhánh xuyên kế tiếp. Vượt quá giới hạn của vùng cấp máu thì vật sẽ hoại tử trừ khi các nhánh thông nối giữa hai vùng cấp máu được kích thích mở rộng bằng phương pháp bóc vật trì hoãn hoặc đã có những thông nối của mạng mạch xuyên trước đó thì có thể lấy vật với kích thước lớn hơn. Tuy nhiên, cần nhấn mạnh rằng việc lấy vật lớn hơn giới hạn của một vùng cấp máu bởi một nhánh mạch xuyên chỉ có thể thực hiện dựa vào sự thông nối của tối đa hai hệ thống mạch xuyên kế cận nên vì thế vật vật với sự giới hạn về chiều dài có thể bóc tách được bằng cách này. Từ 40 năm trước, Pontén và các tác giả khác đã đề nghị rằng vật da cân rất dài có thể bóc tách để che phủ ở chi dưới. Donski và Fogdestam nhấn mạnh tầm quan trọng của việc duy trì trực vật da cân theo trục của mạch nguồn, như là ĐM mạc để lấy được hết các nhánh xuyên đi vào nuôi vật. Những thông nối trên lớp cân sâu giữa những nhánh xuyên tạo ra hệ thống cấp máu dồi dào, vì thế cho phép bóc vật với kích thước dài hơn. Những năm về sau, giả thuyết của họ đã được hỗ trợ bởi nghiên cứu mô tả trên lâm sàng của Saint-Cyr

Từ những quan sát về các vật cánh quạt mà tôi đã làm, tất cả đều không sử dụng phương án bóc vật trì hoãn, rõ ràng là đường kính nhánh xuyên có vai trò quan trọng và đường kính 1mm là cho sự tưới máu hiệu quả cho vùng da được cấp máu bởi nó cũng như vùng mô xa hơn dựa trên thông nối của hệ thống hai nhánh xuyên lân cận nhau như đề xuất của Taylor. Vật cánh quạt lớn nhất từng làm là 31 x5cm, cho tỉ lệ khoảng 6:1. Với thiết kế kiểu cánh quạt, nhánh xuyên được đặt ở trung tâm. Dù thế thì khoảng cách giữa nhánh xuyên và nơi xa nhất của vật thường bao bọc vùng cấp máu bởi ít nhất 3 nhánh xuyên liên tiếp nhau. Thế nên cũng hợp lý khi kết luận rằng đường kính nhánh mạch xuyên, áp suất tưới máu, trực mạch máu trong vật là những yếu tố có

tính quyết định tới chiều dài vạt cánh quạt tối đa có thể bóc tách an toàn. Tuy nhiên, tới nay, chưa có thử nghiệm nào có thể chứng minh những thông số lâm sàng này.

Tính thẩm mỹ

Tính thẩm mỹ là phần thiết yếu trong phẫu thuật tạo hình và việc dùng vạt kiểu cánh quạt để che phủ mắt mô mềm chi dưới mang lại tính thẩm mỹ rất tốt vì cung cấp đặc tính tương đồng về cấu trúc mô của vạt với vùng nhận, so với các vạt da vùng và vạt tự do, nó không bị thể tích vạt lớn và vừa vặn khi đi giày dép hơn. Khi xoay vạt thì tạo ra khuyết hồng ở nơi cho vạt là cẳng chân, đây là nơi có mật độ da lỏng lẻo, đôi khi có thể khâu kín được vết thương nơi cho vạt dễ dàng, hơn nữa vì quay kiểu cánh quạt nên chính vạt da cũng quay lại che lấp vết thương thứ phát do bóc vạt khiến việc khâu lại càng thuận lợi. Tuy nhiên, sự an toàn của vạt là hàng đầu nên cũng không nên khâu kín ở nơi cho vạt bằng mọi giá, khi thấy khâu chặt thì nên chọn giải pháp ghép da ở nơi cho vạt. Ghép da lưới cũng đem lại hiệu quả thẩm mỹ tốt ở nơi cho vạt. Nếu sau này muốn cải thiện hơn nữa thì có thể dùng giải pháp dẫn da rồi cắt bỏ chỗ ghép da khâu kín lại sẽ còn đẹp hơn.

Kết luận

Vạt nhánh xuyên kiểu cánh quạt có thể được dùng để che phủ vết thương phức tạp ở vùng cổ bàn chân. Những ưu điểm bao gồm việc sử dụng vùng vạt khỏe mạnh không có thể tích lớn tại chỗ để chuyển tới che cho vết thương để mang lại chức năng tốt mà tính thẩm mỹ cao. Mạch máu chính của chi dưới được bảo tồn. Phẫu thuật chỉ cần một phẫu thuật viên thực hiện, tiết kiệm thời gian và nguồn lực so với vạt tự do. Sự đơn giản của hình mẫu vạt cánh quạt có tính hấp dẫn cao. Tuy nhiên, phẫu thuật được cho là đơn giản này lại đi kèm với tỉ lệ cao các biến chứng liên quan mạch máu được báo cáo trong y văn. Nó là phần liên quan nổi bật trong câu hỏi chiều dài và rộng tối đa có thể bóc tách khi vạt chỉ được nuôi bởi một nhánh xuyên một cách an toàn. Tuy nhiên, dù chúng ta có tìm ra câu trả lời cho câu hỏi đó, thì câu hỏi tiếp theo sẽ là làm sao để cải thiện việc giảm áp suất tưới máu cho vùng đỉnh vạt cánh quạt khi vạt xoay 180 độ quanh cuống mạch. Tôi tin rằng thực hiện vạt cánh quạt có thể đem lại kết quả hài lòng nhưng làm nó tốt thì cần sự đánh giá cẩn thận, kỹ năng phẫu thuật phải cao và sự tỉ mỉ trong từng chi tiết.

Propeller Flaps for Reconstruction around the Foot and Ankle

Tiew Chong Teo, MD(Hons), FRCS(Ed), FRCS(Plast)¹

¹Department of Plastic Surgery, Queen Victoria Hospital, East Grinstead, West Sussex, United Kingdom

Address for correspondence Tiew Chong Teo, MD, FRCS, FRCS, Department of Plastic Surgery, Queen Victoria Hospital, East Grinstead, West Sussex RH19 3DZ, United Kingdom (e-mail: tc_teo@hotmail.com).

J Reconstr Microsurg

Abstract

Keywords

- ▶ propeller flaps
- ▶ perforator flaps
- ▶ islanded local fasciocutaneous flap
- ▶ dissection technique
- ▶ lower limb reconstruction

The propeller flap challenges conventional wisdom for the safe raising of flaps. Its unique design is based on a belief that a sizeable fasciocutaneous flap can be perfused by only a single perforator. What is more remarkable is the concept that this cleanly dissected pedicle can continue to safely perfuse the flap even when it is twisted 180 degrees. Clearly, meticulous technique is essential and the key points in raising this flap and its versatility for reconstruction of defects around the foot and ankle are discussed in this article.

