

Ths Bs CK2 Nguyễn Ngọc Thạch- BV CTCH lược dịch

Phản 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.

PHẪU THUẬT TÁI TẠO KHUYẾT HỔNG Ở GÓI, CẰNG CHÂN VÀ BÀN CHÂN BẰNG VẬT DA: NGHIÊN CỨU HỒI CỨU

Adam Stepniewski 2020

Tóm tắt

Tổng quan: Vật da cân đầu tiên được mô tả từ những năm 1980, qua thời gian đã có nhiều cải tiến, đưa tới khái niệm về vật nhánh xuyên cánh quạt. Trong nghiên cứu này, chúng tôi chứng thực bằng kinh nghiệm bản thân với vật cánh quạt và so sánh với kỹ thuật mổ vật khác, dùng trong che phủ khuyết hồng ở gối, cẳng chân và bàn chân

Phương pháp: Nghiên cứu hồi cứu, tìm dữ liệu sử dụng vật da để che phủ cho gối, cẳng chân, bàn chân mà chúng tôi thực hiện. Thu thập dữ liệu từ tháng 1/2010 tới 8/2018. Chúng tôi thực hiện 56 phẫu thuật, có 14 nữ giới, 42 nam giới, tuổi trung bình là 54,13. Các phẫu thuật gồm 34 vật tự do, 14 vật nhánh xuyên kiểu cánh quạt và 8 loại vật khác. So với vật tự do, vật cánh quạt có thời gian mổ ngắn hơn 46,6% ($p < 0,001$) và tỉ lệ biến chứng của vật nhánh xuyên thấp hơn 31,14% ($p = 0,0315$). Hơn nữa, những phẫu thuật được mổ bởi vật cánh quạt ít phải mổ khẩn cứu vật hơn 36,03% ($p = 0,0204$) so với dùng vật tự do. Dùng vật tự do có thể khâu kín nơi cho vật từ đầu ($p = 0,004$)

Kết luận: Dựa trên những kết quả từ nghiên cứu, chúng tôi nhận thấy hiệu quả của vật nhánh xuyên trong điều trị vết thương ở gối, cẳng chân, bàn chân ngoài việc dùng vật tự do, với thời gian mổ ngắn hơn, ít biến chứng hơn và tỉ lệ mổ khẩn cứu vật ít hơn. Tuy nhiên, cả 2 kỹ thuật mổ vật tự do và vật có cuống đều có những ưu khuyết điểm riêng. Vì thế, thật khó để khẳng định kỹ thuật nào là ưu điểm tuyệt đối trong điều trị khuyết hồng ở chi dưới

Mô tả đầu tiên về vật da cân tại chỗ dùng che phủ khuyết hồng ở tứ chi là của Ponten năm 1981. Từ những nghiên cứu giải phẫu, Palmer và Taylor đã cho thấy các vùng da được cấp máu bởi từng động mạch chính cũng như nhánh xuyên. Sau đó, Saint-Cyr còn nghiên cứu để thấy rõ vùng cấp máu chi tiết của từng nhánh xuyên. Thuật ngữ vật nhánh xuyên được giới thiệu bởi Kroll và Rosenfield, và năm 1991, thuật ngữ vật nhánh xuyên kiểu cánh quạt được đề xuất bởi Hyakusoku, người đầu tiên dùng nó dưới dạng vật da có thể xoay 90 độ dựa trên trục xoay là cuống mạch xuyên. Đặc tính giới hạn cung xoay của vật có cuống khi dùng ở dạng vật ngẫu nhiên đã được khắc phục triệt để khi dùng dạng cuống cân mỡ. Đảo da được thiết kế theo chiều dọc, chiều dài lớn hơn chiều rộng nhiều, gồm 2 cánh quạt, một dài và một ngắn.

Cũng tương tự thế, Hallock giới thiệu cải tiến sâu hơn với việc bóc tách kỹ lưỡng lớp thanh mạc chung quanh cuống mạch, nhằm giúp vật có thể xoay tới 180 độ mà không bị ảnh hưởng tới máu nuôi vật. Cánh quạt lớn xoay tới che vết thương, cánh quạt nhỏ quay ngược lại che cho nơi cho vật và có thể khâu kín phần còn lại nơi cho vật. Kỹ thuật này vẫn hữu ích cho tới tận hôm nay.

Theo thông cáo chung từ hội nghị Tokyo năm 2009 về vật da cánh quạt, được định nghĩa là “đảo da được đưa tới nơi nhận vật quanh 1 trục xoay”. Đảo da có thể đến che vết thương bằng nhiều cách khác như dạng vật đẩy, bán đảo da thì không phải là dạng vật cánh quạt.

Giống với tuyên bố từ hội nghị vật nhánh xuyên tổ chức năm 2001, còn nhiều yêu cầu chung quanh việc phân loại vật cánh quạt. Phân loại đúng cần nói tới phân loại nguồn nuôi chính (cuống cân mỡ, cuống nhánh xuyên, vật cánh quạt có khâu nối vi phẫu tăng tải máu), mức độ xoay, nguyên ủy nhánh mạch xuyên. Vì thế, vật nhánh xuyên kiểu cánh quạt cần được xác định dựa vào nhánh mạch nuôi vùng da cụ thể chứ không phải là nuôi lớp cơ bên dưới.

Từ đó, nhiều nghiên cứu sâu được báo cáo hơn, nhằm đưa đến các cải tiến về kỹ thuật, nhận ra các nguy cơ tiềm ẩn, ngăn ngừa các biến chứng. Với những đánh giá hồi cứu của mình, chúng tôi nhằm mục đích cho thấy kinh nghiệm sử dụng vật nhánh xuyên và so sánh với các dạng vật khác được dùng trong việc tái tạo khuyết hồng ở chi dưới

Theo quan điểm của chúng tôi, những thông số đo lường như thời gian mổ, thời gian nằm viện hậu phẫu, tỉ lệ biến chứng, tỉ lệ cần mổ khẩn cứu vật là các thông số quan trọng, ảnh hưởng tới cả yếu tố y khoa lẫn kinh tế.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Từ những đánh giá hồi cứu, chúng tôi trích xuất các dữ liệu điện tử, hình ảnh và hồ sơ ghi chép bằng tay, thu thập dữ liệu từ 2010- 2018

Chỉ những bệnh nhân có khuyết hồng ở gối, cẳng chân và bàn chân được phẫu thuật tái tạo bằng vật tự do, vật nhánh xuyên kiểu cánh quạt hay vật nhánh xuyên khác là được đưa vào nghiên cứu. Chúng tôi dùng từ các vật nhánh xuyên khác để nói về những vật như vật đẩy, vật nhánh xuyên không định mẫu trước. Những thông số dữ liệu thu thập bao gồm giới tính, tuổi, chẩn đoán, chẩn đoán trước mổ, kỹ thuật mổ, thời gian nằm viện, cung xoay của vật cánh quạt, thời gian nằm viện hậu phẫu, biến chứng, mổ khẩn cứu vật, khâu kín nơi cho vật, mạch máu nơi nhận. Phân tích thống kê cho các dữ liệu thời gian mổ, thời gian nằm viện hậu phẫu, tỉ lệ biến chứng, tỉ lệ mổ khẩn cứu vật, dùng phần mềm GraphPad Prism 5.04. Dùng thống kê Anova để tìm khác biệt giữa các phương án điều trị.

Chuẩn bị trước mổ

Chúng tôi thường chụp cắt lớp quy ước trước mổ, trừ trường hợp cấp cứu, hay các phương tiện hình ảnh học như MRI, CT. Một ngày trước mổ, chúng tôi thực hiện siêu âm mạch xuyên bằng máy siêu âm cầm tay tại khoa

Kỹ thuật mổ

Bắt đầu với việc dùng siêu âm định vị nhánh mạch xuyên và đánh dấu nó bằng bút. Bệnh nhân nằm ngửa. Đặt sẵn garô đùi, nhưng chúng tôi cũng không cần phải bơm garô trong các ca mổ của mình. Sau khi đã cắt lọc sạch vết thương, thì tiến hành thiết kế vật da, hình dạng, kích cỡ. Điểm đánh dấu mạch xuyên trở thành điểm xoay vật.

Chúng tôi rạch đường da nhỏ ở bờ thiết kế vật để thám sát nhánh mạch xuyên, sau khi đã thấy được vị trí chính xác của nhánh xuyên, thì tiến hành mở rộng để bóc tách cuống vật. Đây là bước tốn nhiều thời gian nhất và khó khăn về kỹ thuật hơn cả. Chúng tôi luôn cố gắng để bóc tách cuống mạch vào tận nguyên ủy của nó và bóc tách sạch các thanh mạc chung quanh cuống. Tuy

nhiên chúng tôi không tách riêng động mạch và tĩnh mạch trong cuống ra vì sợ sẽ làm tổn thương mạch máu mỏng manh (hình 1). Sau đó, chúng tôi bóc tách toàn bộ vật ra (hình 2)

Lúc này, sau khi đã bóc tách lớp dưới cân thì tiến hành xoay vật cánh quạt tới che vết thương (hình 3 và 4). Để vừa vặn hoàn toàn với vết thương thì cũng cần những điều chỉnh nhỏ ở vật sau bóc tách, chúng tôi đặt 1-4 ống dẫn lưu mềm

Phần cánh quạt nhỏ được quay lại che 1 phần nơi cho vật, còn lại là ghép da hoặc khâu kín nếu có thể (hình 5 và 6). Chúng tôi đều dùng phương pháp hút áp lực âm cho tất cả các trường hợp vật nhánh xuyên cánh quạt trong 5 tới 7 ngày, đặt che phủ cả vật lẫn nơi cho vật. Hậu phẫu, bệnh nhân phải nằm yên trong 5 ngày.

