

FRI-2K.201-1-HP-11

LOCAL ANTIBIOTIC APPLICATION IN OPEN LOWER LIMB FRACTURES¹¹

Assoc. Prof. Yordan Andonov MD, PhD

Faculty of Public Health and Health Care,

University of Ruse "Angel Kanchev"

Phone: +359888677772

E-mail: jandonov@uni-ruse.bg

Nikolay Angelov MD

Department of Orthopedics and Traumatology,

UMBAL KANEFF AD

Tel.: +359 82 887446

E-mail: nikangelov95@gmail.com

Assoc. Prof. Stefka Mindova, PhD

Department of Public Health,

University of Ruse, Bulgaria

E-mail: smindova@uni-ruse.bg

Abstract: Coverage of soft tissue defects in lower leg, especially after open tibial fractures, is problematic because of the insufficient skin coverage. The combination of open fracture and soft tissue defects increases the chances of delayed fracture healing and nonhealing. There is a wide variety of free, muscular or pedicled flaps for the lower leg reconstruction. This paper reviews the different flap options for soft tissue coverage depending on injured region and the most reliable surgical procedure. We use gastrocnemius muscle flap for injuries in the proximal third of the tibia and soleus or hemisoleus muscle flaps for middle third of the tibia. The distal part of the tibia could be reconstructed with sural flap or tibialis anterior muscle flap. Free flaps could be used in all regions. Massive defects extending in two or more regions could be reconstructed with a combination of two flaps. We also provide a short description of the surgical procedure of each flap.

Keywords: Soft Tissue Coverage, Muscle Flaps, Free Flaps.

ВЪВЕДЕНИЕ

Мекотъканните дефекти в областта на подбедрицата често са резултат от високоенергийни травми, туморни процеси или хронични заболявания, (Soltanian H, Garcia RM, Hollenbeck ST, 2015). Поради оскъдното кожно покритие в тази зона, дори малки дефекти могат да бъдат проблематични. Класическите опции за мекотъканна реконструкция в проксимална и средна част включват локални мускулни ламба, докато микросъдовите ламба са подходящи за дисталната част и ходилото. Стремелът към намаляване на морбидността на донорното място в комбинация с по-доброто познаване на кръвоснабдяването на долния крайник доведе до използването на фасциокутанни и перфорантни ламба. Крайната цел в реконструкцията на долния крайник е постигане на адекватно мекотъканно покритие при стабилна костна фиксация, което да повиши шанса за костно срастване при запазени моторика и сетивност, (AlMugaren, F. M., Pak, C. J., Suh, H. P., & Hong, J. P., 2020).

ИЗЛОЖЕНИЕ

С цел улесняване на избора на ламбо е удачно разделянето на подбедрицата на проксимална, средна и дистална трета. Локалното гастрокнемиус мускулно ламбо е лесен и

¹¹ The research paper was presented on October 27, 2023, at the Health Promotion Section of the 2023 Online Scientific Conference co-organized by University of Ruse and Union of Scientists - Ruse. Its title in Bulgarian is: „МЕКОТЪКАННО ПОКРИТИЕ С ЛОКАЛНИ ЛАМБА ПРИ НАРАНЯВАНИЯ НА ДОЛЕН КРАЙНИК“.

надежден метод за реконструкции в областта на колянното и проксимална подбедрица. Разделното невросъдово хранене на медиалната и латералната глава на мускула позволява използването на всяка глава като независимо ламбо. Медиалната глава на мускула е с по-голямо тяло и позволява по-голям радиус за ротация, (Daigeler, A. et al., 2009). При реконструкция на големи дефекти е възможно използването на двете глави при запазване на над 75% от силата на плантарна флексия, (Roy, M., Patel, A., & Haykal, S., 2018). Оперативната техника включва медиален достъп започващ непосредствено зад *pes anserinus* и достигащ до 10cm над медиалния малеол. След надлъжно разцепване на мускулната фасция по тъп начин се повдига тялото на съответната мускулна глава от подлежащия *m. soleus*. Повдигнатата мускулна глава се отделя остро от сухожилието на плантарния мускул. Последва завъртане на мускулното ламбо и поставянето му в територията на дефекта, (Kozusko, S. D. et al., 2019). Ламбото се покрива със свободен разцепен кожен присадък.

