



ANGIOSOM-ORIJENTISANA REVASKULARIZACIJA DONJIH EKSTREMITETA U LEČENJU HRONIČNE ISHEMIJE I DIJABETIČNOG STOPALA

Dimitrije Surla¹, Marija Nikolić¹, Nemanja Trifunović¹

1. Služba opšte hirurgije, KBC Zemun, Beograd, Srbija

*Autor za korespondenciju: Dimitrije Surla, Vukova 9, Beograd, Srbija
Tel: +381642305180 Email: drsurla@yahoo.com*

ANGIOSOME-ORIENTED LOWER LIMB REVASCULARIZATION FOR THE MANAGEMENT OF CHRONIC ISCHEMIA AND DIABETIC FOOT

Dimitrije Surla¹, Marija Nikolić¹, Nemanja Trifunović¹

1. Department of General Surgery, Clinical Hospital Center Zemun, Belgrade, Serbia

*Correspondence to: Dimitrije Surla, Vukova 9, Belgrade, Serbia
Tel: +381642305180, Email: drsurla@yahoo.com*

SAŽETAK

Uvod: Hronična ishemija donjih ekstremiteta (CLI) i dijabetično stopalo značajno utiču na kvalitet života pacijenata, sa visokom stopom amputacija i mortaliteta. Angiosom-orijentisana revaskularizacija predstavlja anatomske precizan pristup, usmeren na arteriju koja direktno vaskularizuje područje lezije. Direktna revaskularizacija (DR) sve češće se razmatra kao superiorna u odnosu na indirektnu revaskularizaciju (IR) zbog potencijalno boljih ishoda zarastanja i očuvanja ekstremiteta.

Metode: Sproveden je narativni pregled literature pretražene u bazama PubMed, Cochrane Library i Google Scholar, korišćenjem ključnih reči: angiosome, critical limb ischemia, diabetic foot, direct revascularization, endovascular, bypass surgery. Uključeni su radovi objavljeni u periodu od 2020. do 2025. godine, sa akcentom na sistematske preglede, meta-analize i prospektivne kohortne i eksperimentalne studije. Pored kliničkih studija, analizirani su anatomske podaci o raspodeli angiosoma stopala i potkolenice, uz tabelarni prikaz povezanosti lokalizacije rane i ciljne arterije.

Rezultati: Identifikovano je šest glavnih angiosoma donjeg ekstremiteta, od kojih svaki odgovara specifičnoj arteriji. DR je povezana sa većom stopom zarastanja rana i očuvanja ekstremiteta, uz smanjenje rizika od amputacije za 20–30% u poređenju sa IR. Optimalni kandidati za DR su oni koji imaju lokalizovane lezije, očuvane distalno-ciljne arterije i adekvatnu mikrocirkulaciju. DR je manje efikasna ili tehnički neizvodljiva kod pacijenata sa difuznom mikrovaskularnom bolešću, višesegmentnim okluzijama, lošim distalnim krvnim sudovima ili aktivnim teškim infekcijama. Napredne tehnologije poput hyperspectral imaging-a i indocijanin-zelenog (ICG) mapiranja poboljšavaju intraoperativnu procenu perfuzije.

Zaključak: Angiosom-orijentisana revaskularizacija je logičan i anatomske utemeljen

pristup lečenju CLI i dijabetičkog stopala. Kada je izvodljiva, DR ciljne arterije daje bolje kliničke ishode od IR. Uspeh zahteva preciznu dijagnostiku, selekciju pacijenata i multidisciplinarnu saradnju. Potrebna su dalja randomizovana istraživanja radi definisanja optimalnih algoritama primene ovog koncepta.

Ključne reči: *angiosom, hronična ishemija donjih ekstremiteta, dijabetičko stopalo, direktna revaskularizacija, endovaskularna terapija, hirurški bypass.*

ABSTRACT

Introduction: Chronic limb ischemia (CLI) and diabetic foot significantly impact patients' quality of life, with high rates of amputation and mortality. Angiosome-oriented revascularization represents an anatomically precise approach, targeting the artery that directly supplies the lesion area. Direct revascularization (DR) is increasingly considered superior to indirect revascularization (IR) due to potentially better wound healing and limb salvage outcomes.