The “propeller flap” concept evolved from the early work of surgeons looking for local solutions to problematic distal lower leg wounds. They began experimenting with the idea that long fasciocutaneous flaps could be raised on small vessels traveling along the intermuscular septa of the lower limb.^{1–3} These vessels, eventually called “perforators,” were used to supply the first completely islanded distally based fasciocutaneous flaps. In the early 1990s when I performed my first propeller flap, very few cases have been reported.^{4,5} One of the earliest series was based on the work of Erdmann et al,⁶ and many have subsequently published on the subject. However, few articles have described the technique of perforator dissection in detail and this, in my view, is the single most important determinant of the success or failure of this flap. Over the past three decades, I have further refined my technique.^{7–9}

Definition

The propeller flap that I use is an islanded local fasciocutaneous flap supplied by a single, cleanly dissected, perforator, which forms the axis around which two paddles or “blades” of tissue of unequal length rotate. When the position of these blades is switched, healthy tissue from the longer blade is transferred to fill the defect (▶ **Fig. 1**).

Surgical Technique

Most of the propeller flaps that I have raised to cover wounds around the ankle are based on the perforators arising from the posterior tibial and peroneal arteries. In my experience, compared with that of the anterior tibial artery, the perforators from these vessels are more predictable in their location, easier to isolate and tend to have a decent length. Over the years, in the design and raising of the propeller flap, I have realized that it is important to maintain a flexible approach. In many ways, it is like a free-style approach.¹⁰ Knowing the location of the source vessels on the leg, I start by looking for their perforators through a well-placed exploratory incision. I use a few simple guidelines which, I believe, makes the flap work more consistently and produce an esthetic result, while minimizing donor-site morbidity. Where possible, I avoid raising the flap over the subcutaneous border of the tibia. If this cannot be avoided, I try to ensure that it is covered again by the short limb of the flap, rather than a skin graft (▶ **Fig. 2**). On the medial side, I try to exclude the great saphenous vein to avoid the vein becoming engorged with blood, with nowhere to drain. I also exclude the saphenous nerve to avoid causing annoying numbness distally. Similarly, on the lateral side, I try to avoid including the sural nerve in the flap. However, nothing is set in stone and safe flap dissection should always be your primary goal.

received
June 16, 2020
accepted
July 15, 2020

Copyright © by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10001, USA.
Tel: +1(212) 760-0888.

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0040-1715656>.
ISSN 0743-684X.

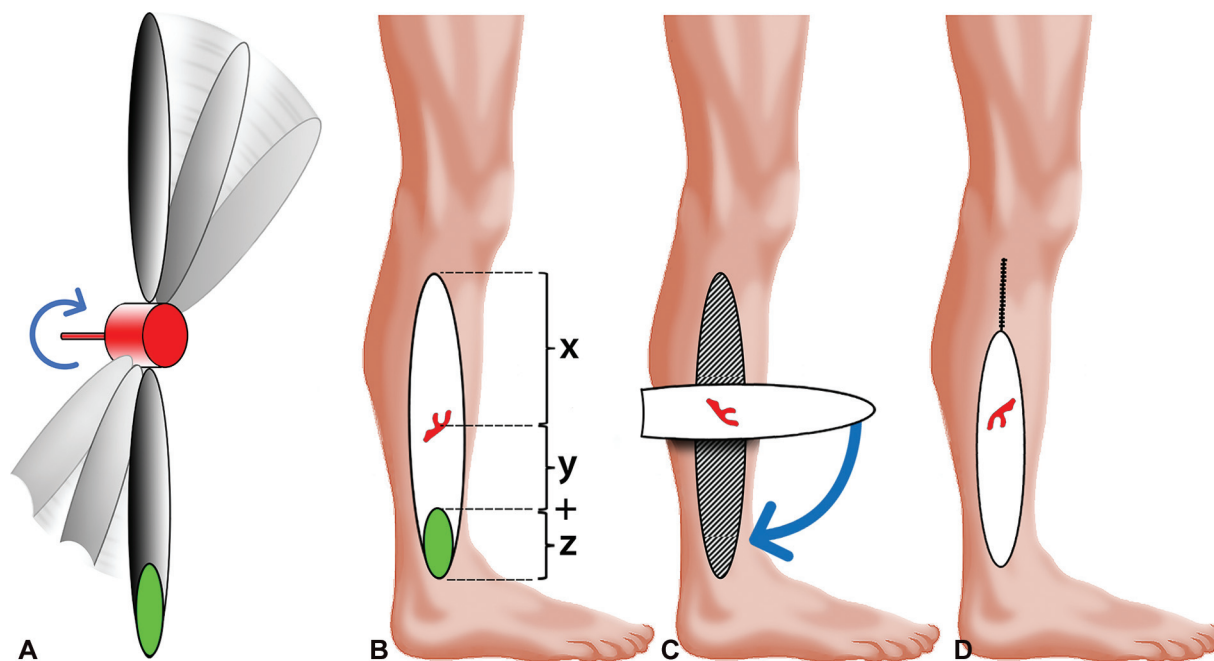


Fig. 1 The propeller flap concept. Two blades of unequal length are designed to pivot around a single perforator. When switched, the longer blade fits comfortably into the defect (A). On the leg the measurement from the perforator to the distal edge of the defect (in green) is transposed proximally such that $x = y + z$. The width of the flap is equal to that of the defect with a little more added for tension-free closure (B). Once dissected, the flap can be pivoted up to 180 degrees around the perforator bringing proximal healthy tissue to cover the defect (C). The short blade of the flap is used to help close the secondary defect, sometimes completely thereby avoiding the need for a skin graft (D).

Design of the Flap

If available, a handheld 8 to 10 MHz Doppler ultrasound probe can help locate a potentially useful perforator vessel near the defect. With this as the pivot point, a provisional flap design can be drawn. First, the distance between the perforator and the distal edge of the defect is measured. This value is then transposed proximally from the pivot point, keeping the axis roughly parallel to the course of the main source vessel, adding a little extra to allow for tissue contraction. This value forms the proximal limit of the flap. Next, the width of the proximal flap needed to cover the defect is determined by measuring the width of the defect. Approximately 0.5 cm is added to this width to facilitate a tension-free inset. An attempt should be made to keep the pivot point (where the perforator pedicle enters the flap) in the center, so that when the flap is eventually rotated around, there is no excessive lateral traction on the perforator during wound closure.

As an alternative, a paper template of the distal limb of the propeller flap can be created by measuring from the marked position of the perforator to the distal edge of the defect for length. The width of the template should be based on that of the defect. This is then pivoted around the perforator and the proximal limb of the flap is drawn on the upper calf keeping it approximately in line with the underlying posterior tibial or peroneal source vessels and incorporating any other perforators within the flap. One must remember to make the dimensions of the proximal flap slightly more generous than the paper template. I find this latter method of flap planning works better where the wound shape is complex, or is located in an awkward position, such as over the anterior ankle (►Fig. 2) or the Achilles tendon (►Fig. 3).

Flap Dissection

Under a thigh tourniquet, with the leg partially exsanguinated by elevation and pressure on the popliteal artery, a generous exploratory incision is made along one margin of the flap starting from the wound edge. For those without the benefit of a Doppler probe, the free-style approach to raising this flap starts with the same skin incision drawn parallel to the axis of the underlying source vessel. I prefer to start from the posterior edge and dissect down to the subfascial plane, allowing the exposure of several potentially useful perforators. The best perforator is chosen based on its size and position. Where possible, the largest perforator is chosen based on a visual inspection and the quality of the Doppler signal. If necessary, an Acland clamp can be used to help decide on which of two similar-sized perforators to select. It is best to avoid any perforator located immediately adjacent to the wound, especially if the wound is chronic, since scar, granulation tissue, or edema can make dissection difficult, thus increasing the risk of vessel damage. Conversely, choosing a perforator too remote from the defect would make the flap unnecessarily long.