Локално мускулно ламбо включващо *m. tibialis anterior* е друга опция за решаване на дефекти в областта на проксималната подбедрица. Мускулът започва от латералния кондил на тибията и интеросалната мембрана и се залавя за медиалната *os cuneiforme* и първа метатарзална кост. Кръвоснабдяването се осигурява от няколко перфорантни съда, клонове на *a. tibialis anterior*. Мускулът е основен извършител на дорзифлексията на ходилото. Поради важната си функция и особеностите в кръвоснабдяването, цялостната му транспозиция е индицирана в редки случаи. Халок, (Roy, M., Patel, A., & Haykal, S., 2018) описва техника на сагитално разцепване на мускула и частичното му използване за покриване на дефекти в проксимална и средна трета на подбедрицата с големина до 6-8cm.

Алтернативите за реконструкция на по-големи дефекти в областта на проксималната подбедрица включват свободни ламба като предпочитани в тази област са латисимус дорзи и грацилис ламба. Ламбото на *m. Latissimus dorsi* се характеризира с допустим дефект на донорното място, минимална функционална загуба, предоставя голямо количество добре васкуларизиран тъкан и разполага със съдови крачета с голям калибър и дължина. Грацилис ламбото е средство на избор при дефекти с ограничена площ, също е добре васкуларизирано и е предпочитано пред латисимус дорзи при пациенти използващи помощни средства в ранния следоперативен период, (Veber, M., Vaz, G. et al., 2011; Daigeler, A., et al., 2009).

Високоенергийните травми в средната част на подбедрицата често стават причина за открити фрактури понякога в комбинация със сериозен мекотъканен дефект. Основно оръжие в арсенала за лечение на тези мекотъканни увреди е хемисолеусното ламбо. Морфологията на мускула и двойното невровакуларно хранене позволяват вертикалното му разделяне на медиално и латерално хемисолеусно ламбо. Проксималното хемисолеус ламбо разчита на *a. tibialis posterior*, а дисталното на *a. peronea* с нейните перфоративни разклонения. Най-надеждните перфорантни съдове се намират на 8-9cm под колянната става, което се приема за проксимален лимит за дисекция, (Hallock, Geoffrey G., 2002). Оперативната техника включва достигане до мускула през медиален или латерален достъп или през вече съществуващ дефект на подбедрицата. След разсичане на дълбоката фасция и на задния компартмент *m. soleus* се разделя от разположения над него *m. gastrocnemius*. Проксималното хемисолеус ламбо дистално остро се разделя от инсерцията. Последва ротация и поставяне на присадъка в зоната на увреда. При по-големи дефекти е възможно надрязване на фасцията и разстилане на мускулното тяло.

В случай на значителна травма често мускулите на предния и задния компартмант биват увредени, което прави невъзможно използването на локални мускулни ламба. При тези ситуации е удачно използването на свободни ламба. Често използвани фасциокутанни ламба в тази област са скапуларно, параскапуларно ламбо и радиално предмишнично ламбо. Друга опция за реконструкция в средния отдел на подбедрицата е 'keystone' ламбото. Използва се за покриване на дефекти с елипсовидна форма с ограничен размер в рамките на кратко оперативно време. Класическият метод включва очертаване на ламбо с форма на трапец като ръбовете на дефекта се продължават под 90 градуса в двете посоки. По този начин ширината на ламбото е сходна с ширината на дефекта. След оформяна на ламбото не е нужно визуализиране и отпрепарирание на перфорантните съдове. Прерязването на дълбоката

фасция по очертаните граници позволява едновременно мобилизиране на ламбото, покриване на дефекта и първично затваряне на донорната инцизия.

Локалните мускулни ламба често не са надежден метод за реконструкция на дефекти в областта на дисталната подбедрица, глезена и ходилото. Увредите с малък и среден размер в тази област са подходящи за лечение с фасциокутанни или ротационни ламба. При големите дефекти основен метод са свободните микросъдови ламба.