Chúng tôi dùng kính lúp phóng đại 4,3 lần, kính lúp tiện hơn kính hiển vi vì chúng tôi có thể dễ dàng quan sát ở nhiều góc độ khác nhau.

Kỹ thuật bóc tách các vật khác, bao gồm vật tự do, giống như mô tả trong y văn. Sử dụng hút áp lực âm cùng số ngày trong kỹ thuật mổ vật tự do, vật nhánh xuyên kiểu khác và vật nhánh xuyên kiểu cánh quạt ngay trong mổ. Nơi cho vật tự do thì được đắp gạc thường chứ không đặt hút áp lực âm

Kết quả

Chẩn đoán

Chẩn đoán trước mổ được ghi riêng cho từng trường hợp

Bệnh nhân

Tổng số 56 bệnh nhân (14 nữ và 42 nam), tuổi trung bình 54,13 (từ 2- 82 tuổi)

Bệnh nhân được phân loại thành 3 nhóm: Phẫu thuật bằng vật tự do, vật nhánh xuyên cánh quạt và vật nhánh xuyên khác. Nhóm vật tự do có 34 bệnh nhân (7 nữ và 27 nam), tuổi trung bình là 55,18 (từ 23- 82 tuổi), nhóm vật cánh quạt có 14 bệnh nhân (4 nữ và 10 nam), tuổi trung bình 52,38 (từ 17-72 tuổi). Cuối cùng, nhóm vật nhánh xuyên khác có 8 bệnh nhân (3 nữ và 5 nam), tuổi trung bình 52,75 (từ 2- 78 tuổi)

Nguyên nhân

Chỉ định phẫu thuật bao gồm 5 nhóm nguyên nhân: Chấn thương ở 20 ca (35,71%), chậm lành thương ở 14 ca (25%), nhiễm trùng mãn ở 13 ca (23,21%), loét mãn ở 5 ca (8,93%) và khuyết hồng sau mổ bướu 4 ca (7,14%). 4 trong 20 ca bị chấn thương (20%) có tổn thương nghiêm trọng kèm theo. 32 trong 56 bệnh nhân (57,14%) còn có bệnh kèm theo, có 1 ca (1,78%) không có thông tin về vấn đề này. Bệnh kèm theo hay gặp nhất là tăng huyết áp ở 17 ca (30,36%), bệnh động mạch ngoại biên ở 16 trường hợp (28,57%), đái tháo đường 12 ca (21,43%), rối loạn mỡ máu 5 ca (8,93%). Ngoài ra còn có các bệnh như rung nhĩ kịch phát, béo phì, suy thận, bệnh phổi tắc nghẽn mãn tính, nghiện thuốc lá, nghiện rượu, u đại tràng, tiểu cầu thấp, nhược giáp, loãng xương và điều trị rối loạn đông máu.

Các vạt và tình trạng phẫu thuật

7 loại vạt tự do: 15 vạt cơ thon, 8 vạt cơ thẳng bụng, 5 vạt cơ lưng rộng, 3 vạt trước ngoài đùi, 1 vạt da cơ thẳng bụng, 1 vạt cẳng tay quay và 1 vạt đế gót tự do. 3 nhóm mạch nhận dùng trong vạt tự do: động mạch chày trước, động mạch chày sau, và động mạch khoeo. Mạch nhận thường dùng nhất là động mạch chày sau, dùng ở 18 ca (52,94%), kế đến là động mạch chày trước ở 15 ca (44,12%) và động mạch khoeo dùng ở 1 trường hợp (2,94%).

Vạt nhánh xuyên kiểu cánh quạt, có nguyên ủy từ động mạch chày sau ở 10 trường hợp (71,43%), từ động mạch chày trước ở 4 ca (28,57%), không có vạt cánh quạt có nguyên ủy từ động mạch khoeo

Vạt nhánh xuyên khác, từ động mạch chày sau có 5 trường hợp (62,5%), từ động mạch khoeo có 2 ca (25%), không có vạt với nguyên ủy từ động mạch chày trước được dùng

Cung xoay trung bình của vạt cánh quạt là 172,14 độ (từ 120-180 độ)

Phương án che phủ nơi cho vạt đối với vạt tự do phổ biến nhất là khâu kín, ở 32 trên 34 trường hợp (94,1%). Chỉ 1 bệnh nhân (2,94%) cần phải ghép da nơi cho vạt. Đối với ghép vạt đế gót tự do sau khi cắt cụt do bướu, không cần khâu khép nơi cho vạt.

Trong nhóm dùng vật nhánh xuyên cánh quạt, cần ghép da nơi cho vật ở 11 trường hợp (78,57%), có 2 trường hợp vừa ghép da vừa khâu da (14,28%). Chỉ có 3 ca là khâu kín được nơi cho vật (21,43%).

Sau khi bóc tách vật nhánh xuyên kiểu khác, ghép da cần dùng trong 5 ca (62,5%), trong đó có 1 ca ghép da kết hợp khâu da (12,5%). Có 3 ca (37,5%) chỉ cần khâu da nơi cho vật là đủ. Xét riêng việc khâu kín da nơi cho vật, sự khác biệt giữa vật tự do, vật cánh quạt và vật nhánh xuyên khác có ý nghĩa thống kê ($p=0,04$) (hình 7)

Trong tất cả các vật nhánh xuyên, chỉ 27,27% là có thể khâu kín nơi cho vật, 72,73% cần phải ghép da bổ sung

Thời gian mổ trung bình là 290,61 phút (từ 48- 545 phút). Trong nhóm vật tự do, cần dùng 367,85 phút (từ 240- 545 phút), trong khi nhóm vật cánh quạt và vật nhánh xuyên khác là 198,64 phút (từ 86- 373 phút) và 123,25 phút (từ 48-234 phút). Thời gian mổ của vật cánh quạt so với vật tự do ngắn hơn nhiều, khoảng 169,21 phút (46%, $p<0,0001$). Cũng như thế, thời gian mổ vật nhánh xuyên khác ngắn hơn mổ vật tự do khoảng 244,6 phút (66,5%, $p<0,0001$) (hình 8)

Các biến chứng

Trong 13 ca ở nhóm vật tự do (38,24%), có biến chứng: 5 ca hoại tử vật hoàn toàn (14,7%), 3 ca hoại tử một phần vật (8,82%) và 4 ca chậm lành (11,76%) và 1 ca bị phù nơi cho vật (2,94%). Trong nhóm này, 14 ca cần mổ khẩn cứu vật (41,17%). Có 3 ca vật tự do (8,82%) không cần can thiệp gì mà để chờ lành tự nhiên.

Trong các vật cánh quạt, có 1 ca hoại tử hoàn toàn (7,14%) cần phải mổ che phủ bằng phương án khác (7,14%).

Trong nhóm vật nhánh xuyên khác, biến chứng gặp ở 25%: 1 ca có hoại tử một phần (12,5%) và 1 ca có một phần không dính vào nền vết thương (12,5%), ở cả 2 ca này cần cắt lọc lại (25%)

Có sự khác biệt về biến chứng chung giữa nhóm vật tự do với vật cánh quạt ($p=0,0315$). Tuy nhiên, không có khác biệt giữa vật tự do và vật nhánh xuyên khác ($p=0,4941$) và giữa vật cánh quạt với vật nhánh xuyên khác ($p=0,2612$)

Về việc hoại tử vật hoàn toàn, không có khác biệt giữa vật tự do và vật cánh quạt ($p=0,4884$), vật tự do và vật nhánh xuyên khác ($p=0,2656$), vật cánh quạt và vật nhánh xuyên khác ($p=0,5083$). Hơn nữa, không có khác biệt nhiều giữa hoại tử một phần giữa 3 nhóm (vật tự do và vật cánh quạt, $p=0,2675$, vật tự do và vật nhánh xuyên khác, $p=0,7769$, vật cánh quạt và vật nhánh xuyên khác, $p=0,2193$)

Cần mổ lại để che phủ bằng phương pháp khác có sự khác biệt giữa các nhóm vật tự do và vật cánh quạt ($p=0,0204$), không có khác biệt về mặt này giữa nhóm vật tự do và vật nhánh xuyên khác ($p=0,4090$), và giữa vật cánh quạt với vật nhánh xuyên khác ($p=0,2612$). Trong trường hợp của vật cánh quạt và vật nhánh xuyên khác, không có biến chứng nào được ghi nhận ở nơi cho vật

Chăm sóc hậu phẫu

Bệnh nhân được mổ vật tự do cần nằm viện hậu phẫu khoảng 31,41 ngày (từ 6-92 ngày), lâu nhất trong các nhóm. Bệnh nhân cần được mổ vật cánh quạt nằm viện trung bình 26,64 ngày (9-105 ngày) hậu phẫu. Với vật nhánh xuyên khác là 16,87 ngày (từ 6-31 ngày). Bởi vậy, thời gian nằm hậu phẫu ở nhóm mổ vật cánh quạt ngắn hơn 4,77 ngày (15,19%) so với nhóm vật tự do. Hơn hết, nhóm mổ vật nhánh xuyên khác có thời gian nằm viện ngắn hơn so với mổ vật tự do 14,54 ngày (46,3%). Nhìn chung, thời gian hậu phẫu ở nhóm vật nhánh xuyên ngắn hơn 8,32 ngày (26,49%), so với nhóm vật tự do. Nhưng những khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p=0,1839$) (hình 9)

Bàn luận

Nhìn chung, chiến lược điều trị khuyết hồng chi dưới của chúng tôi dựa theo đề xuất của Heller và Levin năm 2001. Theo chúng tôi, tái tạo khuyết hồng mô mềm ở chi dưới có những thách thức bởi vì các mô chung quanh có độ co giãn kém hơn. Cần quan tâm tới kích thước vết

thương, lộ xương, các cấu trúc quý như gân, mạch máu hay thần kinh, một quyết định điều trị thật hợp lý sẽ cần được đưa ra để có được phương án mổ đúng đắn. Yếu tố nguy cơ thất bại hay biến chứng khó có thể đánh giá hết, và ưu nhược điểm của vật cánh quạt, các vật khác cần được cân nhắc kĩ.