Methods: A narrative literature review was conducted using PubMed, Cochrane Library, and Google Scholar, with the keywords: angiosome, critical limb ischemia, diabetic foot, direct revascularization, endovascular, bypass surgery. Studies published between 2020 and 2025 were included, focusing on systematic reviews, meta-analyses, and prospective cohort and clinical studies. In addition to clinical studies, anatomical data on the distribution of foot and lower leg angiosomes were analyzed, including a table illustrating the correlation between wound location and target artery.

Results: Six main angiosomes of the lower limb were identified, each corresponding to a specific artery. DR was associated with higher rates of wound healing and limb preservation, reducing the risk of amputation by 20–30% compared to IR. Optimal candidates for DR are those with localized lesions, patent distal target arteries, and adequate microcirculation. DR is less effective or technically unfeasible in patients with diffuse microvascular disease, multisegment occlusions, poor distal vessels, or active severe infections. Advanced technologies such as hyperspectral imaging and indocyanine green (ICG) mapping improve intraoperative perfusion assessment.

Conclusion: Angiosome-oriented revascularization is a logical and anatomically grounded approach for treating CLI and diabetic foot. When feasible, DR of the target artery provides better clinical outcomes than IR. Success requires precise diagnostics, patient selection, and multidisciplinary collaboration. Further randomized studies are needed to define optimal application algorithms for this concept.

Keywords: *angiosome, chronic limb ischemia, diabetic foot, direct revascularization, endovascular therapy, surgical bypass*

UVOD

Hronična ishemija donjih ekstremiteta (CLI) i dijabetičko stopalo predstavljaju značajan klinički i javnozdravstveni problem, sa visokom stopom morbiditeta, mortaliteta i amputacija. Procenjuje se da više od 200 miliona ljudi širom sveta boluje od periferne arteri-

jske bolesti (PAD), a kod dijabetičara CLI često dovodi do ulceracija, infekcija i amputacija [1,2]. Ključni cilj lečenja ovih pacijenata jeste obezbeđivanje adekvatne perfuzije tkiva radi zarastanja rana i očuvanja ekstremiteta. Tradicionalno, revaskularizacija je bila usmerena na obnavljanje protoka kroz bilo koju prohodnu arteriju distalno od lezije, bez posebnog razmatranja teritorijalne raspodele krvotoka. Međutim, uvođenjem koncepta angiosoma, koji su prvi opisali Taylor i Palmer 1987. godine, omogućeno je preciznije planiranje revaskularizacije usmereno na arteriju koja direktno vaskularizuje regiju gde se nalazi lezija ili ulkus. Ovaj pristup, poznat kao direktna revaskularizacija (DR), sve se češće razmatra kao potencijalno superiorna strategija u odnosu na indirektnu revaskularizaciju (IR). Cilj ovog rada je da prikaže značaj angiosom-orijentisanog pristupa, sumira dostupne dokaze iz literature, prikaže anatomske odnose relevantne za planiranje zahvata i ponudi praktičan vodič za kliničku primenu.

METODOLOGIJA

Rad je koncipiran kao narativni pregled relevantne literature. Pretraga literature izvršena je u bazama PubMed, Cochrane Library i Google Scholar, koristeći ključne reči: angiosome, critical limb ischemia, diabetic foot, direct revascularization, endovascular, bypass surgery, uključujući i Clinical Queries. Uključeni su članci objavljeni između 2020. i 2025. godine. Kriterijumi uključivanja bili su: sistematski pregledi, meta-analize i prospektivne kliničke studije na ljudima, kao i relevantne anatomske studije koje prikazuju raspodelu angiosoma donjeg ekstremiteta. Kriterijumi isključivanja obuhvatili su: pojedinačne prikaze slučajeva, retrospektivne serije sa malim brojem pacijenata, editorijale, komentare i animalne studije.

Proces selekcije podrazumevao je pregled naslova i apstrakta, nakon čega su analizirani odabrani radovi u punom tekstu. Iz svake studije su izdvojeni osnovni podaci o populaciji, vrsti revaskularizacije (direktna ili indirektna), ciljnim arterijama i glavnim kliničkim ishodima (zarastanje rane, očuvanje ekstremiteta, reintervencije).

Pored pregleda dostupne literature, urađena je sinteza anatomske-kliničkih podataka o raspodeli angiosoma stopala i potkolenice. Rezultati su predstavljeni u vidu tabelarnog prikaza, koji povezuje lokalizaciju rane sa ciljnim krvnim sudom i predloženom metodom revaskularizacije.