Once the most suitable perforator has been chosen, the design of the flap should be rechecked and, if necessary, adjusted. If the position of the pedicle turns out to be different from the one marked preoperatively on the skin with the Doppler probe, then the flap design can be altered accordingly (►Fig. 4). By making an initial exploratory incision, you avoid burning any bridges and can freely redesign and adjust the flap's dimensions. In particular, one should ensure that the proximal edge of the flap, when finally rotated into position, can comfortably reach the distal margin of the defect without placing the pedicle under tension.



Fig. 2 An iatrogenic anterior ankle wound following a total ankle joint replacement is radically excised (A, B). A propeller flap is planned using a paper template designed from the position of the posterior tibial artery perforator to the distal edge of the defect (C). This is pivoted around to outline the proximal limb of the flap, adding a little extra to help with tension-free wound closure (D). The flap, raised on a single perforator, is ready for rotation. Note that the long saphenous vein is not included in the flap (E). Uneventful healing of an esthetically pleasing, nonbulky flap (F, G).

Next, the surgeon should meticulously prepare a decent length of pedicle by separating it from the septum and dividing any muscular side branches. A longer pedicle will result in a gentler spiral twist, and therefore, less obstruc-

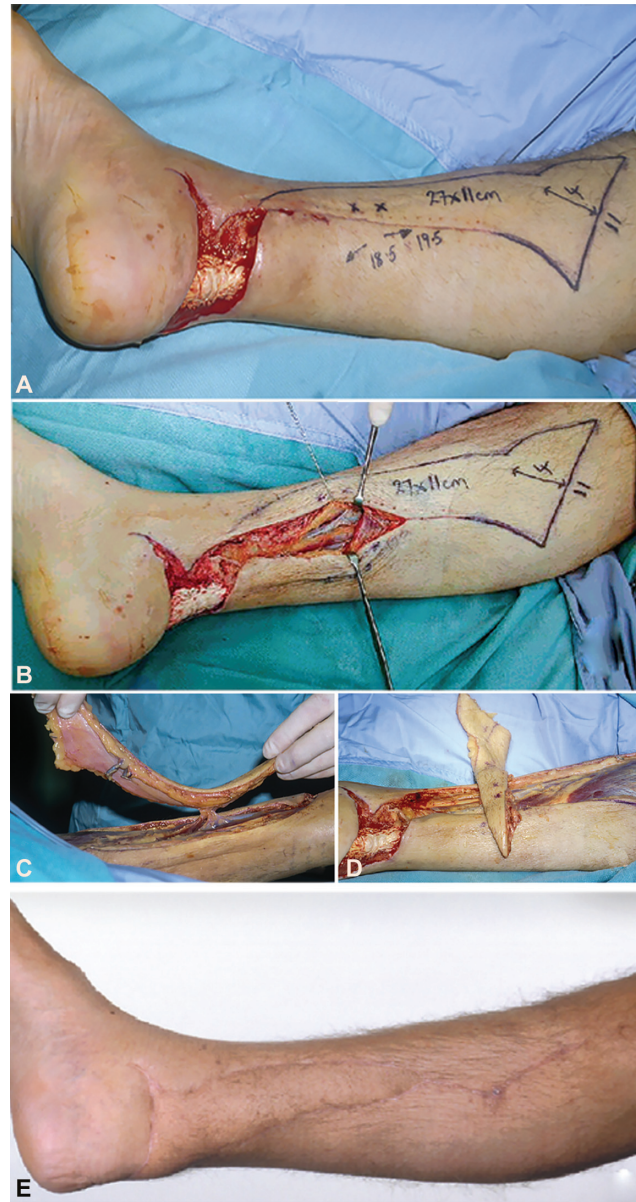


Fig. 3 A complex-shaped iatrogenic posteromedial ankle wound following the repair of a ruptured Achilles tendon. A templated design of a posterior tibial artery perforator propeller flap is drawn (A). Note that the previous incision was incorporated to form the posterior border of the flap and used as the exploratory incision to locate the perforator (B). The flap is isolated on a single perforator (C) and pivoted round 180 degrees (D). It fitted nicely into the defect and the secondary defect in the upper calf was closed primarily (E).

tion to blood flow when the flap is rotated through 180 degrees. Of course, this is determined in part by the length of the pedicle from its source vessel to the point where it passes through the deep fascia into the flap. Where possible, I try to clear at least a 2-cm segment. It is also important that all the fine perivascular fascial strands (visible under loupe magnification) that could potentially compress the vessels once they are twisted should be meticulously divided (► Fig. 5). Particular attention should be paid to those around the venae comitantes, since the relatively low pressure venous system is more susceptible

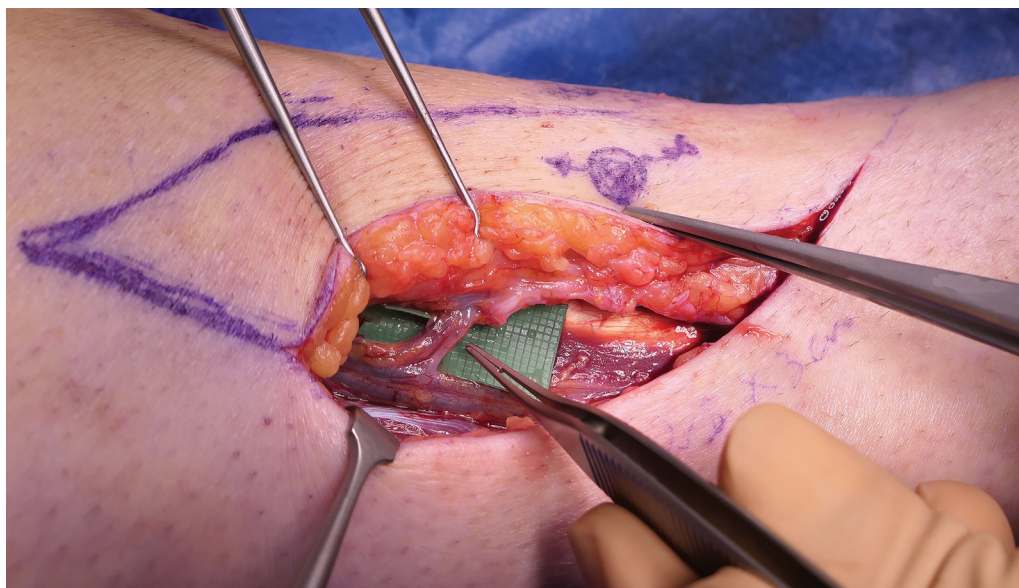


Fig. 4 The design of a propeller flap should be rechecked and adjusted if the chosen perforator does not coincide with its location previously marked on the skin using a Doppler probe. In this case, the perforator's location was actually 3 cm more proximal than its preoperative skin marking. By making only an initial exploratory incision, the freedom to redesign is retained.