Tiêu chí quyết định sử dụng vật cánh quạt là mô chung quanh vết thương còn tốt, nhánh xuyên thích hợp, khoảng cách từ nhánh xuyên tới vết thương ở mức hợp lý

Trong y văn, các tổn thương cần che phủ bằng vật thường có nguyên nhân từ chấn thương (55,2%), kế tới là sau bóc bướu (14,1%), loét mãn (9,4%), biến chứng hậu phẫu (6,1%), viêm xương (4,7%), loét tì đè (3,8%), bỏng (2,8%), co rút do khâu (2,3%), sẹo không lành (1,4%) và hoại tử do xạ trị (0,2%)

Hơn nữa, những nghiên cứu khác cho thấy không có tiêu chuẩn chính xác hay điểm tựa nào để quyết định mức tổn thương nào là che phủ an toàn bằng loại vật cụ thể nào. Một số nghiên cứu có đề cập việc nhánh xuyên với đường kính 0,7 mm thì cấp máu được cho 47cm² diện tích vật nhánh xuyên. Nhưng thật không khả thi để định lượng chính xác bề mặt da được cấp máu an toàn bởi một nhánh xuyên trên lâm sàng. Bề mặt da lớn tới 100 cm² cũng không cho thấy có liên quan tới tỉ lệ biến chứng. Yasir thấy rằng diện tích da của vật nhánh xuyên có thể lớn tới 190 cm² chỉ dựa vào 1 nhánh xuyên duy nhất bởi vì có nhiều điểm nối của các nhánh xuyên tỏa ra trong vật (hình 10, 11 và 12)

Tuy nhiên, Lazzeri cho thấy rằng ở một số trường hợp, hoại tử mép vật có thể do sự thông nối kém hiệu quả của các nhánh xuyên trong vật da. Theo Panse, tỉ lệ hoại tử vật sẽ cao hơn 6 lần khi chiều dài vật vượt quá 1/3 độ dài chi, nghiên cứu này đã cố gắng để đưa ra con số cụ thể và tiêu chuẩn quốc tế cho vật, hơn là nói về con số chung chung về diện tích da an toàn sau bóc tách. Dẫu vậy, vật cánh quạt và vật đẩy dường như không phù hợp cho vết thương trung bình và lớn

Những đánh giá của chúng tôi về kích thước tổn thương lại không đủ dữ liệu ghi nhận trong hệ thống, vì thế mà chúng tôi không thể có được con số kích thước cụ thể trong nghiên cứu của mình, đó cũng là điểm yếu ở báo cáo này.

Vị trí của nhánh xuyên là một trong số dữ liệu chúng tôi ghi nhận, như mô tả ở trên, để quyết định loại vật sử dụng. Nếu dùng vật tại chỗ và nhánh xuyên ở vị trí thích hợp, nghĩa là

khoảng cách từ nhánh tới vết thương không vượt quá kích thước tổn thương thì chúng tôi dùng vật kiểu cánh quạt, dầu thế chúng tôi vẫn cân nhắc dùng vật nhánh xuyên không định hình trước. Theo Brunetti, khoảng cách giữa nhánh xuyên chính và tổn thương cần được đưa vào tiêu chí quyết định chọn phương án mổ. Nếu khoảng cách từ nhánh xuyên tới vết thương không vượt quá kích thước của vết thương, thì họ chọn sử dụng vật cánh quạt. Mặt khác, họ có thể dùng vật đẩy, vì cho rằng nó có ưu điểm riêng về cuống mạch an toàn, hiệu quả thẩm mỹ, so với vật cánh quạt

Sử dụng siêu âm cầm tay đã giúp ích chúng tôi trong việc định vị nhánh xuyên cũng như mạch máu nơi nhận khi dùng vật tự do. Hầu hết các nhóm phẫu thuật tạo hình đều dùng siêu âm cầm tay và chỉ một số ít muốn dùng cắt lớp quy ước (CT). Họ cho thấy tỉ lệ định vị được nhánh xuyên lên tới 80%. Trong y văn, chúng tôi không thấy có ghi nhận về sử dụng hình ảnh cắt lớp quy ước cho ý định này.

Ngoại trừ các ca cấp cứu và những bệnh nhân đã có các phương tiện hình ảnh chẩn đoán trước đó như động mạch đồ, thì còn lại chúng tôi dùng cắt lớp quy ước trước khi phẫu thuật như mô tả ở trên. Theo chúng tôi, đây là phương tiện hình ảnh học chẩn đoán có độ phân giải tốt hơn cả chụp động mạch đồ. Hơn nữa, cắt lớp quy ước cho phép bác sĩ chẩn đoán hình ảnh nhìn được hình ảnh động từ nhiều góc độ bằng cách xoay chân hay di chuyển lúc thực hiện chụp. Điều này rất hữu ích ở những bệnh nhân có vật liệu kim loại trong người. Nếu dùng động mạch đồ thì thường mất tín hiệu ở vùng cản bởi dụng cụ kết hợp xương. Ngoài ra, có thể phải luôn ống dẫn cản quang vào mạch máu nhiều lần trong quá trình chụp động mạch đồ có thể làm gia tăng dòng chảy trong một số mạch đã tắc, vì thế có ảnh hưởng tới kết quả của liệu pháp điều trị tổn thương

Kỹ thuật mổ phù hợp dựa trên điều kiện tại chỗ vết thương và tổng trạng chung. Tiêu chí chọn vật cánh quạt của chúng tôi là hiện diện của nhánh xuyên và khoảng cách từ nhánh xuyên tới vết thương, như đề cập từ trước và tình trạng tại chỗ vết thương tốt. Tuy nhiên, Cajozzo đưa vào cây sơ đồ của họ những tiêu chí yếu tố nguy cơ như tuổi, bệnh lý nền, vùng chịu lực, sẹo rộng. Khi tổn thương với chiều rộng dưới 4 cm và không có yếu tố nguy cơ như mô tả của Cajozzo ở trên thì dùng vật nhánh xuyên, còn lại thì dùng vật tự do

Ngoài ra, Gir làm phân tích gộp trên 15 báo cáo, theo bài tổng quan này có 186 trường hợp dùng vật cánh quạt, tỉ lệ biến chứng không có bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như tuổi, giới, nguyên

nhân khuyết hồng khác nhau (chấn thương, u bướu, hậu phẫu, hay viêm cơ xương), nguyên ủy động mạch (động mạch chày hay mác), và kích thước vết thậm chí lên tới trên 200 cm². Chỉ những trường hợp mà tổn thương nằm ở phần xa, 1/3 xa cẳng chân, thì có gia tăng tỉ lệ biến chứng.

Trục vật nằm ở khác trục chi cũng không quá ảnh hưởng tiêu cực tới tiên lượng, trục hướng ngang khi dùng vật đẩy có kết quả rất tốt trong điều trị những vết thương nhỏ tới trung bình

Chúng tôi không đưa chống chỉ định với các trường hợp tuổi cao, đái tháo đường khi dùng vật cánh quạt. Có lẽ, đái tháo đường có thể là nguyên nhân gây hoại tử vật toàn bộ ở 1 trường hợp, bệnh nhân này có bệnh nền nặng, béo phì, đái tháo đường, tiền sử hút thuốc lá, có chấn thương trước đó ở vùng mô chung quanh vết thương hiện tại. Siêu âm cầm tay cho thấy có nhánh xuyên tốt nằm kế vết thương. Tuy nhiên, trong quá trình mổ khắc phục hậu quả sau khi vật cánh quạt bị hoại tử, chúng tôi thấy rằng hệ thống động mạch tại chỗ bị xơ hóa, dù cho bệnh nhân còn trẻ. 38 tuổi và thấy hình ảnh động mạch đồ bình thường. Bởi thế, rất khó để khẳng định một nguyên nhân cụ thể nào gây ra hoại tử vật ở trường hợp này.

Bekara chứng minh trong nghiên cứu phân tích gộp 40 báo cáo của họ, có 428 vật cánh quạt, chỉ có 3 yếu tố nguy cơ có liên quan tới biến chứng: Tuổi trên 60, đái tháo đường, bệnh lý động mạch. Những yếu tố sau đây không ảnh hưởng tới tiên lượng: Hút thuốc lá, tăng huyết áp, chấn thương cấp, gãy xương, vị trí tổn thương ở chi dưới (1/3 dưới hay chỗ nào khác của chân), bề mặt tổn thương trên 100 cm², tổn thương cả lớp cân và cuống xoay hơn 120 độ. Tuy nhiên, Brunetti cho rằng giảm góc xoay có thể tăng tưới máu vật và cải thiện tiên lượng vật hơn.

Wong cho rằng nhánh xuyên đường kính 1 mm cần chiều dài 30 mm để có thể cho góc xoay lớn mà không bị xoắn và ảnh hưởng tưới máu

Gir cho rằng biến chứng chính ở những trường hợp vật cánh quạt là hoại tử một phần vật, ứ máu tĩnh mạch, hoại tử lớp thượng bì, hoại tử toàn bộ vật và tụ máu. Nhìn chung, tỉ lệ biến chứng ở vật cánh quạt là 25%; hay gặp nhất là hoại tử một phần, chiếm 11,3%, theo sau là ứ máu tĩnh mạch (8,1%). Tỉ lệ biến chứng của vật cánh quạt trong nghiên cứu của Bekara là 25%, thường gặp nhất là hoại tử một phần (10,2%), hoại tử hoàn toàn (3,5%), hoại tử thượng bì (3,5%) và ứ máu tĩnh mạch (3%). Cần mổ lại ở 6,45% số trường hợp và tỉ lệ sống vật đạt 84,3%.