Най-често използваното фасциокутанно ламбо в тази зона е дисталното (реверсивно) фасциокутанно ламбо. Между една и три артерии съпровождат суралния нерв при разположението му в подкожието на задната част на подбедрицата. Тези артерии се движат дистално до малко над нивото на латералния малеол, където аностомозират с перфорантни съдове от a.fibularis. Оперативната техника включва няколко важни етапа: 1) Маркиране на хода на n. suralis- от точка между Ахилесовото сухожилие и латералния малеол, продължаваща проксимално към срединната линия между двете глави на m. gastrocnemius. 2) Невроваскуларните структури пресичат дълбоката фасция през средата на мускулното тяло на m. gastrocnemius, поради което отпрепарирането на малка част от мускула гарантира безопасността на съдово-нервния сноп 3) 5cm проксимално от латералния малеол е най-дисталната безопасна точка за отпрепариране на ламбото. Реверсивното сурална фасциокутанно ламбо е надежден и безопасен метод за реконструкция в областта на дисталната подбедрица, (Walton, Z., Armstrong, M., Traven, S., & Leddy, L., 2017; D'Arpa S, Toia F, Pirrello R et al., 2014).

Напредналото разбиране за регионалното кръвоснабдяване и в частност перфорантите, допълнително разшириха възможностите за реконструкции на долния крайник, (Ahmad, I., Akhtar, S., Rashidi, E., & Khurram, M. F., 2013). Развитието на перфорантни ротационни ламба осигурява шанс за решаване на мекотъканни дефекти без нуждата от микросъдова хирургия (Rios-Luna, A. et al., 2008). Ротационните ламба включват в себе си кожа и подкожна тъкан, получаващи кръвоснабдяване от един перфорантен съд около който може да се извърши ротация до 180°. Предимствата на ротационните ламба включват: 1) Осигуряват по-голяма свобода при определяне формата на ламбото и донорното място, в зависимост от големината на дефекта. 2) Представяват достъпна и бърза алтернатива на свободните ламба и разширяват възможностите за възстановяване на дефекти с локална тъкан. 3) Отпрепарирането им е бързо и лесно, при прилагане на правилната оперативна техника. 4) Ниската донорна морбидност предотвратява нежеланата загуба на тъкан, (Van Boerum, M. et al., 2019).

Златен стандарт за лечението на големи дефекти в областта на дистална подбедрица и ходило остават свободните микроваскуларни ламба, (Clivatti GM, Nascimento BBD et al., 2022). Избирайки метод за лечение на увреди в тази област хирургът трябва да съобрази понасящата товара на тялото плантарна част на ходилото, както и стремежа за максимално запазване на естетиката на ходилото. В исторически план предпочитан избор е било миокутанното ламбо на m. rectus abdominis, но поради високата си морбидност не е предпочитан вариант. В зависимост от размерите на увредата първи избор за покриване на дефекти са латисимус дорзи и грацилис ламбата. Приложение също намират скапуларното и параскапуларно ламбо, радиално предмишнично ламбо и преднолатерално ламбо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реконструкциите в областта на долния крайник продължават да бъдат предизвикателство, (Pu, L. L. Q., 2021). Ротационните и keystone ламбата се налагат като първи избор на локално ламбо при покриване на дефекти в областта на подбедрицата. Въпреки това съществуват ситуации, в които локалните мускулни ламба предлагат най-доброто решение. Множество фактори, включително анатомичната увреда, общото състояние на пациента, придружаващите увреди и социално-икономическите условия трябва да бъдат взети предвид при съставяне на реконструктивен план за пациенти с комплексна увреда на долния крайник. Мултидисциплинарното планиране и координиране са безценни за успешния резултат при тези комплексни случаи.