REZULTATI I ANATOMSKI PREGLED:

Lokacija rane	Angiosom	Glavna arterija („target vessel“)	Primer revaskularizacije
Dorzum stopala (prsti 1–5, dorzalna strana)	Dorzalni angiosom	A. tibialis anterior → A. dorsalis pedis	PTA, stentiranje, distalni bypass na dorsalis pedis
Medijalna plantarna strana stopala (palac, medijalni svod)	Medijalni plantarni angiosom	A. tibialis posterior → A. plantaris medialis	PTA, stentiranje, distalni bypass na medijalnu plantarnu
Lateralna plantarna strana stopala (prsti 4–5, lateralni svod)	Lateralni plantarni angiosom	A. tibialis posterior → A. plantaris lateralis	PTA, stentiranje, distalni bypass na lateralnu plantarnu
Plantarna strana prstiju 2–3	Centralni plantarni angiosom	A. tibialis posterior → arcus plantaris	PTA, bypass na arcus plantaris (retko)
Peta (posteriorni deo)	Kalkanealni angiosom	A. tibialis posterior → grane za calcaneus	PTA, bypass na posteriornu tibijalnu (proksimalni segment)
Lateralni rub stopala (lateralna strana pete i stopala)	Lateralni angiosom	A. peronea → perforatori prema lateralnom stopalu	PTA, bypass na peronealnu arteriju (distalni segment)

Tabela 1. Angiosom donjeg ekstremiteta: lokacija rane, ciljna arterija i predložena metoda revaskularizacije

DISKUSIJA

Koncept angiosoma zasniva se na činjenici da svaka od glavnih infrapoplitealnih arterija snabdeva precizno definisane teritorije kože, potkožnog tkiva, mišića i kostiju. U kontekstu hronične ishemije i dijabetičkog stopala, ova podela omogućava precizno ciljanje arterije koja hrani direktno regiju sa lezijom ili ulceracijom, što se pokazalo kao efikasnija strategija od tradicionalne indirektna revaskularizacije [2,3,4,5]. Tabela 1 jasno prikazuje važnost preciznog mapiranja lezija prema angiosomima donjih ekstremiteta i odgovarajućih ciljanih arterija za revaskularizaciju. Svaki angiosom je povezan sa specifičnom arterijom i teritorijom koju vaskularizuje, što omogućava planiranje direktne revaskularizacije usmerene ka poboljšanju perfuzije upravo u zahvaćenom području. Na primer, lezije na dorzalnoj strani stopala, uključujući prste, pripadaju dorzalom angiosomu i zahtevaju ciljanu revaskularizaciju preko arterije tibialis anterior i arterije dorsalis pedis. Takav pristup povećava šansu za uspešno zarastanje rana i smanjuje rizik od amputacije. Sa druge strane, medijalni i lateralni plantarni angiosomi, koji obuhvataju unutrašnju i spoljašnju plantarnu stranu stopala, ciljaju arteriju tibialis posterior i njene grane (plantaris medialis i lateralis). Revaskularizacija putem ovih arterija može se izvesti perkutano (PTA), stentiranjem ili distalnim bypassom, u zavisnosti od lokalne vaskularne anatomije i stanja krvnih sudova. Zanimljivo je da je centralni plantarni angiosom, koji se nalazi na plantarnoj strani drugog i trećeg prsta, mnogo ređe meta direktne revaskularizacije, što verovatno odražava tehničku zahtevnost i retku lokalizaciju lezija u ovoj regiji. Takođe, angiosomi peta i lateralnog ruba stopala, snabdeveni odgovarajućim granama arterije tibialis posterior i arterije peroneae, ukazuju na značaj procene perforatorskih arterija koje omogućavaju kolateralni protok. U slučajevima kada direktna revaskularizacija nije moguća, pojačanje protoka kroz ove arterije može biti ključ za očuvanje tkiva. Sveukupno, tabela ilustruje kako precizna korelacija između lokalizacije rane i ciljne arterije može pomoći u odabiru optimalne metode inter-