Dựa trên những kết quả từ các nghiên cứu khác, có khác biệt về tỉ lệ biến chứng trong nghiên cứu của chúng tôi và từ các báo cáo ở các trung tâm khác. Lý do có thể là do số lượng vật được mổ tại cơ sở chúng tôi còn ít. Lý do khác có thể do việc dùng thường quy liệu pháp áp lực âm cho tất cả các vật da ngay trong mổ ở cơ sở của chúng tôi. Trong lúc ấy, nhiều nghiên cứu cho thấy cải thiện được tưới máu khi dùng liệu pháp áp lực âm, nhờ đó mà cải thiện được khả năng sống của vật. Tuy nhiên, ở cơ sở của chúng tôi, vật tự do không lấy đảo da, thì việc theo dõi sẽ bị giới hạn khi dùng liệu pháp áp lực âm, vì thế việc tưới máu vật kém có thể không phát hiện kịp thời được, khiến cho việc mổ khẩn cứu vật không đạt được, đó là lý do tại sao tỉ lệ hoại tử vật tự do cao ở cơ sở chúng tôi.

Hơn nữa, tỉ lệ biến chứng cao ở nhóm mổ vật tự do của chúng tôi còn do yếu tố bệnh nền. Ví dụ, những ca vật tự do hoại tử hoàn toàn (14,7%) thì có béo phì, chân thương nặng.

Như vậy một cách hệ thống thì các yếu tố nguy cơ có thể ảnh hưởng tới tỉ lệ biến chứng khác nhau giữa các bệnh nhân của chúng tôi và ở các trung tâm điều trị khác, với tỉ lệ biến chứng khi mổ vật tự do của họ thấp hơn

Một khía cạnh quan trọng trong phẫu thuật tạo hình bằng vật da là khâu kín thì đầu và thương tổn nơi cho vật. Theo Bekara, ở hầu hết các trường hợp (69,7%) dùng vật cánh quạt có thể khâu kín thì đầu được và 30,3% cần phải ghép da bổ sung. Tuy nhiên, Gir cho thấy kết quả khác: 37,3% có thể khâu kín còn 62,7% cần phải ghép da. Đây là nhược điểm của vật tại chỗ. Chúng cho phép thay thế mô tương đồng, ở hầu hết các trường hợp cũng cần ghép da bổ sung vùng kế bên vật, cũng có giảm đi tính thẩm mỹ. Theo chúng tôi, ở những trường hợp dễ thấy vật kích thích dày mà không thể thực hiện làm mỏng vật ngay khi bóc vật được như vật cơ hay vật cơ da, thì có nguy cơ không tương đồng về độ dày vật với da chung quanh nơi che phủ, cần thực hiện làm mỏng vật vào thì 2. Vật cân tự do hoặc vật siêu mỏng có thể mang lại tính thẩm mỹ cao hơn vì nó vừa vặn với khuyết hồng.

Kinh nghiệm của chúng tôi trong thực hành vật tại chỗ thì không thấy có biến chứng nào ở nơi cho vật. Tuy nhiên, như đề cập ở trên, tính thẩm mỹ có bị ảnh hưởng bởi việc ghép da vào nơi cho vật. Chúng tôi ghi nhận 1 trường hợp có biến chứng nơi cho vật khi bóc vật tự do, bị tụ huyết thanh, nó tự khỏi mà không cần can thiệp phẫu thuật. Cũng như, ngoại trừ ca ghép vùng tì

đề tự do thì hầu như các ca vật tự do đều có thể khâu kín nơi cho vật. Cách này mang lại tính thẩm mỹ cao hơn là ghép da, đó là lợi điểm lớn của vật tự do.

Tuy vậy, trong một số y văn, nhiều tác giả tranh luận rằng vật cánh quạt có nhiều lợi điểm hơn so với các vật khác, đặc biệt hơn vật tự do, vì nó cần thời gian mổ ngắn hơn, nằm viện ngắn hơn, tổn thương nơi cho vật ít hơn, bảo tồn mạch máu chính của chi, thần kinh và cơ, che phủ tổn thương bởi mô tương đồng. Bởi vì cần khâu nối vi phẫu mạch máu, nên vật tự do yêu cầu kỹ thuật chuyên môn sâu cao hơn, cuộc mổ phức tạp và ngắn thời gian hơn. Vì những điều này, sau mổ vật tự do cần nằm theo dõi lâu hơn

Cần nhắc lại rằng vật cánh quạt hay vật nhánh xuyên dùng kiểu đẩy không dùng được cho vết thương trung bình hoặc lớn. Bên cạnh đó, những ca vật tự do chính trong nghiên cứu của chúng tôi có thể được bóc tách theo kiểu cũ như vật cơ, vật cơ da. Dẫn tới là, những so sánh trong nghiên cứu của chúng tôi có sự không thực sự đồng nhất vì chúng tôi chỉ có vài trường hợp dùng vật nhánh xuyên tự do. Lợi điểm thêm nữa của vật tự do là có thể sử dụng kiểu vật nhánh xuyên tự do. Dù nó yêu cầu rất cao về mặt kỹ năng, kiến thức sâu về giải phẫu và sự tự tin của phẫu thuật viên, vật nhánh xuyên tự do, là bản nâng cao của vật tự do, có tính tối ưu cao cho các khuyết hổng phức tạp, nhiều thách thức. Vật nhánh xuyên tự do mở rộng được nhiều vùng cho vật hơn. Vùng cho vật ở vật tự do thường quy có thể hiệu chỉnh trong mổ trở thành dạng vật nhánh xuyên tự do, giúp bảo tồn được nhiều mạch máu chính và cấu trúc liên quan hơn. Bởi vậy, phẫu thuật vật tự do thường quy đang dần được thay thế bằng vật nhánh xuyên tự do

Cả hai phương án vật tự do và vật có cuống đều có những ưu và nhược điểm riêng, nên thật khó để nói rằng phương án nào có ưu điểm tuyệt đối trong việc điều trị vết thương chi dưới

Kết luận

Nhiều tác giả khuyến khích dùng vật tự do để điều trị vết thương chi dưới, tuy nhiên số phẫu thuật viên muốn dùng vật cánh quạt đang gia tăng khi điều trị cho các bệnh nhân với các điều kiện thích hợp.

Từ những kết quả trong nghiên cứu của mình, chúng tôi đề xuất dùng vật tại chỗ cho tổn thương ở gối, cẳng chân và bàn chân. Ở những ca được chọn mổ bằng vật nhánh xuyên và không có xử trí thêm ở mô chung quanh vết thương, phẫu thuật viên có kỹ năng và kinh nghiệm thường chọn vật nhánh xuyên kiểu cánh quạt, hơn là vật tự do. Vật nhánh xuyên cánh quạt có thời gian mổ ngắn hơn, ít biến chứng hơn và ít mổ lại hơn. Mổ bằng vật cánh quạt có thể rút ngắn thời gian nằm viện, tuy nhiên, vì cỡ mẫu của chúng tôi về phương pháp này nhỏ, kết quả về thời gian nằm viện hậu phẫu không có nhiều ý nghĩa

Giới hạn của nghiên cứu này ở chỗ chỉ có vài ca vật nhánh xuyên tại chỗ được thực hiện ở cơ sở chúng tôi, cũng như hầu như vật tự do được thực hiện theo kiểu vật cơ, vật cơ da kinh điển. Hơn nữa, dữ liệu hồi cứu của chúng tôi thiếu thông tin về kích thước tổn thương hay kích thước vật, nó có thể làm cho sai lệch thông tin so với vật tự do. Cuối cùng, cả vật tự do và vật tại chỗ đều thiếu các tiêu chuẩn đánh giá tính thẩm mỹ và chức năng sau mổ

Tóm lại, vì tính phức tạp của vấn đề, mà chưa nghiên cứu sâu, nên vẫn thật khó để chọn ra phương án tối ưu cho điều trị vết thương ở phần dưới cẳng chân và bàn chân.



Surgical defect reconstructions in knee, lower leg, and foot with flaps: a retrospective analysis

Adam Stepniewski¹ · Dominik Saul² · Helen Synn³ · Gunther Felmerer¹

Received: 26 February 2019 / Accepted: 29 December 2019 / Published online: 30 January 2020
© The Author(s) 2020

Abstract

Background The first description of local fascio-cutaneous flaps used for the coverage of soft tissue defects of the limbs originates from the 1980s. Over the years, this technique has advanced, and in the meantime, a sub-group of flaps named *perforator-based propeller flaps* has gained increased attention. In our study, we aimed to demonstrate our experience of operating surgeries with *perforator-based propeller flaps* and to compare this technique with other flap techniques, which are to reconstruct tissue defects of the knee, lower leg, and foot.

Methods A systematic retrospective search for flap procedures for defect reconstructions in the knee, lower leg, and foot from our database was performed. All data between January 2010 and August 2018 were considered. We identified 56 procedures performed on 14 female and 42 male patients with the mean age of 54.13 years. Reconstruction procedures consisted of 34 *free flaps*, 14 *perforator-based propeller flaps*, and eight *other perforator-based flaps*. Compared to *free flaps*, the *perforator-based propeller flaps* had shorter surgery duration by 46.6% ($p < 0.0001$) and the complication rate in the cases of *perforator-based propeller flaps* was reduced by 31.14% ($p = 0.0315$). Furthermore, the operations carried out with *perforator-based propeller flaps* resulted in a significantly lower rate of revisions by 36.03% ($p = 0.0204$), compared to those with *free flaps*. The majority of the donor sites of *free flaps* were self-closing with the direct suture ($p = 0.004$).