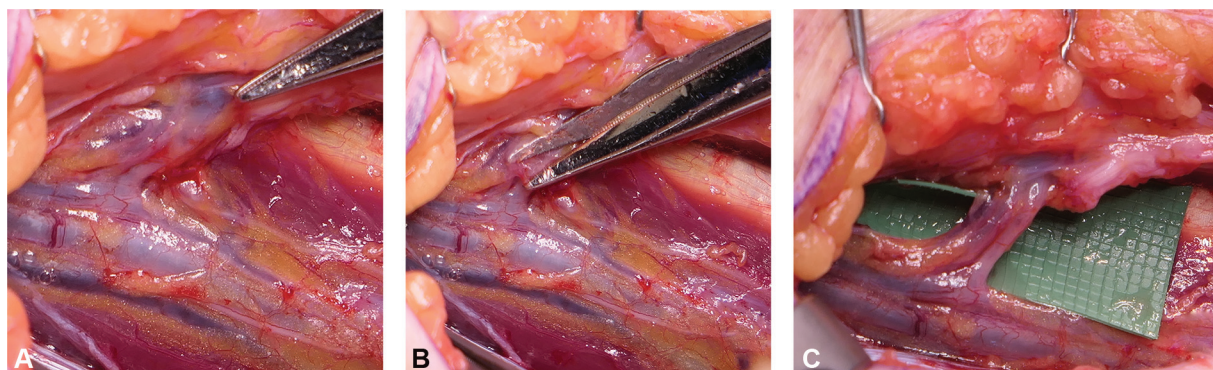


Fig. 5 The cleaning of a 2-cm segment of the perforator pedicle is a critical part of this operation. It is not sufficient to just isolate the perforator (A). Using loupe magnification, all the very fine perivascular fascial strands must be carefully removed, as on twisting they are likely to cause extrinsic compression, particularly of the venae comitantes (B). The perforator may have to be skeletonized from the source vessel to where it pierces the deep fascia (C).

to extrinsic compression and obstruction once the flap is rotated. This is one of the most important steps of the operation which must be done thoroughly and delicately without damage to the vessels. Bipolar diathermy of the vessels must be performed judiciously on a low setting. I avoid the use of Ligaclips, again, due to the potential risk of extrinsic compression. Investing time in doing this well could pay off with less postoperative venous congestion. Once the pedicle is secured, raising the rest of the flap is quick and straightforward. It is worth dissecting out and preserving a superficial vein and any perforator near the proximal tip of the flap, in case they are needed as potential lifelines. The completely islanded flap should then be left in its original position for 10 to 15 minutes with the tourniquet released, to restore circulation and relaxation of vascular spasm, prior to flap rotation. Topical vasodilators, such as papaverine or verapamil, can be instilled around the pedicle at this point.

Flap Rotation and Inset

In most instances, the propeller flap needs to pivot 180 degrees around its pedicle to reach a defect on the ankle or heel. This places the perforator under maximum spiral twist, stressing the arterial inflow, as well as venous outflow. It has always been clear to me when closely observing the interaction between the cleanly dissected perforator vessels, which the direction of rotation—clockwise or counterclockwise—has an impact on the blood flow through them. Surgeons performing propeller flaps must appreciate that this is not a random choice.¹¹ Recently, using intraoperative Duplex ultrasound examination, Song et al¹² have shown clearly that the directional turn of a propeller flap can have a significant impact on the blood flow through the perforator. The final choice is based on a careful visual inspection of which direction causes the least torsional stress to the venae comitantes. Where available, a Duplex ultrasound can be helpful.

It is also prudent to anticipate and avert postoperative problems such as muscle swelling causing external compression on the pedicle. If there is any risk of this, I would not hesitate to remove a cuff of muscle from around the pedicle. Hemostasis also needs to be meticulous. A final inspection is made to ensure that the pedicle is not under traction, either in a proximal or distal direction, before its position is secured with the first two skin sutures placed on either side of the flap. If a suction drain is used, this should be placed well away from pedicle. Final inset of the flap should include the use of a skin graft if the secondary defect proves too tight for primary closure.

Indications

Versatility for Complex Defects

Defects that present around the ankle and heel are often complex in terms of their shape, structures involved, and the presence of exposed metalwork or bone. Failure to provide satisfactory soft tissue cover would inevitably lead to infection, including osteomyelitis and septic arthritis, potentially

resulting in amputation. A radical debridement by an experienced surgeon, not just of the soft tissue but also the bone, is the single most important step before reconstruction can be considered. In addition to a clean surgical wound, there is usually a defect or space that needs filling. Wounds on the medial malleolus and calcaneum, anterior ankle (►Fig. 2), and around the Achilles tendon (►Fig. 3) can all be reached by a propeller flap based on a perforator of the posterior tibial artery. Over the lateral malleolus and down to the nonweight-bearing part of the heel, a peroneal artery perforator propeller flap is the better choice. In this area, there are often iatrogenic wounds with exposed metalwork over fractures of the lateral calcaneum (►Fig. 6). For a deep defect into the bone requiring a filler to obliterate the dead space, there are a couple of options. A slightly longer proximal limb of the flap can be harvested and the excess tip can then be de-epithelialized and tucked under, to fill the defect. The alternative is to incorporate a small cuff of muscle attached under the tip of the flap to use as a filler. If a musculocutaneous perforator could be found in the vicinity, this will nicely perfuse the muscle via reverse flow; otherwise,