vencije, bilo da se radi o endovaskularnoj proceduri (PTA, stentiranje) ili hirurškoj bypass proceduri, što je u skladu sa konceptom angiosoma i ciljem da se maksimalno poveća lokalna perfuzija i ubrza zarastanje rana [1,4,6]. Brojne studije i meta-analize ukazuju da direktna revaskularizacija (DR) povećava verovatnoću potpunog zarastanja rana i očuvanja ekstremiteta. Selekcija pacijenata za direktnu revaskularizaciju je ključni korak koji može značajno uticati na uspeh terapije. Idealni kandidati za DR su pacijenti sa lokalizovanim ulceracijama ili gangrenama koje se mogu precizno mapirati u okviru određenog angiosoma, kao i sa očuvanim distalnim arterijskim segmentima koji su tehnički dostupni za intervenciju. Takođe, pacijenti sa relativno očuvanom mikrocirkulacijom i bez izraženih komplikacija mikrovaskularne bolesti češće imaju dobar odgovor na ovaj pristup [7,8]. S druge strane, kod pacijenata sa difuznom distalnom okluzijom, teškim oblikom dijabetesa sa mikrovaskularnim oštećenjem ili uznapredovalom infekcijom, DR može biti tehnički zahtevna i rezultati mogu biti ograničeni zbog smanjene sposobnosti tkiva za zaceljivanje, što zahteva pažljivo razmatranje i često multidisciplinarni pristup. Posebno otežavajući faktori uključuju prisustvo difuzne mikrovaskularne bolesti, koja je česta kod pacijenata sa uznapredovalim dijabetesom. Kod ovih bolesnika, i pored tehnički uspešne revaskularizacije velikih arterija, mikrocirkulacija u tkivima često ostaje nedovoljna za adekvatno zarastanje rana, što umanjuje efikasnost zahvata [3,7]. Takođe, tehnička izvodljivost direktne revaskularizacije može biti ograničena kod pacijenata sa lošom prohodnošću distalnih arterija ili sa višestrukim okluzijama koje otežavaju pristup ciljnoj arteriji [9,10]. Pored toga, teški infektivni procesi koji zahtevaju hitne hirurške intervencije radi kontrole infekcije mogu ograničiti benefite direktne revaskularizacije, naročito ukoliko lokalno tkivo nije dovoljno vitalno i otporno da podrži zahvat [3,7]. Precizna dijagnostika putem angiografije, neinvazivnih metoda i procene perfuzije tkiva omogućava selekciju onih pacijenata koji će najverovatnije imati koristi od ciljanog zahvata, čime se optimizuju rezultati i smanjuje rizik od ponovljenih intervencija ili amputacija [5].

Indirektna revaskularizacija (IR) ostaje važna alternativa, posebno kada ciljna arterija nije tehnički pogodna za ponovnu uspostavu protoka. U ovim slučajevima, kvalitet kolateralnog protoka i viabilnost perifernih arterija postaju ključni faktori uspeha [9,10,11]. Kod pacijenata sa složenom i višesegmentnom perifernom arterijskom bolešću često je neophodan integrisani pristup, gde indirektna revaskularizacija i podrška kolateralnom protoku igraju važnu ulogu [8,9,10,12]. Uzimajući u obzir ove faktore, selekcija pacijenata za direktnu revaskularizaciju zahteva detaljnu procenu perfuzije i vaskularnog statusa, kao i multidisciplinarnu saradnju, kako bi se izabrala optimalna terapijska strategija i postigli najbolji mogući ishodi [5]. Dijagnostika i planiranje intervencije uključuju kliničku lokalizaciju ulceracije i precizno mapiranje prema angiosomu, uz primenu neinvazivnih i invazivnih tehnika. Color dopler ultrazvuk, CTA i MRA omogućavaju detaljan pregled arterijskog sistema, dok digitalna subtrakcijska angiografija (DSA) ostaje zlatni standard za precizno planiranje i vođenje intervencije [4,5,13]. Savremeni napreci u tehnologiji, kao što su hyperspectral imaging i indocijanin-zeleno (ICG) mapiranje perfuzije, značajno unapređuju intraoperativnu procenu i optimizuju selekciju pacijenata, čime se može povećati efikasnost direktne revaskularizacije i smanjiti rizik od neuspeha [5,14,15,16,17]. Interventna radiologija, sa tehnikama poput intravaskularnog ultrazvuka, re-entry uređaja kroz pedalni pristup i naprednih endovaskularnih rekonstrukcija, omogućava preciznu procenu lumena arterija,