Conclusions Based on our findings, we can propose the applicability of *perforator-based flaps* in treating defects of the knee, lower leg, and foot. With a correct indication, *perforator-based propeller flap* represents a promising alternative to *free flaps*, with its significantly shorter surgery duration, lower complications rate, and lower revision rate. However, both techniques of the free flap transfer and the transfer of local pedicle-based flap possess their advantages and disadvantages. Therefore, it is hard to define which microsurgical technique is exclusive in treating lower leg defects.

Level of evidence: Level IV, therapeutic study.

Keywords Defect reconstruction · Free flap · Perforator-based flap · Perforator-based propeller flap · Fascio-cutaneous flap

✉ Adam Stepniewski
adam.stepniewski@med.uni-goettingen.de

Dominik Saul
dominik.saul@med.uni-goettingen.de

Helen Synn
helen.synn@stud.uni-goettingen.de

Gunther Felmerer
gunther.felmerer@med.uni-goettingen.de

¹ Division of Plastic Surgery, Department of Trauma Surgery, Orthopedics and Plastic Surgery, University Medical Center Goettingen, Goettingen, Germany

² Department of Trauma Surgery, Orthopedics and Plastic Surgery, University Medical Center Goettingen, Goettingen, Germany

³ University Medical Center Goettingen, Goettingen, Germany

Introduction

The first description of the local fascio-cutaneous flaps used for the coverage of soft tissue defects of the limbs was from Ponten in 1981 [1]. Thanks to their anatomical studies, Palmer and Taylor defined static vascular territories of each main vessel and their perforators as angiosomes [2]. Moreover, Saint-Cyr et al. defined the vascular territory supplied by a single perforator as perforasome [3]. The term “perforator-based flap” was introduced by Kroll and Rosenfield, and in 1991, the term “propeller flap” was proposed by Hyakusoku, who first described an adipocutaneous flap, which could be rotated only by 90° on the pedicle as a pivot point. The limited rotation of the skin island was due to the location of random pedicle completely embedded in adipose

subcutaneous tissue. The longitudinally shaped skin island, with its length exceeding the width, consisted of two paddles, one longer and one shorter, similar to the blades of a plane propeller [4].

Also, Hallock introduced further improvement by skeletonizing the central pedicle, which was then set free from fat tissue and fascial or septal adhesions. This maneuver allowed more rotational movement of the skin island up to 180°, without buckling the nourishing perforator. While the longer paddle of the flap covered the defect, the shorter was placed over the donor site and contributed to its direct closure. This technique is still valid nowadays [5].

According to Advisory Panel of the First Tokyo Meeting on Perforator and Propeller Flaps in June 2009, a propeller flap can be described as an “island flap that reaches the recipient site through an axial rotation”. Island flaps moved in other ways, e.g., by the advancement, or incomplete islanded flaps, are excluded from the aforementioned definition [6].

Similar to the proposals of the “Gent Consensus on Perforator Flap Terminology” in 2001, there are some demands on the classification of propeller flaps. A correct classification should include the type of nourishing pedicle (subcutaneous-pedicled, perforator-pedicled, and supercharged propeller flap), the degree of rotation, and the artery of origin of the perforator. Thus, *perforator-based propeller flaps* should be identified based on the skin’s source of the nutrient vessel, not on the underlying muscle [7, 8].

Since then, many new findings were published, contributing to improvements in surgical techniques, identification of risk factors, and prevention of postoperative complications. With our retrospective evaluation, we aimed to present our experience of performing the *perforator-based flaps* and comparing it with other flap techniques in reconstructing tissue defects of the lower leg.

In our opinion, parameters such as surgery duration, duration of the postoperative on-ward-stay, complication rate, and revision surgery rate are essential, concerning both medical and economical aspects of treatments.

Materials and methods

For the retrospective evaluation, we extracted the data from the electronic, photographic, and paper-based documentation. We included data collected between 2010 and 2018.

Only patients, who had defects of the knee, lower leg, and foot and were treated with free flaps (*ff*), *perforator-based propeller flaps* (*ppf*), or *other perforator-based flaps* (*opf*), were included in our investigation. We coined a term *other perforator-based flaps* (*opf*) to incorporate further different types of flaps such as local freestyle perforator-pedicled advancement or transposition flaps, and local random pattern advancement or transposition flaps into a collective term. The included parameters for our

evaluations were gender, age, diagnose, pre-operative diagnostics, surgical procedure, duration of surgery, arch of propeller rotation, duration of postoperative hospitalization, complications, revision surgeries, donor-site closure, and recipient vessel or angiosome. Statistical analyses for surgery duration, duration of postoperative on-ward-stay, complication rate, and revisions rate were conducted using GraphPad Prism 5.04 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). One-way analysis of variance (ANOVA, $p < 0.05$) was applied to reveal the differences between the treatments. The differences between individual means were estimated using Tukey post hoc test for multiple comparisons with a significance level of 0.05 (95% confidence interval) ($***p \leq 0.001$, $**p \leq 0.01$, $*p \leq 0.05$). Data in the figures were displayed with means and standard errors of the means.

Preparation of surgery

In preparation of the surgery, we performed a conventional angiography unless the surgery was an urgent case, or some other diagnostic tools, such as contrast-enhanced MRI or CT, were already acquired and available. The day before surgery, we ensured the availability of a proper perforator by using a hand-held Doppler on the ward.

Surgical procedure

We started surgery by locating the perforator with a hand-held Doppler and marked its location with a pen. Only the supine position was employed on the operating table. A tourniquet was placed on the patient’s thighs, but there was no necessity to inflate it in any of our operations. After the debridement of the defect, the precise planning of flap position, shape, and size was possible. Previously marked area of the perforator created a pivot point of the propeller.

We made an incision along with the previous marks close to the supposed perforator position until the perforator was visible. Once we established its location, the dissection of the pedicle started. This surgical step took the longest time and was technically the most challenging. We always attempted to free the pedicle until the main vessel was reached. Thus, we secured the buckling-free rotation of the pedicle. However, we did not separate the pedicle artery from veins to avoid accidental vessel damage (Fig. 1). Then, we completed the rest of the circumcission around the planned flap (Fig. 2).

At this point, after the dissection beneath the fascia, the rotation of the propeller was completed, and it was placed onto the defect (Figs. 3 and 4). Fitting of the flap precisely into the defect site sometimes required minor corrections such as excisions of small areas of the flap. For drainage, we placed 1–4 easy-flow drains.

Donor site closure was made with the shorter flap paddle and by a skin graft or suturing of the rest of the wound (Figs. 5 and 6). We completely sealed all of the cases with *ppf* with vacuum-

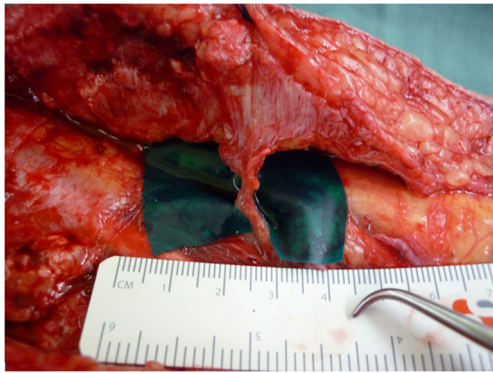


Fig. 1 Pedicle

assisted dressings for five to seven days. Vacuum-assisted dressing covered both the flap and donor site. Postoperatively, the patient was not allowed to mobilize for five days.

We operated the surgeries only under a 4.3-fold loop magnification. This magnification was appropriate and more importantly, in our opinion, in contrast to the use of the surgical microscope, the use of surgical loops allowed to observe the structures from various angles effortlessly.

Our technique of raising other flaps, including the *ff*, did not differ from the methods described in other relevant literature. All of the *opf* and *ff* were covered intra-operatively with vacuum-assisted dressing in the same way as the *ppf* were. Donor sites of *ff* were covered with conventional sterile dressings without the vacuum assistance.

Results

Diagnostics

The results of the pre-operative diagnostics will be described in a separate publication.

Patients

A total of 56 patients (14 female and 42 male patients) with the mean age of 54.13 years (range: 2–82 years) were included.



Fig. 2 Flap circumciseion

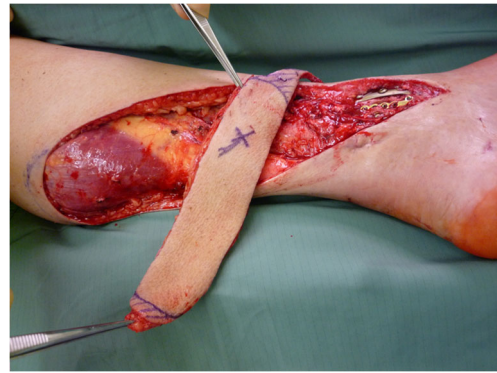


Fig. 3 Flap rotation

The patients were categorized into three groups: patients who underwent reconstructive surgeries with *ff*, *ppf*, and *opf*. The *ff* group consisted of 34 patients (7 female and 27 male patients) with the mean age of 55.18 years (range: 23–82 years). The *ppf* group had 14 patients (4 female and 10 male patients) with the mean age of 52.38 years (range: 17–72 years). Lastly, the *opf* group had 8 patients (3 female and 5 male patients) with the mean age of 52.75 years (range: 2–78 years).