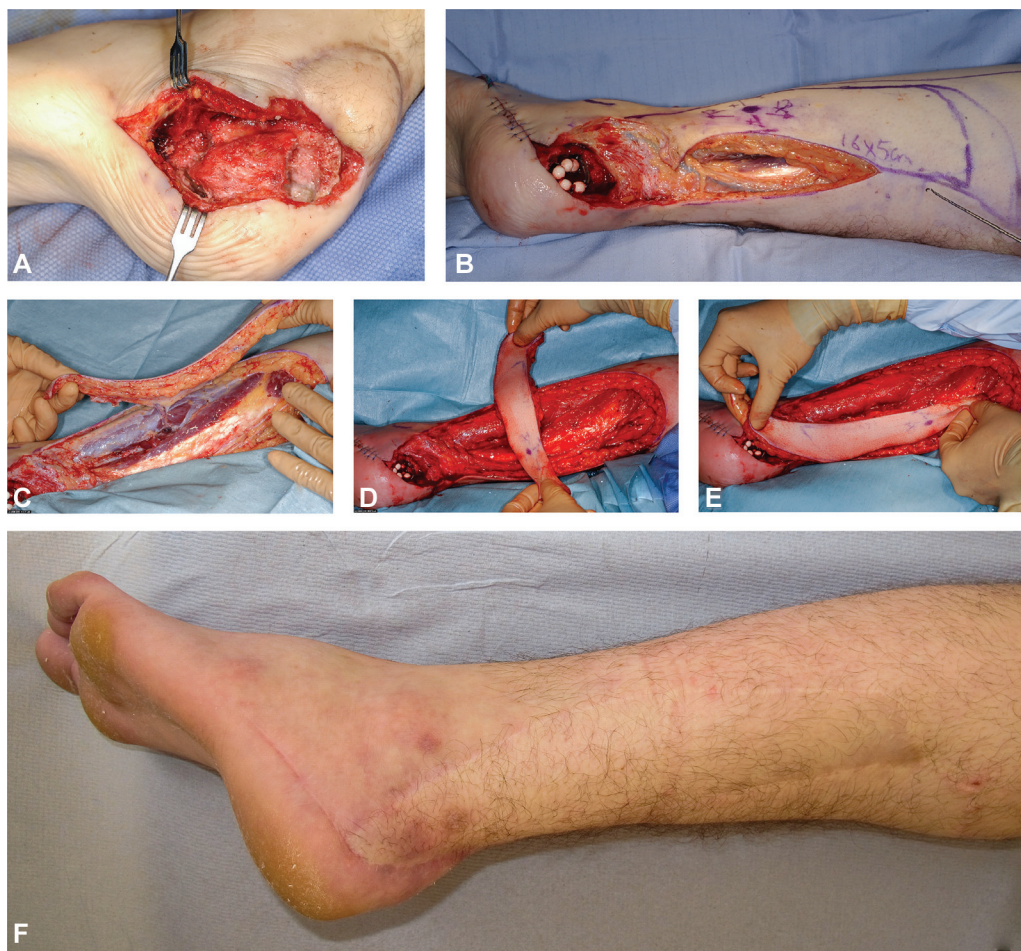


Fig. 6 Peroneal artery propeller flap used for coverage of a complex defect on the lateral calcaneum. This patient initially had an open reduction and internal fixation of a fractured calcaneum which became infected. Following removal of the metalwork and an inadequate debridement, coverage with a radial forearm-free flap was attempted by another surgeon. This resulted in an early wound breakdown. The persistent infected posterior calcaneum defect could be seen with the free flap (A). After the removal of the flap and a radical debridement of the bone, gentamicin beads were inserted. A peroneal artery perforator propeller flap was raised and rotated 180 degrees to resurface the defect (B–E). Healing was uneventful and the gentamicin beads were subsequently removed. The patient eventually returned to normal ambulation with a stable and nonbulky flap (F).

keeping a broad attachment of the muscle to the deep fascia of the flap will suffice. The viability of the muscle can be confirmed by observing the presence of back bleeding.⁹

Limitations around the Foot

I have avoided using propeller flaps to cover wounds on the weight-bearing plantar aspect of the foot, including the heel. The medial plantar flap¹³ is preferred for this area as it can provide sensate, glabrous, and adherent skin to replace what is missing in a “like-for-like” fashion. In contrast, it would be harder to design a propeller flap from the calf to reach this area and even then, it would still only provide insensate skin that is less robust for weight bearing. Similarly, small defects on the plantar forefoot are best covered by V-Y advancement flaps, based on a series of very small perforators. For complex wounds on the dorsum of foot, toes, and web spaces, it is possible to design propeller flaps based on the perforating branches from the plantar metatarsal artery. This is similar to the distally based dorsal metacarpal artery perforator flaps, raised from the dorsum of the hand, to cover finger and web space defects.¹⁴

Experience with the Propeller Flap

The concept and design of the propeller flap is simple and elegant. When used for reconstruction around the ankle and heel, it certainly has the potential to provide durable coverage for a difficult area, with an operation that is relatively quick and light on resources when compared with microsurgery. Its apparent simplicity is appealing and in recent years, many have reported their cases,^{15–19} although few of these were without complications. Is it reliable enough to use for reconstruction in this area or should a free flap be the preferred choice? I suspect some surgeons had tried but abandoned it, while others continue to find it very useful. Several publications including systematic multicenter reviews report a total flap loss rate generally under 10% but a much higher venous congestion and partial flap loss rate of up to 35%.^{20–22} Studies which focused on the reconstruction of diabetic foot problems have reported significant delays with healing of the propeller flap even though the overall rate of limb salvage was high.^{23,24} In patients with diabetic foot ulcers, macrovascular and microvascular angiopathies are associated with impaired tissue oxygenation.²⁵ This would present a significant challenge for any flap to maintain a healthy blood supply, let alone one that had to be subjected to torsion of its single pedicle, as seen with the propeller flap. It is therefore not at all surprising to see a higher rate of flap vascular problems in the diabetic foot. In their review of a relatively large group of patients reconstructed with the propeller flap, Innocenti et al¹⁹ could not identify any specific risk factors that could have predicted flap complications. However, a recent study was able to correlate a higher rate of propeller flap problems with an increased number of comorbidities in patients undergoing lower limb reconstruction.²⁶ It seems clear that heavy smoking, diabetes, and peripheral vascular disease are some of the important issues associated with flap healing problems.^{6,23,24}

Dealing with the Perforator: How to Avoid Venous Congestion

The key to a successful propeller flap lies in how the pedicle is managed. While it is important not to damage the delicate perforator vessels by poor dissection technique, the strategy of keeping a cuff of subcutaneous tissue to protect the perforators around the central axis of a propeller flap²⁷ serves only to greatly constrain its ability to rotate, limiting its use. Similarly, trying to keep more than one pedicle within the flap to improve perfusion may not have the desired effect. This may not matter where the flap needs only a small arc of rotation, perhaps 60 to 90 degrees, to reach the defect. Unfortunately, as it is rotated further, the perforators become intertwined, cutting off one another's blood flow. Furthermore, the greater the distance between the two perforators, the more they will physically restrain the rotation of the flap. It is therefore clear that for the propeller flap to rotate up to 180 degrees, you can only keep a single perforator. Another important strategy to protect the blood supply of the flap is to dissect out a decent length of perforator. This is because a longer pedicle will allow a gentler spiral twist of the artery and venae comitantes, minimizing the impedance to arterial inflow and venous outflow of the flap.²⁸ For the posterior tibial artery, this may mean cleaning the perforator from the source vessel until it reaches the deep fascia of the flap. Near the ankle, as the posterior tibial artery becomes more superficial, the perforator can be quite short, and therefore, it might be better to select a more proximal vessel, even though it would be further away from the defect and require the design of a longer flap. For flaps based on the peroneal artery, dissecting a perforator longer than 2 cm is usually not a problem and one seldom needs to dissect anywhere near the source vessel at all.

The propeller concept is actually quite revolutionary, in that the whole essence of the technique depends on deliberately twisting a delicate vascular pedicle, while counter intuitively expecting no circulatory consequence. Indeed, it is a wonder that no more arterial and venous problems have been reported with this flap, especially when the pedicle is rotated maximally through 180 degrees. However, experimental studies on rats have demonstrated that a flap can remain viable with its pedicle twisted even up to 360 degrees.^{29,30} Other studies showing the mitigation of blood flow reduction with a longer vascular pedicle²⁸ clearly demonstrate that it can work, provided an adequate pedicle length is dissected. There is debate among surgeons whether to be more conservative with the dissection of the pedicle and keep a cuff of soft tissue to protect the delicate perforators,^{6,15} or to do the opposite and be more aggressive with cleaning around the perforator vessels.^{19,31} As explained earlier, I believe that radical skeletonization of the perforator vessels to remove the very fine fascial strands which will press on the low pressure venae comitantes is a critical part of this operation (→ Fig. 5).^{7–9} Furthermore, only with clean vessels is it possible to assess how these delicate veins will lie when the pedicle is twisted. This, in turn, helps us decide on the optimum direction to turn the flap. When reporting their results, very few surgeons ever mention how they deal with the perforator. In their article, Dong et al³¹ emphasized the meticulous cleaning of the perforator and this

is reflected in their very impressive results with no cases of either partial or total flap loss.

If venous congestion becomes a problem, one surgical option to consider is to connect a superficial vein on the flap to a similar one in the vicinity to provide additional drainage, but I do not find it necessary to do this routinely.²² Alternatively, any lifeline perforator that has previously been dissected and preserved in the flap can potentially be anastomosed to improve outflow, as well as inflow, if needed.