REFERENCES

- Soltanian H, Garcia RM, Hollenbeck ST. Current concepts in lower extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 2015;136:815e–829e. [PubMed] [Google Scholar].
- AlMugaren, F. M., Pak, C. J., Suh, H. P., & Hong, J. P. (2020). *Best Local Flaps for Lower Extremity Reconstruction. Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, 1. doi:10.1097/gox.0000000000002774.
- Veber, M., Vaz, G., Braye, F., Carret, J.-P., Saint-Cyr, M., Rohrich, R. J., & Mojallal, A. (2011). *Anatomical Study of the Medial Gastrocnemius Muscle Flap: A Quantitative Assessment of the Arc of Rotation. Plastic and Reconstructive Surgery*, 128(1), 181–187. doi:10.1097/prs.0b013e318217423f.
- Daigeler, A., Drücke, D., Tatar, K., Homann, H.-H., Goertz, O., Tilkorn, D., ... Steinau, H.-U. (2009). *The Pedicled Gastrocnemius Muscle Flap: A Review of 218 Cases. Plastic and Reconstructive Surgery*, 123(1), 250–257. doi:10.1097/prs.0b013e3181904e2e.
- Kozusko, S. D., Liu, X., Riccio, C. A., Chang, J., Boyd, L. C., Kokkalis, Z., & Konofaos, P. (2019). *Selecting a Free Flap for Soft Tissue Coverage in Lower Extremity Reconstruction. Injury*. doi:10.1016/j.injury.2019.10.045.
- Hallock, Geoffrey G. “Sagittal split tibialis anterior muscle flap.” *Annals of plastic surgery* vol. 49,1 (2002): 39-43. doi:10.1097/00000637-200207000-00006.
- Walton, Z., Armstrong, M., Traven, S., & Leddy, L. (2017). *Pedicled Rotational Medial and Lateral Gastrocnemius Flaps. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 25(11), 744–751. doi:10.5435/jaaos-d-15-00722.
- Pu, L. L. Q. (2021). *Free Flaps in Lower Extremity Reconstruction. Clinics in Plastic Surgery*, 48(2), 201–214. doi:10.1016/j.cps.2020.12.002.
- Ahmad, I., Akhtar, S., Rashidi, E., & Khurram, M. F. (2013). *Hemioleus muscle flap in the reconstruction of exposed bones in the lower limb. Journal of Wound Care*, 22(11), 635–642. doi:10.12968/jowc.2013.22.11.635.
- Rios-Luna, A., Fahandezh-Saddi, H., Villanueva-Martínez, M., & López, A. G. (2008). Pearls and tips in coverage of the tibia after a high energy trauma. *Indian journal of orthopaedics*, 42(4), 387–394. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.43376>.
- Clivatti GM, Nascimento BBD, Ribeiro RDA, Milcheski DA, Ayres AM, Gemperli R. REVERSE SURAL FLAP FOR LOWER LIMB RECONSTRUCTION. *Acta Ortop Bras*. 2022 Aug 26;30(4):e248774. doi: 10.1590/1413-785220223004e248774. PMID: 36092178; PMCID: PMC9425924.
- Daigeler, A., Drücke, D., Tatar, K., Homann, H.-H., Goertz, O., Tilkorn, D., ... Steinau, H.-U. (2009). *The Pedicled Gastrocnemius Muscle Flap: A Review of 218 Cases. Plastic and Reconstructive Surgery*, 123(1), 250–257. doi:10.1097/prs.0b013e3181904e2e.
- Roy, M., Patel, A., & Haykal, S. (2018). *Meta-analysis of Timing for Microsurgical Free-Flap Reconstruction for Lower Limb Injury: Evaluation of the Godina Principles. Journal of Reconstructive Microsurgery*, 34(04), 277–292. doi:10.1055/s-0037-1621724.
- D'Arpa S, Toia F, Pirrello R, Moschella F, Cordova A. Propeller flaps: a review of indications, technique, and results. *Biomed Res Int*. 2014;2014:986829. doi: 10.1155/2014/986829. Epub 2014 May 26. PMID: 24971367; PMCID: PMC4058175.
- Roy, M., Patel, A., & Haykal, S. (2018). *Meta-analysis of Timing for Microsurgical Free-Flap Reconstruction for Lower Limb Injury: Evaluation of the Godina Principles. Journal of Reconstructive Microsurgery*, 34(04), 277–292. doi:10.1055/s-0037-1621724.
- Van Boerum, M. S., Wright, T., McFarland, M., Fiander, M., & Pannucci, C. J. (2019). *Cross-Leg Flaps for Lower Extremity Salvage: A Scoping Review. Journal of Reconstructive Microsurgery*, 35(07), 505–515. doi:10.1055/s-0039-1679955.