Etiology

Indications for surgeries were provided due to five main reasons: trauma in 20 cases (35.71%), delayed wound healing in 14 cases (25%), chronic infections in 13 cases (23.21%), chronic ulcers in five cases (8.93%), and oncological diseases in four cases (7.14%). Four of 20 traumatized patients (20%) had additional severe injuries. Thirty-two of all 56 patients (57.14%) showed additional diagnoses; yet, in one case (1.78%), no data concerning this aspect was available. Most common co-morbidities were arterial hypertension in 17 cases (30.36%), peripheral artery disease in 16 cases (28.57%), diabetes in 12 cases (21.43%), and hypercholesterolemia in five cases (8.93%). Furthermore, there were some isolated cases of paroxysmal atrial fibrillations, morbid adiposity, renal insufficiency, chronic obstructive pulmonary disease, alcohol or cigarette abuse, pulmonary fibrosis, colitis ulcerosa, essential



Fig. 4 Flap rotation



Fig. 5 Flap fixation and donor site closure with split-thickness skin graft

thrombocytopenia, hypothyreosis, osteoporosis, and therapeutic anticoagulation.

Flaps and surgery statistics

Seven types of *ff* were operated: 15 gracilis muscle flaps, eight rectus abdominis muscle flaps, five latissimus dorsi muscle flaps, three ALT flaps, one VRAM flap, one radialis fasciocutaneous flap, and one free foot sole flap. Three types of arteries were used as recipient vessels in the *ff* surgeries: anterior tibial artery, posterior tibial artery, and popliteal artery. The most commonly used recipient vessel was the posterior tibial artery, being used in 18 cases (52.94%). Then, the anterior tibial artery was used in 15 cases (44.12%), and the popliteal artery used in only one case (2.94%). For the *ppf* surgeries, the posterior tibial artery was used as the perforasome in 10 cases (71.43%), and the anterior tibial artery was used in four cases (28.57%). No *ppf* surgery used the popliteal artery as perforasome. In the *opf* surgeries, the posterior tibial artery was used as a perforasome in five cases (62.5%), and the popliteal artery in two cases (25%). Here, the anterior tibial artery was not used as a perforasome.



Fig. 6 Result after 18 months prior to implant removal

The average arc of rotation of *ppf* was 172.14° (range: $120\text{--}180^\circ$).

The most common type of donor-site closure in the operations with *ff* was the primary suture, being performed in 32 of 34 cases (94.1%). Only one patient (2.94%) was required to receive a split-thickness skin graft. For the free transplantation of foot sole after oncological amputation of the lower leg, there was no need for donor-site closure. In the group of *ppf*, the split-thickness skin graft was used in 11 cases (78.57%); of two cases, the split-thickness skin graft was combined with a partial suture (14.28%). Only in three cases, the donor site was self-closing with primary suture (21.43%). After harvesting *opf*, a split-thickness skin graft was used for five cases (62.5%), in which one split-thickness skin graft was combined with partial suture (12.5%). In three cases of *opf* (37.5%), the closure was done only with the suturing. In terms of primary closure of the donor site with the suture alone, the differences between *ff* and *ppf* or *opf* were significant ($p = 0.004$, one-way ANOVA) (Fig. 7).

In all *local perforator-based flaps*, only 27.27% of donor sites were closed with suture alone and 72.73% with the use of split-thickness skin graft.

The duration for all surgeries was average of 290.61 min (range: 48–545 min). In the group of *ff*, the average time needed for the operation was 367.85 min (range: 240–545 min), whereas the groups of *ppf* and *opf* were 198.64 min (range: 86–373 min) and 123.25 min (range: 48–234 min), respectively. The average surgery duration of *ppf* compared to that of *ff* was significantly shorter by 169.21 min (46.0%, $p < 0.0001$, one-way ANOVA). Also, the average surgery duration of *opf* was significantly shorter than that of *ff* by 244.6 min (66.5%, $p < 0.0001$, one-way ANOVA) (Fig. 8).

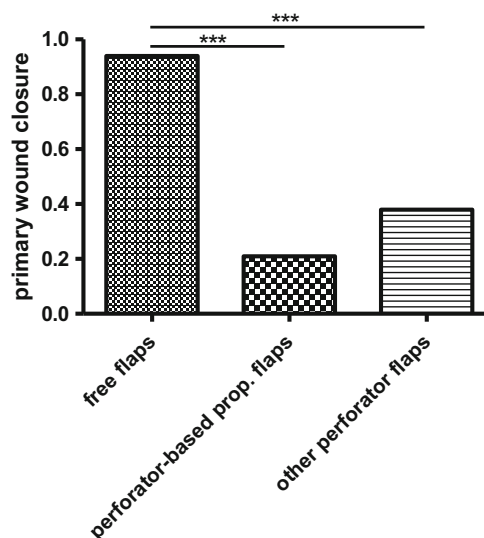


Fig. 7 Donor site closure

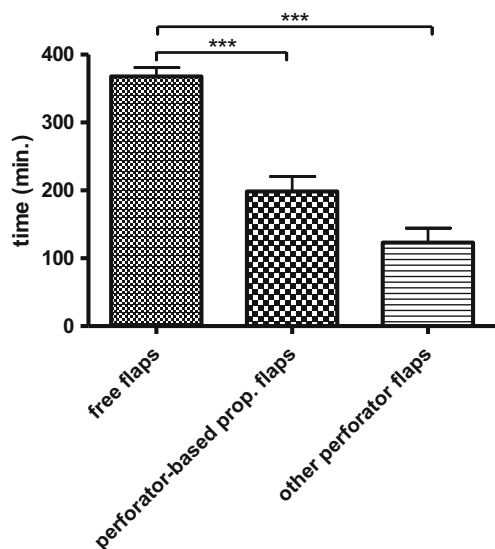


Fig. 8 Surgery duration

Complications

In the 13 cases from the *ff* operations (38.24%), complications were noted: five total flap loss (14.70%), three minor local flap necrosis (8.82%) and four wound healing delays (11.76%), and one seroma of the donor site (2.94%). In this group, 14 revision surgeries were required (41.17%). In three cases of the *ff* operations (8.82%), secondary wound healing without surgical intervention was possible. Among the *ppf* operations, one case with total flap loss (7.14%) was indicated, making the revision surgery necessary (7.14%). In two cases of *opf* operations, complications were noted (25%): one case with small local necrosis (12.5%) and one case with small wound dehiscence (12.5%). In both cases, secondary debridement was completed (25%).

There was a significant difference in overall complication rates between *ff* and *ppf* ($p = 0.0315$, unpaired *t* test, two-tailed). However, no significant differences between *ff* and *opf* ($p = 0.4941$, unpaired *t* test, two-tailed) and between *ppf* and *opf* ($p = 0.2612$, unpaired *t* test, two-tailed) were detected.

In terms of total flap loss, there were no significant differences between the *ff* and *ppf* ($p = 0.4884$, Mann-Whitney test, two-tailed), *ff* and *opf* ($p = 0.2656$, Mann-Whitney test, two-tailed), and *ppf* and *opf* ($p = 0.5083$, Mann-Whitney test, two-tailed). Furthermore, no significant differences in partial or small necrosis rates between the three groups were found (*ff* and *ppf*, $p = 0.2675$; *ff* and *opf*, $p = 0.7769$; *ppf* and *opf*, $p = 0.2193$; each Mann-Whitney test, two-tailed).

A significant difference in revision surgery rates was noted only between the operations of the *ff* and *ppf* ($p = 0.0204$, unpaired *t* test, two-tailed). There was no significant

difference between the revision operations of the *ff* and *opf* ($p = 0.4090$, unpaired *t* test, two-tailed), and between those of *ppf* and *opf* ($p = 0.2612$, unpaired *t* test, two-tailed). In cases of *ppf* and *opf*, no complications of donor sites were recognized.

Postoperative care

Patients who underwent *ff* operations had postoperative in-patient treatment for an average of 31.41 days (range: 6–92 days), which was the longest among other patient groups. Patients who had operations with *ppf* had an average of 26.64 days (range: 9–105 days) of postoperative in-patient treatment, and those with *opf* had an average of 16.87 days (range: 6–31 days). Thus, the length of the postoperative care in-patient treatment for *ppf* patient group was shorter by 4.77 days (15.19%), compared with *ff* patient group. Moreover, *opf* patient group had a shorter duration of postoperative treatment than the *ff* patient group by 14.54 days (46.3%). In general, the duration of postoperative care for all perforator-based flaps was shorter by 8.32 days (26.49%), compared to that of *ff*. But all of these results concerning the postoperative care were not statistically significant ($p = 0.1839$, one-way ANOVA) (Fig. 9).

Discussion

Generally, our strategy in reconstructing the lower leg defects is in following the algorithm proposed by Heller and Levin in 2001 [9–11]. In our opinion, operations of soft tissue defects in the lower leg are challenging due to the poor availability of

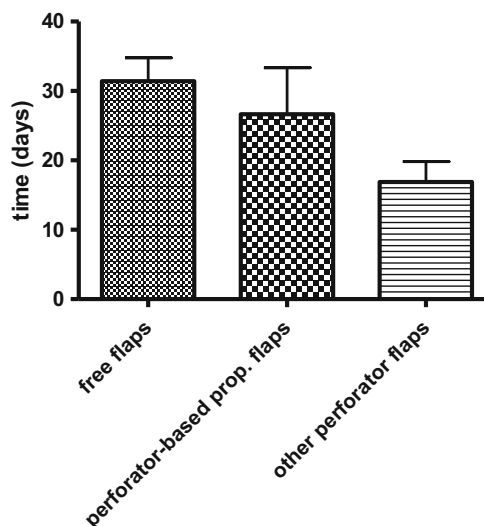


Fig. 9 Postoperative length-of-stay

surrounding tissue. Concerning the defect size, exposure of bone, bradytroph structures such as tendons, blood vessels, or nerves, an accurate decision is required to choose the proper type of operational procedures. Risk factors for failure or complications cannot be underestimated, and the advantages and disadvantages of propeller flaps and other flap techniques should be considered.