Flap Size, Length, and Tip Necrosis

When the limit of flap perfusion is reached, tip viability is threatened and with it, the success of the reconstruction. What could be done and can it be predicted? Early signs of vascular insufficiency to the tip of a propeller flap can potentially be addressed by connecting a previously dissected lifeline perforator to the underlying source vessels, to supercharge the flap. The seriousness of an established distal

flap necrosis depends on its size and depth. A partial thickness necrosis may allow the deep fat and fascia to heal with a skin graft. With a small full-thickness defect, it is occasionally possible to re-elevate the flap, once the acute swelling has settled, and advance it further distally to achieve wound closure. A significant full-thickness necrosis will generally need a free flap, in which case the undamaged deep vessels could prove useful.

The propeller flap is remarkable not only in its freedom of rotation but also in the potential size and length of the flap that can be harvested safely. Over the years, clinical necessity and the curiosity to “push the limit” of tolerance of this flap have led to the design of longer and wider flaps. One of the largest propeller flaps raised, measuring 21 cm long and 10 cm wide, based on a 1-mm intercostal artery perforator was used to resurface a cancer resection defect on the back.⁸ In the lower limb, clearly a relatively large flap can also be raised safely for reconstruction around the ankle (→Fig. 7).

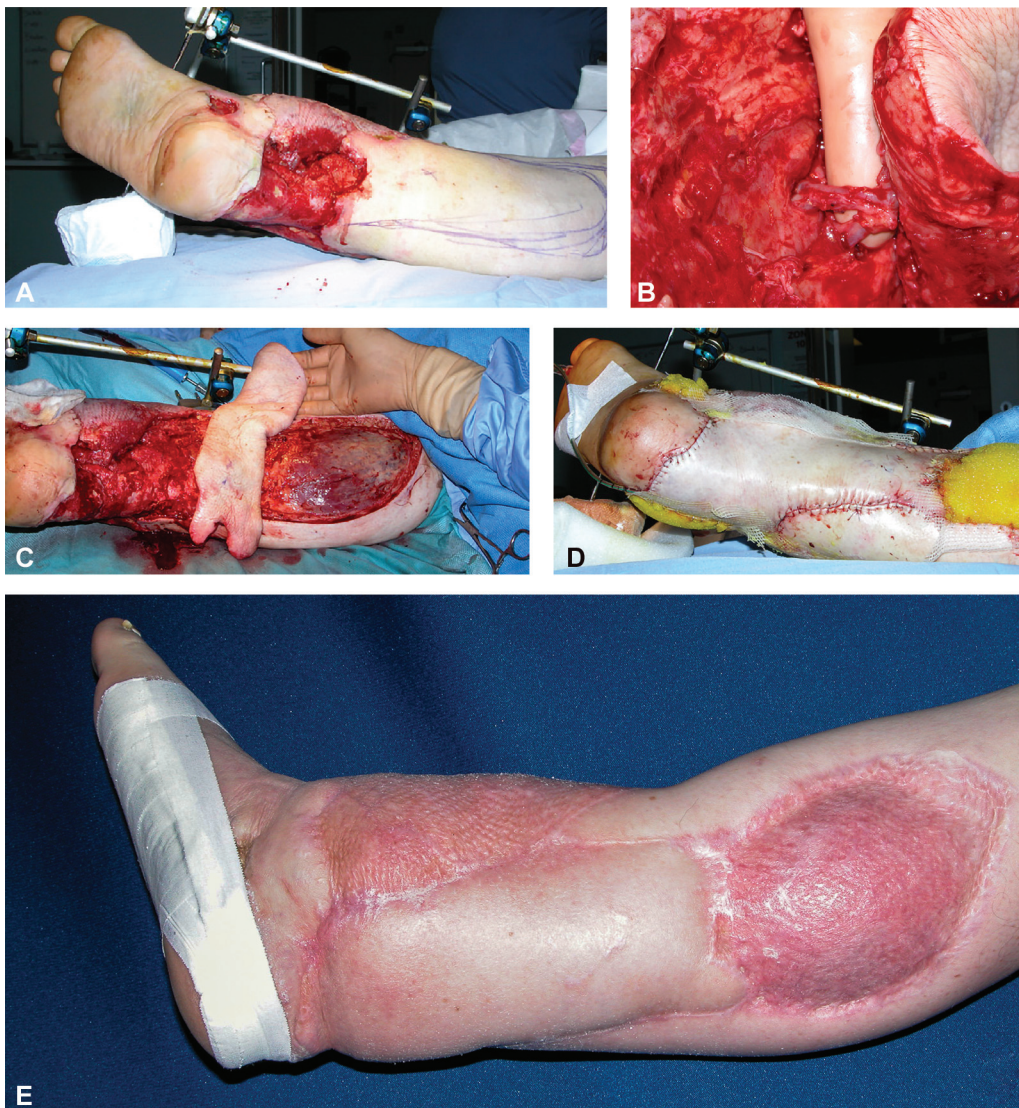


Fig. 7 This patient had a compound fracture of the tibia, fibula, and a dislocation of the mid-tarsal joints from a road traffic accident. After reduction and fracture stabilization with external fixators, an initial latissimus dorsifree flap failed to cover all the wounds, leaving a sizeable defect over the Achilles tendon and heel (A). A large posterior tibial artery propeller flap, based on a significant perforator, was rotated 180 degrees to cover the wound (B–D). Stable healing with a robust flap (E).

Many questions remain unanswered, including the correlation between the size of a perforator and the largest volume of tissue that it can safely sustain. Intuitively, every surgeon will want to select the largest perforator, so that more blood will flow through it into the flap. Logic will dictate that all the side branches of the perforator should be divided in order that all the blood is channeled into the cutaneous flap. This will also help to ensure a sufficient length of pedicle is cleared to facilitate the twisting of the pedicle.

The maximum length-to-width ratio of the propeller flap that can be perfused through a single perforator is another interesting and unanswered question. What every surgeon would really like to know is: how far can it reach distally when used to reconstruct around the ankle and foot? The original angiosome concept of Taylor and Palmer,³² based on cadaveric injection studies and experimental studies,

referred to a source vessel supplying a composite block of tissue which included more than just skin. It is not safe to extrapolate these results to predict the safe perfusion zones of cutaneous perforators in the clinical situation. Saint-Cyr et al³³ proposed the term perforasomes for these cutaneous territories supplied by perforators. Based on experimental studies, they postulated that ligating the side branches of the perforator causes vasodilation and hyperperfusion of the flap, allowing the blood to reach further into the vascular territory of adjacent perforators and thereby sustaining a longer flap. The experimental work of Cormack and Lamberty³⁴ which attempted to correlate the size of a vessel with the anatomic, dynamic, and potential vascular territories of a flap may be more clinically relevant. Recently, Taylor et al³⁵ claimed that the original angiosome concept does apply to perforator flaps, stating that the