optimalno postavljanje stentova i uspešnu rekanalizaciju i najdistalnijih vaskularnih segmenata, što direktno utiče na uspeh rekonstruktivnih zahvata i dugoročno očuvanje ekstremiteta [16,17,18]. Uloga plastične hirurgije, posebno upotrebe režnjeva, ima ključni značaj u multidisciplinarnom pristupu lečenju pacijenata nakon uspešne revaskularizacije donjih ekstremiteta. Primena lokalnih, regionalnih i slobodnih režnjeva omogućava zatvaranje defekata mekih tkiva, očuvanje funkcionalnosti stopala i prevenciju infekcija, čime se značajno smanjuje rizik od amputacije. Nakon direktne ili indirektne rekanalizacije arterija prema angiosom konceptu, rekonstruktivni zahvati osiguravaju optimalnu perfuziju tkiva u zoni defekta, čime se podstiče zarastanje i produžava trajnost rezultata vaskularne rekonstrukcije. Pravovremena saradnja vaskularnih i plastičnih hirurga dodatno povećava stopu spašavanja ekstremiteta i poboljšava kvalitet života pacijenata, posebno kod hronične ishemije stopala [14,19,20].

ZAKLJUČAK

Angiosom-orijentisana revaskularizacija predstavlja logičan i anatomski zasnovan pristup lečenju pacijenata sa hroničnom ishemijom donjih ekstremiteta i dijabetičnim stopalom. Iako postoje ograničenja i tehnički izazovi, kada je izvodljiva, direktna revaskularizacija arterije koja snabdeva zahvaćeni angiosom povezana je sa boljim ishodima u pogledu zarastanja rana i očuvanja ekstremiteta. Za rutinsku primenu ovog pristupa potrebna je integracija kliničkog pregleda, precizne dijagnostike i multidisciplinarne saradnje.

SUKOB INTERESA I FINANSIRANJE

Autori izjavljuju da ne postoji sukob interesa.

Ovaj rad nije finansiran od strane nijedne institucije, organizacije ili fonda. Istraživanje i priprema rukopisa sprovedeni su isključivo u okviru redovnih profesionalnih aktivnosti autora.

REFERENCE:

1. Yeo C, Jung H, Lee K, Song C. Low frequency oscillations assessed by diffuse speckle contrast analysis for foot angiosome concept. *Sci Rep.* 2020;10(1):17153. doi:10.1038/s41598-020-73604-0. PMID: 33051486.
2. Kirkham AM, Paquet M, Fergusson DA, Graham ID, Presseau J, et al. Clinician underprescription of and patient nonadherence to clinical practice guideline-recommended medications for peripheral artery disease: a systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine.* 2025 Jul 31;86:103391. doi:10.1016/j.eclinm.2025.103391. PMID:40791889; PMCID:PMC12337023
3. Orrapin S, Siribumrungwong B. Successful revascularization, angiosome concept, and multivessel revascularization: effects on wound healing: an Asian perspective. *Int J Low Extrem Wounds.* 2024;23(1):12-8. doi:10.1177/15347346231212330. Epub 2023 Nov 6. PMID: 37933151.
4. Ma J, Lai Z, Shao J, Lei J, Li K, Wang J, et al. Infrapopliteal endovascular intervention and the angiosome concept: intraoperative real-time assessment of foot regions' blood volume guides and improves direct revascularization. *Eur Radiol.* 2021;31(4):2144-52.

doi:10.1007/s00330-020-07360-0. Epub 2020 Oct 10. PMID: 33040222.

5. Tange FP, Ferrari BR, van den Hoven P, van Schaik J, Schepers A, van Rijswijk CSP, et al. Evaluation of the angiosome concept using near-infrared fluorescence imaging with indocyanine green. *Ann Vasc Surg.* 2023;93:283-90. doi:10.1016/j.avsg.2023.01.006. Epub 2023 Jan 13. PMID: 36642169.

6. Croo A, Versyck T, Duinslaeger A, Harth C, Vermassen F, Randon C. The impact of an angiosome-targeted revascularization on healing rate, limb salvage and survival in critical limb threatening ischemia. *Acta Chir Belg.* 2022;122(2):107-15. doi:10.1080/00015458.2021.1881337. Epub 2021 Jun 21. PMID: 34076565.

7. Unno N, et al. The patency of tibial/peroneal arteries affects the increment of regional tissue saturation of oxygen in each angiosome after superficial femoral artery revascularization. *Ann Vasc Dis.* 2022;15(2):161-8. doi:10.3400/avd.oa.21-00135. PMID: 35432658.