Our most critical decisive criteria for the use of *ppf* were the *availability or good condition of surrounding soft tissue* and the *presence of adequate perforators* in a proper distance of the defect not exceeding the defect diameter.

In the literature, most defects requiring flap coverage are resulted from trauma (55.2%), then are from oncologic resection (14.1%), chronic ulcer (9.4%), postoperative complications (6.1%), osteomyelitis (4.7%), pressure sore (3.8%), burn injuries (2.8%), donor site closure (2.3%), unstable scars (1.4%), and radionecrosis (0.2%) [12].

Moreover, another study suggested that there is no precise standard or reference for the safe limit of defect size as a guideline for the usage of a particular kind of flap [13]. Some findings demonstrate that a single perforator with a diameter of 0.7 mm is able to supply 47 cm² of a perforator flap [14]. But it is impossible to presumably estimate the surface of flap vascularized by a single perforator [3]. The surface area of larger than 100 cm² seems to have no significant influence on the complication rate [12]. Yasir et al. found that a large flap territory of up to 190 cm² raised on a single perforator is feasible because of the axial communications between the perforasomes within a flap [13] (Figs. 10, 11, and 12). However, Lazzeri et al. reported that in some cases, peripheral necrosis could be caused by inadequate communication between perforasomes [15]. According to Panse et al., there is a six-time higher risk of flap necrosis when the flap length exceeds one-third of the limb length; this study attempted to suggest a more objective and universal size criterion for the flaps, rather than focusing on a numerical threshold for maximal, safe surface of the flaps [16]. However, the *ppf* and



Fig. 11 Harvesting of perforator-based propeller flap

freestyle V-Y advancement flaps are claimed as relatively contraindicated in midsize and large defects [17].

Our assessment of defect size was rather subjective. Unfortunately, there is a lack of accurate description of defect size in our database. Therefore, it was not possible to objectively consider this parameter in our evaluations, and this is a potential source of bias in our study.

The location of the perforator is one of the decisive criteria, as described above, for choosing a type of flap. If the local flap was planned and the location of the main perforator is appropriate, which means that the distance between the perforator and the defect does not exceed the length of the defect diameter, we decided to perform a *propeller flap*. Otherwise, we considered making *freestyle perforator-pedicled* or *random pattern flap*. According to Brunetti et al., the distance between the main perforator and the defect was additionally included as a decisive criterion. If the distance of the audible perforator and the defect did not exceed the size of the defect diameter, they preferred to perform *perforator-based propeller flaps*. Otherwise, they have used *freestyle V-Y advancement perforator-pedicled flaps*, which, in their opinion, offered significant advantages, in terms of vascular safety and esthetic outcome, compared to *perforator-based propeller flaps* [17].

Additional use of hand-held Doppler helped us to locate perforators or recipient vessels for microsurgical anastomosis. Most of the surgical teams use hand-held Doppler and only a



Fig. 10 Midsize defect



Fig. 12 Final position of the flap

few of them the angioscanner (CT). They report the accuracy for locating perforating vessels of approximately 80%. In the literature, we did not find any reports of using conventional angiography for this particular purpose [12, 18, 19].

Except for the cases of emergency and patients with already pre-existing diagnostics such as CTA or MRA, we performed a conventional angiography before the surgery, as described above. In our opinion, it is a useful diagnostic tool because the resolution of conventional arterial angiography is much higher than that of CTA or MRA [20]. Furthermore, conventional angiography allows our radiologists to view the images dynamically from different angles as needed by rotating or moving the leg during the examination. This ability is useful in cases with patients who have metal implants or fixators. In case of CTA or MRA, beam scatter or local signal loss frequently appear in the regions with implants. Furthermore, the possibility of re-canalization by angioplasty during the arterial angiography of some obliterated vessels allows enhanced perfusion, thus improving the outcome of the defect therapy.

The appropriate surgical technique depends on local conditions and general risk factors. Our criteria for choosing *propeller flap* were the presence of perforators and their proper distance to the defect, as mentioned previously, and *the good condition or availability of healthy surrounding tissue*. However, Cajozzo et al. included in their algorithm also risk factors such as advanced age, general critical conditions, weight-bearing areas, and *wide perilesional scar tissue*. When the defects were smaller than 4 cm in width and the patient had no risk factors from the list mentioned by Cajozzo et al., *ppf* was used, and otherwise, *ff* was performed [9].

Moreover, Gir et al. conducted a systematic review of 15 publications. According to the review, which included 186 cases of *ppf*, a complication rate was not influenced significantly by factors such as age, gender, different etiologies (posttraumatic, oncological, postoperative, or osteomyelitis), artery of origin (peroneal artery or posterior tibial artery), and flap size of even more than 200 cm². Only in the cases where the location of defects was on the distal, third of lower extremity, an increased complication rate was noted [21].

The orientation of raised flaps in another direction than the leg axis does not negatively influence the outcome. Transversally oriented *freestyle V-Y advancement flaps* seem to be a good alternative in small to medium-sized defects [22].

We did not consider older age or presence of diabetes as contra-indications for the usage of *perforator-based propeller flaps*. Perhaps, the latter could have been the cause of complication (total flap loss) for this one case, where the patient had severe co-morbidities with the BMI of 55.6, diabetes, a history of heavy smoking, and pronounced trauma of surrounding

tissue. Hand-held Doppler showed a good perforator located close to the defect. However, during the revision surgery which took place after the loss of *ppf*, we discovered pronounced arteriosclerosis, despite his relatively young age of 38 and normal findings of angiography. Hence, it is difficult to specify a particular reason for the failure in this case.

Bekara et al. demonstrated in their meta-analysis of 40 articles, representing 428 *ppf* cases that only three relevant risk factors are contributing to complications: age older than 60 years, presence of diabetes, and arteriopathy [12]. The following factors have no significant influence on poor outcome: smoking status, high blood pressure, acute or posttraumatic case, bone fracture, location of defect on lower leg (distal third versus other locations of the lower leg), surface area of defect greater than 100 cm², fascia inclusion, and pedicle rotation greater than 120°. However, Brunetti et al. have shown that the reduced angle of rotation played a role in reducing the risk of vascular complication rate and improving the outcome [23].

Wong et al. demonstrated in their study that a perforator with 1 mm of diameter should be approximately 30 mm long to allow free rotation without buckling and suppressing the perfusion [3].

Gir et al. reported the main complications in the cases with *ppf* were partial flap necrosis, venous congestion, superficial epidermolysis, total flap loss, and hematoma. Overall, the complication rate of the *ppf* was by 25%; the most common was partial flap necrosis, which constituted 11.3% of the cases, followed by venous congestion (8.1%). The complication rate of *ppf* cases from the study of Bekara et al. was 25%, most common among them being partial necrosis (10.2%), complete necrosis (3.5%), epidermolysis (3.5%), and transient venous congestion (3%). Secondary surgery was necessary in 6.45% of the cases, and a complete flap survival rate was up to 84.3% of the cases [12, 21].

Based on the findings from other studies, there is a difference between our complication rate and the rates reported from other centers. One possible reason could be the small number of cases operated in our clinic [24]. The other reason for a difference could be the usage of vacuum-assisted dressings on flaps operated in our division. In the meantime, the other studies have better perfusion rates due to application of vacuum-assisted dressings, which further lead to an improvement in survival rates [25]. However, in our center, for the *ff* cases without a skin island, the proper postoperative monitoring is limited due to VAC dressing. Thus, the impairment of flap perfusion can be easily undetected, and the necessity of urgent revision surgery can be missed; this can be one of the possible further reasons, why such a high loss rate occurred from *ff* operated in our division.

Furthermore, the other explanation for the noticeably high complication rate in our patient group who had *ff* operations could be due to patients' prior health condition. For example, patients who experienced total free flap losses (14.70%) had either a morbid obesity with the BMI of more than 40 or had severe trauma with an Injury Severity Score (ISS) score of more than 16.

Such systemic risk factors may have contributed to the apparent difference in the complication rates between our patient population and results achieved in other centers, where much lower complication rates of *ff* were reported [24].

An important aspect of the surgical treatment of defects with flaps is the closure and the morbidity of the donor site. Bekara et al. reported that in most of the cases (69.7%) of patients, who had *ppf* donor site was self-closing, and in 30.3% of the cases, a skin graft was necessary [12]. Nonetheless, Gir et al. presented contrary results: 37.3% of the cases had direct closure, while 62.7% of the cases required skin graft [21]. It is a drawback of local perforator flaps. While they allow covering the defect in "like with like" fashion, in the majority of the cases, the use of more inferior skin graft adjacent to the flap is necessary, thus reducing the esthetical outcome. In our opinion, in cases with pronounced flap thickness without the possibility of simultaneous flap thinning, such as bulky muscular or myocutaneous flaps, there is a risk of thickness mismatch until the proper adjustment in a secondary surgery can be performed. Free fasciocutaneous or adipocutaneous flaps offer probably best esthetical results, assumed they fit perfectly in the defect cavity.

In our experience of performing local pedicle-based flaps, there were no complications in the area of the donor site. However, as mentioned previously, the esthetical results were not optimal due to the closure with skin grafts. We noticed one complication at the donor site after harvesting *ff*. It was a seroma, which was successfully treated without revision surgery. Also, except the case with the free foot sole transplantation, all but one donor site was closed with primary direct suture. This method offers better esthetical results at the donor site than the skin graft. Thus, this can be considered as an advantage of performing *ff*.