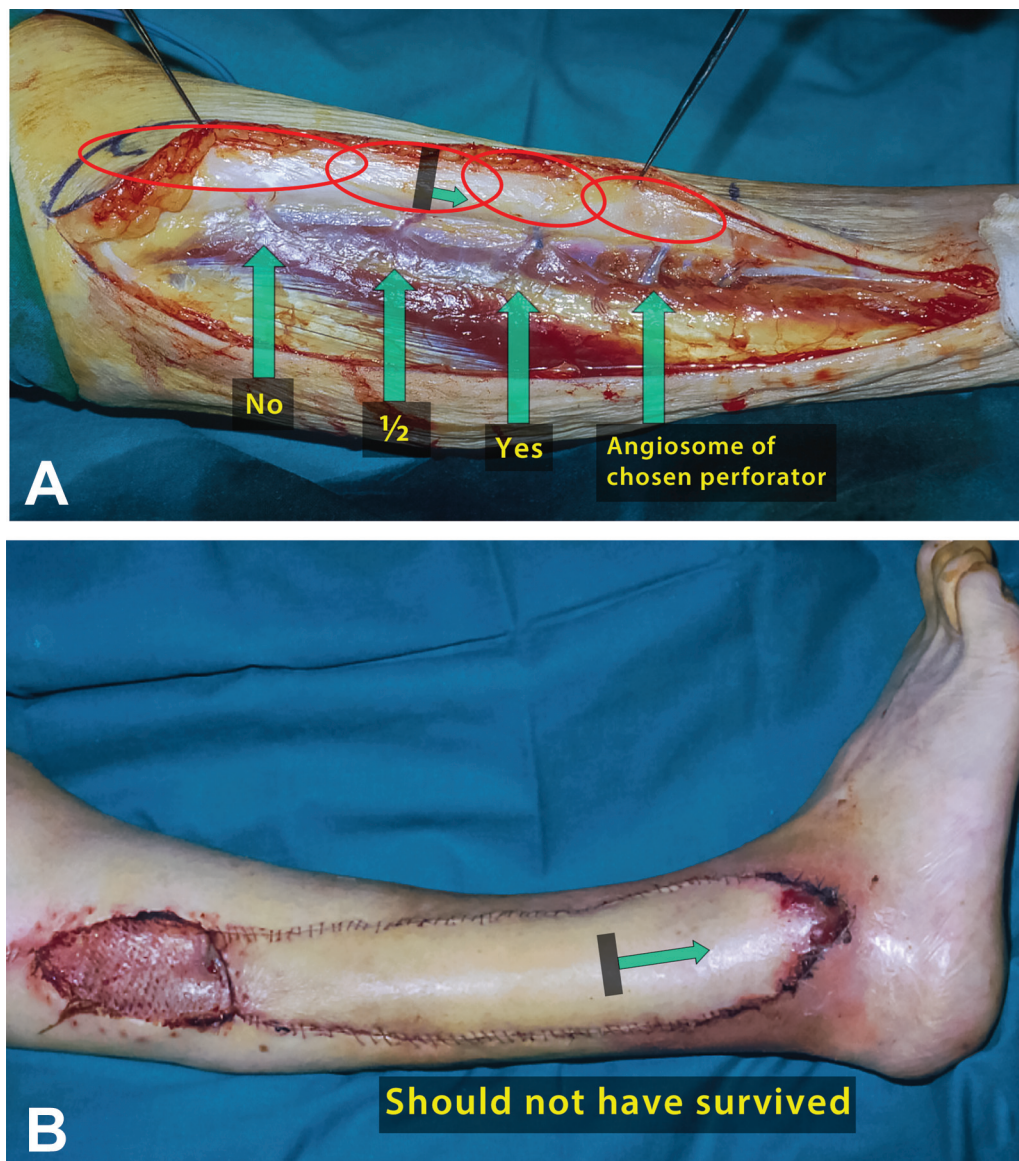


Fig. 8 The clinical reality of the vascular territory that can be perfused from a chosen peroneal artery perforator is shown here. According to the angiosome concept, the most distal portion of the propeller flap, nourished by the third perforator proximal to that chosen for the flap, would not have survived (A). This long flap, raised without the surgical delay procedure and rotated 180 degrees to cover a lateral malleolus defect, survived all the way to the tip with only some very minor distal epidermolysis (B).

usual reliable clinical territory of a cutaneous perforator is the anatomical territory of the base perforator and only that of the perforator next to it. Beyond that limit, flap necrosis will ensue unless the choke vessels are preconditioned to open up by surgical delay or there are preexisting unreduced caliber vessels anastomosing between perforators, allowing a longer flap to be raised.^{36,37} However, the implication is that one can only reliably capture the anatomical territory of not more than two perforators from the base perforator and therefore flaps of only limited length could be raised. Yet nearly 40 years ago, Pontén and other authors¹⁻³ had already suggested that very long fasciocutaneous flap could be raised to cover defects on the lower leg. Donski and Fogdestam³ highlighted the importance of keeping the long axis of the fasciocutaneous flap over the source vessel, like the peroneal artery, to capture all its perforators within the flap. These suprafascial interconnections between the perforators effectively form an axial pattern blood flow, thereby allowing a much longer flap than otherwise possible to be harvested. Years later, their theory based on these clinical observations was supported by the experimental work of Saint-Cyr et al.³³

From observing the propeller flaps that I have raised, all performed without using the surgical delay technique, it is clear that the size of a perforator is important and a 1-mm perforator is capable of safely perfusing the tissue in its own vascular territory, as well as the tissues well beyond the limit of two vascular territories proposed by Taylor et al³⁵⁻³⁷ (►Fig. 8). The longest propeller flap raised measured 31 × 5 cm, giving it a 6:1 ratio.⁹ Being of a propeller design, the perforator was located more centrally, but even then, the distance between the source perforator and the long limb tip of the flap encompassed the vascular territories of at least three perforators. It therefore seems logical to conclude that perforator caliber, perfusion pressure, and the intraflap axiality of vessel arrangements are the key determinants of the safe maximal length of a propeller flap. However, as yet, there is no test available to determine this clinically.

Esthetic Appearance

Esthetics are a fundamental part of reconstructive surgery and using of a propeller flap to reconstruct a defect in the lower limb can produce a very good result due to the replacement of like-for-like tissue (►Fig. 2). Compared with other locoregional flaps and some free flaps, it can be nonbulky and allow a better fit with footwear. The design of the flap often transfers the secondary defect to the proximal calf where there is more skin laxity, allowing primary closure of the secondary defect. In addition, the shorter distal limb of the propeller flap is very helpful to avoid a tight closure. However, the safety of the flap perfusion must not be sacrificed for the sake of appearance and where closure is clearly too tight, a skin graft should be used. A sheet graft sutured to the beveled edges of the secondary defect can improve the appearance where necessary. If desired, the graft and contour defect can subsequently be removed using tissue expansion techniques.

Conclusion

The propeller flap clearly can be used to reconstruct complex wounds around the ankle and heel. Advantages include the transfer of healthy nonbulky local tissue to produce a good functional and aesthetic result. The important underlying source vessels to the foot and ankle are all preserved. A single surgeon can easily perform this operation with significant savings on time and resources compared with microsurgery. The simplicity of the propeller concept is appealing. However, this seemingly “easier” operation has been associated with a high number of vascular complications reported in the literature. This is partly related to the outstanding question of the maximum length and breadth of a perforator flap that can be safely sustained by a single perforator of a particular caliber. However, even when we find the answer to this, the next question will be how to minimize the decreased perfusion to the tip of a propeller flap when the pedicle is twisted 180 degrees. I believe that performing the propeller flap can be satisfying but doing it well requires good judgment, a high level of technical skill and meticulous attention to detail.

Conflict of Interest

None declared.

Acknowledgments

I acknowledge the assistance of Dr. Wai Yee Li, MD, PhD, Miss Jade Zhao, MRCS, Mr. Alexander Trevatt, MRCS, and Steve Hall, medical photographer in the preparation of this article.