8. Pinelo A, et al. Comparative outcomes of targeted versus nontargeted angiosome revascularization for diabetic foot wounds: impact of target arterial path on wound healing. *Ann Vasc Surg.* 2025. doi:10.1016/j.avsg.2024.11.006. PMID: 39349239.

9. Adami D, et al. Bifurcated bypass in severe chronic limb threatening ischaemia. *Vascular.* 2022;30(4):552-8. doi:10.1177/1708538121998665. PMID: 33691547.

10. Fujii M, Yamada A, Yamawaki K, Tsuda S, Miyamoto N, Gan K, et al. Predictive factors for limb salvage and foot ulcer recurrence in patients with chronic limb-threatening ischemia after multidisciplinary team treatment: a 6-year Japanese single-center study. *Int J Low Extrem Wounds.* 2023;22(4):722-32. doi:10.1177/15347346211041429. Epub 2021 Sep 9. PMID: 34498990.

11. Moakes CA, Bradbury AW, Abdali Z, Bate GR, Hall J, Jarrett H, et al.; BASIL-2 Investigators. Vein bypass first vs best endovascular treatment first revascularisation strategy for chronic limb-threatening ischaemia due to infra-popliteal disease: the BASIL-2 RCT. *Health Technol Assess.* 2024;28(65):1-72. doi:10.3310/YTFV4524. PMID: 39397484.

12. Chuter V, Schaper N, Mills J, Hinchliffe R, Russell D, Azuma N, et al. Effectiveness of revascularisation for the ulcerated foot in patients with diabetes and peripheral artery disease: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(3):e3700. doi:10.1002/dmrr.3700. Epub 2023 Aug 4. PMID: 37539634.

13. Martinez-Singh K, Chandra V. How to build a limb salvage program. *Semin Vasc Surg.* 2022;35(2):228-33. doi:10.1053/j.semvascsurg.2022.04.011. Epub 2022 Apr 26. PMID: 35672113.

14. Meyer A, Rother U, Thamm OC. Revascularization prior to defect reconstruction of the lower limb – essential cooperation between plastic and vascular surgery. *Zentralbl Chir.* 2024;149(5):468-74. doi:10.1055/a-2183-1770. Epub 2023 Nov 13. PMID: 37956972. German.

15. Vaassen HGM, Lips DJ, Geelkerken RH, Wermelink B. Quantitative intra-arterial fluorescence angiography for direct monitoring of peripheral revascularization effects. *J Vasc Surg Cases Innov Tech.* 2025;11(3):101770. doi:10.1016/j.jvscit.2025.101770. Epub 2025 Mar 4. PMID: 40236913.

16. Gee A, Tarricone A, Lavery LA, Wiley KA, Palmieri N, Sharma S, et al. The role of intravascular ultrasound in limb salvage: a systematic review and meta-analysis. *Vasc*

Endovascular Surg. 2025;59(3):288-97. doi:10.1177/15385744241292861. Epub 2024 Oct 16. PMID: 39414621.

17. Abdali Z, Kigozi J, Moakes CA, Bate GR, Hall J, et al, BASIL-2 Investigators. A vein bypass first versus a best endovascular treatment first revascularization strategy for patients with chronic limb-threatening ischaemia who require an infra-popliteal, with or without an additional more proximal infra-inguinal, revascularization procedure to restore limb perfusion: the BASIL-2 within-trial health economic analysis. *Br J Surg.* 2025 May 31;112(6):znaf119. doi:10.1093/bjs/znaf119. PMID:40580059; PMCID:PMC12205432.

18. Patel RA, Fallon B, Brandis A, Chang K, Demarsico A, et al. Outcomes of a multidisciplinary vascular practice: 12-month amputation-free survival and beyond in patients with chronic limb-threatening ischemia. *J Endovasc Ther.* 2024 Sep 5:15266028241276328. doi:10.1177/15266028241276328. Epub ahead of print. PMID:39234958.

19. Felder JM, Nageeb E, Rocha I, Qasawa R, Moltaji S, Fuse Y. The role of flaps in preventing lower extremity amputations. *Semin Vasc Surg.* 2025;38(1):64-73. doi:10.1053/j.semvascsurg.2025.01.013. Epub 2025 Feb 17. PMID: 40086924.

20. Li X, Liu H, Yang C, Xiong A, He X, Tian X, et al. Application of free anterolateral thigh flap with fascia lata for diabetic foot ulcers with bone exposure. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2022;36(1):86-91. doi:10.7507/1002-1892.202108110. PMID: 35038804.