However, in some literature, authors argue that the *ppf* offers numerous advantages over other flap techniques, especially over *ff*, because it requires shorter surgery and hospitalization duration, result in a lower rate of donor-site morbidity, and allow preservation of main vessels, nerves, and muscles, covering in a "like with like" fashion. Because the microsurgical anastomoses of vessels

are required, the procedures of *ff* demand a higher level of surgical skills and the surgical procedures are more complex and time-consuming. Due to these facts, an overall longer hospitalization time after *ff* surgery is usually required [12, 26–28].

Though it is important to recall that *ppf* or *freestyle perforator-based V-Y advancement flaps* are relatively contraindicated in midsize or large defects [17]. Besides, the majority of our *ff* was harvested in an old-school fashion such as muscle flaps or myocutaneous flaps. As a result, our comparison can be biased against *ff* because only small number of our cases was operated with *free perforator flaps*. The further advancement of *ff* by adopting the *perforator concept* makes the *free perforator flaps* more attractive. Despite its requirements concerning the excellent surgical skills, profound anatomical knowledge and surgeons' confidence, *free perforator flap*, an improved version of *ff*, is considered more reliable to be operated on complicated and challenging defects. The *free perforator flaps* allow the donor sites to be more universal and applicable: the donor sites for conventional *ff* can be intra-operatively modified onto donor sites for the *free perforator flaps*, offering better preservation of the main vessels and other structures. Thus, conventional procedures of *ff* are increasingly replaced by the *free perforator flaps* [29, 30].

Both concepts, the free flap transfer and the transfer of local pedicle-based flap, possess their advantages and disadvantages. Hence, it is not possible to point out a clear favorite among microsurgical techniques in treating lower leg defects thus far [24].

Conclusions

Many authors recommend performing *free flaps* on defects on the lower leg. However, an increasing number of surgeons prefer to carry out *perforator-based propeller flaps* on patients who meet the requirements for this procedure.

Based on our experience, we can suggest the efficacy of *local perforator-based flaps* operated on defects of the knee, lower leg, and foot. In selectively chosen cases with intact perforators and unmodified tissue surrounding the defect, skilled and experienced surgeons consider a *perforator-based propeller flap* as a good alternative to a *free flap*. The *perforator-based propeller flap* has significantly shorter surgery duration and yields significantly lower complication and revision rate. The use of *perforator-based propeller flaps* suggests the reduction of the postoperative hospitalization time. However, due to a

small number of our cases, the results concerning the duration of the postoperative inpatient care were not significant.

Limitation of this study is that only a few cases of local perforator flaps were performed in our department. Also, most of the *free flap* surgeries performed in our department were the *old-fashioned* muscular or myocutaneous flaps, and only a few of them were *free perforator flaps*. Furthermore, our study lacks data describing the exact size of defects or flaps. It can potentially create a bias against *free flaps*. Lastly, both subjective and objective standardized assessments of esthetic and functional outcomes are absent.

In summary, due to the complexity of the issue, without conducting further research, it is still not possible to point out a clear favorite microsurgical technique for treating defects in lower leg and foot.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest Adam Stepniewski, Dominik Saul, Helen Synn, and Gunther Felmerer declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval No ethical approval was needed for this retrospective anonymized evaluation. The use of data was performed in accordance with WMA Declaration of Helsinki.

Informed consent Informed patient consent was obtained.

Funding Open Access funding provided by Projekt DEAL.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

- Pontén B (1981) The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Br J Plast Surg* 34(2):215–220
- Taylor GI, Palmer JH (1987) The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg* 40(2):113–141
- Saint-Cyr M, Wong C, Schaverien M, Mojallal A, Rohrich RJ (2009) The perforasome theory: vascular anatomy and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 124(5):1529–1544
- Hyakusoku H, Yamamoto T, Fumiiri M (1991) The propeller flap method. *Br J Plast Surg* 44(1):53–54
- Oh TS, Hallock G, Hong JP (2012) Freestyle propeller flaps to reconstruct defects of the posterior trunk: a simple approach to a difficult problem. *Ann Plast Surg* 68(1):79–82
- Pignatti M, Ogawa R, Hallock GG, Mateev M, Georgescu AV, Balakrishnan G, Ono S, Cubison TC, D'Arpa S, Koshima I, Hyakusoku H (2011) The "Tokyo" consensus on propeller flaps. *Plast Reconstr Surg* 127(2):716–722
- Blondeel PN, van Landuyt KHI, Monstrey SJM et al (2003) The "gent" consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. *Plast Reconstr Surg* 112(5):1378–1383; quiz 1383, 1516; discussion 1384–7
- Blondeel PN, van Landuyt K, Hamdi M, Monstrey SJ (2003) Perforator flap terminology: update 2002. *Clin Plast Surg* 30(3):343–346 v
- Cajazzo M, Toia F, Innocenti A et al (2017) Retrospective analysis in lower limb reconstruction: propeller perforator flaps versus free flaps. *J Reconstr Microsurg* 33(S 01):S34–S39
- Heller L, Levin LS (2001) Lower extremity microsurgical reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 108(4):1029–1041
- Kroll SS, Rosenfield L (1988) Perforator-based flaps for low posterior midline defects. *Plast Reconstr Surg* 81(4):561–566
- Bekara F, Herlin C, Mojallal A, Sinna R, Ayestary B, Letois F, Chavoïn JP, Garrido I, Grolleau JL, Chaput B (2016) A systematic review and meta-analysis of perforator-Pedicled propeller flaps in lower extremity defects: identification of risk factors for complications. *Plast Reconstr Surg* 137(1):314–331
- Yasir M, Wani AH, Zargar HR (2017) Perforator flaps for reconstruction of lower limb defects. *World J Plast Surg* 6(1):74–81
- Tang M, Mao Y, Almutairi K, Morris SF (2009) Three-dimensional analysis of perforators of the posterior leg. *Plast Reconstr Surg* 123(6):1729–1738
- Lazzeri D, Huemer GM, Nicoli F, Larcher L, Dashti T, Grassetti L, Li Q, Zhang Y, Spinelli G, Agostini T (2013) Indications, outcomes, and complications of pedicled propeller perforator flaps for upper body defects: a systematic review. *Arch Plast Surg* 40(1):44–50
- Panse N, Sahasrabudhe P (2014) Free style perforator based propeller flaps: simple solutions for upper extremity reconstruction! *Indian J Plast Surg* 47(1):77–84
- Brunetti B, Tenna S, Aveta A, Segreto F, Persichetti P (2013) Free-style local perforator flaps: versatility of the v-y design to reconstruct soft-tissue defects in the skin cancer population. *Plast Reconstr Surg* 132(2):451–460
- Rand RP, Cramer MM, Strandness DE (1994) Color-flow duplex scanning in the preoperative assessment of TRAM flap perforators: a report of 32 consecutive patients. *Plast Reconstr Surg* 93(3):453–459
- Chang S-M, Zhang F, Xu D-C, Yu GR, Hou CL, Lineaweaver WC (2007) Lateral retromalleolar perforator-based flap: anatomical study and preliminary clinical report for heel coverage. *Plast Reconstr Surg* 120(3):697–704
- Hingorani A, Ascher E, Marks N, Mutyala M, Shiferson A, Flyer M, Jacob T (2007) Comparison of computed tomography angiography to contrast arteriography for patients undergoing evaluation for lower extremity revascularization. *Vasc Endovasc Surg* 41(2):115–119
- Gir P, Cheng A, Oni G, Mojallal A, Saint-Cyr M (2012) Pedicled-perforator (propeller) flaps in lower extremity defects: a systematic review. *J Reconstr Microsurg* 28(9):595–601

22. Brunetti B, Poccia I, Tenna S, Campa S, Persichetti P (2015) Transversally oriented pedicled perforator flaps: a reliable alternative for lower leg reconstruction. *Microsurgery* 35(7):541–545
23. Brunetti B, Tenna S, Poccia I, Persichetti P (2017) Propeller flaps with reduced rotational angles: clinical experience on 40 consecutive reconstructions performed at different anatomical sites. *Ann Plast Surg* 78(2):202–207
24. Rodriguez-Collazo E, Khan A, DiPierro D et al (2018) A systematic review of outcomes and flap selection following lower extremity free tissue transfer versus vascularized perforator pedicle flap transfer in lower limb reconstruction. *Int J Orthoplastic Surg* 1(2):1–12
25. Muenchow S, Horch RE, Dragu A (2019) Effects of topical negative pressure therapy on perfusion and microcirculation of human skin. *Clin Hemorheol Microcirc*. <https://doi.org/10.3233/CH-180536>
26. Pinsolle V, Reau AF, Pelissier P et al (2006) Soft-tissue reconstruction of the distal lower leg and foot: are free flaps the only choice? Review of 215 cases. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 59(9):912–917; discussion 918
27. Basheer MH, Wilson SM, Lewis H et al (2008) Microvascular free tissue transfer in reconstruction of the lower limb. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 61(5):525–528
28. Jakubietz RG, Jakubietz MG, Gruenert JG, Kloss DF (2007) The 180-degree perforator-based propeller flap for soft tissue coverage of the distal, lower extremity: a new method to achieve reliable coverage of the distal lower extremity with a local, fasciocutaneous perforator flap. *Ann Plast Surg* 59(6):667–671
29. Kim JT, Kim SW (2015) Perforator flap versus conventional flap. *J Korean Med Sci* 30(5):514–522
30. Pribaz JJ, Chan RK (2010) Where do perforator flaps fit in our armamentarium? *Clin Plast Surg* 37(4):571–579, xi

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.