References

- Pontén B. The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Br J Plast Surg* 1981;34(02):215-220
- Barclay TL, Cardoso E, Sharpe DT, Crockett DJ. Repair of lower leg injuries with fascio-cutaneous flaps. *Br J Plast Surg* 1982;35(02):127-132
- Donski PK, Fogdestam I. Distally based fasciocutaneous flap from the sural region. A preliminary report. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1983;17(03):191-196
- el-Saadi MM, Khashaba AA. Three anteromedial fasciocutaneous leg island flaps for covering defects of the lower two-thirds of the leg. *Br J Plast Surg* 1990;43(05):536-540
- Shalaby HA, Higazi M, Mandour S, el-Khalifa MA, Ayad H. Distally based medial island septocutaneous flap for repair of soft-tissue defects of the lower leg. *Br J Plast Surg* 1991;44(03):175-178
- Erdmann MW, Court-Brown CM, Quaba AA. A five year review of islanded distally based fasciocutaneous flaps on the lower limb. *Br J Plast Surg* 1997;50(06):421-427
- Teo TC. Reconstruccion de la extremidad inferior con colgajos de perforantes locales. [Perforator local flaps in lower limb reconstruction]. *Cir Plas Iberolatinoam* 2006;32(04):287-292
- Teo TC. The propeller flap concept. *Clin Plast Surg* 2010;37(04):615-626
- Teo TC. Propeller flaps of the lower extremity. In: Blondeel PN, Morris SF, Hallock GG, Neligan PC, eds. *Perforator Flaps: Anatomy, Technique and Clinical Applications*, 2nd ed. Vol. II. Florida: CRC Press; 2013:1223-1241
- Wei FC, Mardini S. Free-style free flaps. *Plast Reconstr Surg* 2004;114(04):910-916

- 11 Schonauer F, La Rusca I, Di Monta G, Molea G. Choosing the correct sense of rotation in 180 degrees propeller flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2008;61(12):1492
- 12 Song S, Jeong HH, Lee Y, et al. Direction of flap rotation in propeller flaps: does it really matter? *J Reconstr Microsurg* 2019;35(08):549–556
- 13 Harrison DH, Morgan BD. The instep island flap to resurface plantar defects. *Br J Plast Surg* 1981;34(03):315–318
- 14 Quaba AA, Davison PM. The distally-based dorsal hand flap. *Br J Plast Surg* 1990;43(01):28–39
- 15 Schaverien MV, Hamilton SA, Fairburn N, Rao P, Quaba AA. Lower limb reconstruction using the islanded posterior tibial artery perforator flap. *Plast Reconstr Surg* 2010;125(06):1735–1743
- 16 Hifny MA, Tohamy AMA, Rabie O, Ali AAA. Propeller perforator flaps for coverage of soft tissue defects in the middle and distal lower extremities. *Ann Chir Plast Esthet* 2020;65(01):54–60
- 17 Artiaco S, Battiston B, Colzani G, et al. Perforator based propeller flaps in limb reconstructive surgery: clinical application and literature review. *BioMed Res Int* 2014:690649
- 18 Shen L, Liu Y, Zhang C, et al. Peroneal perforator pedicle propeller flap for lower leg soft tissue defect reconstruction: clinical applications and treatment of venous congestion. *J Int Med Res* 2017;45(03):1074–1089
- 19 Innocenti M, Menichini G, Baldrighi C, Delcroix L, Vignini L, Tos P. Are there risk factors for complications of perforator-based propeller flaps for lower-extremity reconstruction? *Clin Orthop Relat Res* 2014;472(07):2276–2286
- 20 Gir P, Cheng A, Oni G, Mojallal A, Saint-Cyr M. Pedicled-perforator (propeller) flaps in lower extremity defects: a systematic review. *J Reconstr Microsurg* 2012;28(09):595–601
- 21 Nelson JA, Fischer JP, Brazio PS, Kovach SJ, Rosson GD, Rad AN. A review of propeller flaps for distal lower extremity soft tissue reconstruction: is flap loss too high? *Microsurgery* 2013;33(07):578–586
- 22 Chaput B, Bertheuil N, Grolleau J-L, et al. Comparison of propeller perforator flap and venous supercharged propeller perforator flap in reconstruction of lower limb soft tissue defect: a prospective study. *Microsurgery* 2018;38(02):177–184
- 23 Georgescu AV, Matei IR, Capota IM. The use of propeller perforator flaps for diabetic limb salvage: a retrospective review of 25 cases. *Diabet Foot Ankle* 2012;3:18978
- 24 Demiri E, Tsimponis A, Pavlidis L, Spyropoulou G-A, Foroglou P, Dionyssiou D. Reverse neurocutaneous vs propeller perforator flaps in diabetic foot reconstruction. *Injury* 2020;13:30
- 25 McNeely MJ, Boyko EJ, Ahroni JH, et al. The independent contributions of diabetic neuropathy and vasculopathy in foot ulceration. How great are the risks? *Diabetes Care* 1995;18(02):216–219
- 26 Lese I, Grobbelaar AO, Sabau D, Georgescu AV, Constantinescu MA, Olariu R. The propeller flap for traumatic distal lower-limb reconstruction. Risk factors, pitfalls and recommendations. *J Bone Joint Surg Am* 2020;102(06):510–518
- 27 Hyakusoku H, Yamamoto T, Fumiiri M. The propeller flap method. *Br J Plast Surg* 1991;44(01):53–54
- 28 Wong CH, Cui F, Tan BK, et al. Nonlinear finite element simulations to elucidate the determinants of perforator patency in propeller flaps. *Ann Plast Surg* 2007;59(06):672–678
- 29 Gokrem S, Sarifakioğlu N, Toksoy K, Terzioğlu A, Aslan G. Effects of 360-degree pedicle torsion on island skin flaps: experimental study in rats. *J Reconstr Microsurg* 2005;21(05):313–316
- 30 Demirseren ME, Yenidunya MO, Yenidunya S. Island rat groin flaps with twisted pedicles. *Plast Reconstr Surg* 2004;114(05):1190–1194
- 31 Dong KX, Xu YQ, Fan XY, et al. Perforator pedicled propeller flaps for soft tissue coverage of lower leg and foot defects. *Orthop Surg* 2014;6(01):42–46
- 32 Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg* 1987;40(02):113–141
- 33 Saint-Cyr M, Wong C, Schaverien M, Mojallal A, Rohrich RJ. The perforasome theory: vascular anatomy and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 2009;124(05):1529–1544
- 34 Cormack GC, Lamberty BG. A classification of fascio-cutaneous flaps according to their patterns of vascularisation. *Br J Plast Surg* 1984;37(01):80–87
- 35 Taylor GI, Corlett RJ, Dhar SC, Ashton MW. The anatomical (angiosome) and clinical territories of cutaneous perforating arteries: development of the concept and designing safe flaps. *Plast Reconstr Surg* 2011;127(04):1447–1459
- 36 Callegari PR, Taylor GI, Caddy CM, Minabe T. An anatomic review of the delay phenomenon: I. experimental studies. *Plast Reconstr Surg* 1992;89(03):397–407, discussion 417–418
- 37 Taylor GI, Corlett RJ, Caddy CM, Zelt RG. An anatomic review of the delay phenomenon: II. clinical applications. *Plast Reconstr Surg* 1992;89(03):408–416, discussion 417–418