

П.Є. Ковальчук
Т.В. Хмара
Т.В. Паньків

Буковинський державний
медичний університет
Чернівці, Україна

Надійшла: 22.10.2024

Прийнята: 10.12.2024

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2024.4.40-44>

УДК: 616.748.3-089.843-031:611.984:616.748.3

ТОПОГРАФО-АНАТОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГЛИБОКИХ М'ЯЗІВ ЗАДНЬОЇ ГРУПИ ГОМІЛКИ ДЛЯ МІОПЛАСТИКИ ДЕФЕКТІВ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТКИ

Kovalchuk P.Ye. , Khmara T.V.  ✉, Pankiv T.V.  Topographic and anatomical justification use of the deep muscles of the posterior compartment of the leg for myoplasty of tibia defects.

Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

ABSTRACT. Actuality. Among the consequences of severe injuries of the lower extremities that cause permanent disability, special difficulties for surgical treatment are defects of the tibial bone, in particular after gunshot wounds. The choice of surgical treatment method for tibial bone defects must be strictly individual in each case, taking into account the nature, size, and localization of the bone defect, the condition of the surrounding tissues, and the general condition of the patient. Myoplasty of tibial defects is of great practical importance for the treatment of osteomyelitis, primarily caused by gunshot wounds. **The aim** of the study was to establish the expediency of using the muscles of the deep tendon of the posterior group of the leg to fill the cavities of the tibial bone by using muscle plastic, taking into account the intramuscular distribution of nerves and arteries. **Methods.** The macromicroscopic layer-by-layer preparation of nerves and arterial vessels of the posterior tibial area was used to prepare the right and left lower limbs of 20 fetuses of 4-10 months and 5 adult corpses of both sexes. The period of maturity for the study of the sources of innervation and blood supply of the tibialis posterior muscle, flexor digitorum longus muscle, flexor digitorum longus muscle, the number of muscle branches, the levels of their departure from nerves and arteries and the levels of entry into the abdomen of these muscles yams Particular attention is paid to the features of the intramuscular branching of the nerves and arteries of the flexor digitorum longus, flexor pollicis longus, and tibialis posterior muscle. **Results.** It was established that when moving the deep muscles of the posterior group of the lower leg for tamponade of the tibial cavity, the long nerve-muscular branches of the tibial nerve may remain intact. However, numerous vessels enter the length of the bellies of the posterior tibial muscle, the long muscle- flexor digitorum and flexor pollicis longus muscle. With the deep muscles of the back group of the leg, preserving the integrity of their nerves and arteries, you can fill the cavities of the back surface of the tibia within its lower half.

Key words: myoplasty, flexor digitorum longus, flexor pollicis longus, tibialis posterior, blood supply, innervation, tibia, human.

Citation:

Kovalchuk P.Ye., Khmara T.V., Pankiv T.V. [Topographic and anatomical justification use of the deep muscles of the posterior compartment of the leg for myoplasty of tibia defects]. Morphologia. 2024;18(4):40-4. Ukrainian.

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2024.4.40-44>

 Kovalchuk P.Ye. – 0000-0001-7658-0978;  Khmara T.V. 0000-0001-8023-5181;

 Pankiv T.V. 0000-0002-2525-562X

✉ khmara.tv.6@gmail.com

© Dnipro State Medical University, «Morphologia»

Вступ

Травматичні ушкодження нижніх кінцівок, зокрема великогомілкової кістки, є поширеними серед військовослужбовців та цивільного населення, що постраждали внаслідок бойових дій [1, 2]. Відновлення таких травм вимагає ефективних методів, що дозволяють не тільки зберегти кінцівку, але й відновити її функціональність, забезпечуючи максимальну якість життя пацієнта після

травми [3-5]. Глибокі м'язи задньої групи гомілки, завдяки своїй анатомічній близькості до великогомілкової кістки та хорошему кровопостачанню часто використовуються у міопластиці [6, 7]. Глибокі м'язи задньої групи гомілки забезпечують стабільність у зоні дефекту, сприяють швидкому загоєнню та зменшують ризик ускладнень, таких як інфекції або некроз тканин, що є надзвичайно важливим в умовах обмеженого доступу до

медичних ресурсів на полі бою [8, 9]. Також важливо зазначити, що використання глибоких м'язів задньої групи гомілки дозволяє мінімізувати травматизацію інших структур, що критично для збереження функціональних можливостей.

Викроювання клаптів із м'язів глибокого шару задньої групи гомілки вимагає ґрунтовних знань про типову і варіантну топографію їх судин і нервів. Це важливо як з точки зору збереження функції частини м'яза, що залишається, так і для збереження життєздатності викроеного клаптя. Тільки при збереженні кровопостачання, і передусім іннервації, клапоть зможе повністю виконати ту роль, яка покладається на нього при міопластичній операції [10, 11].

У джерелах літератури трапляються одиничні публікації щодо кровопостачання та іннервації глибоких м'язів задньої групи гомілки у плодів [12, 13] та у людей зрілого віку [14]. Проте, у літературі не приділено достатньої уваги внутрішньом'язовому розподілу нервів і артеріальних судин у задньому великогомілковому м'язі, довгому м'язі-згиначі пальців і довгому м'язі-згиначі великого пальця, що може визначити раціональні методи викроювання клаптів із цих м'язів.

Мета

З урахуванням внутрішньом'язового розподілу нервів і артерій у м'язах задньої групи гомілки встановити доцільність їхнього використання для заповнення методом міопластики порожнин великогомілкової кістки.

Матеріали та методи

Методом макромікроскопічного пошарового препарування нервів і артеріальних судин задньої гомілкової ділянки на препаратах правої і лівої нижніх кінцівок 20 плодів 4-10 місяців і 5 трупів людей обох статей другого періоду зрілого віку з'ясовано джерела іннервації та кровопостачання заднього великогомілкового м'яза, довгого м'яза-згинача пальців, довгого м'яза-згинача великого пальця, кількість м'язових гілок, рівні їхнього відходження від нервів та артерій і рівні входження у черевця цих м'язів. Особливу увагу приділено особливостям внутрішньом'язового галуження нервів і артерій у довгому м'язі-згиначі пальців, довгому м'язі-згиначі великого пальця та у задньому великогомілковому м'язі.

Дослідження проведене відповідно до основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2013 рр.), наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р. та з урахуванням методичних рекомендацій МОЗ України «Порядок вилучення біологічних об'єктів від померлих осіб, тіла яких підлягають судово-медичній експертизі та патологоанатомічному дослідженню, для наукових цілей» (2018 р.). Комісією з питань біомедичної

етики Буковинського державного медичного університету (протокол № 1 від 09.09.2024 р.) порушень морально-правових норм при проведенні науково-дослідної роботи не виявлено.

Результати та їх обговорення

У плодів людини варіанти іннервації м'язів часто пов'язані з неповною мієлінізацією нервових волокон або атипичним розвитком нервової системи, що впливає на швидкість передачі імпульсів і функціональність. Такі варіації можуть бути тимчасовими, оскільки нервова система плода продовжує розвиватися, а структура іннервації змінюється в процесі росту.

Іннервація довгого м'яза-згинача пальців, довгого м'яза-згинача великого пальця та заднього великогомілкового м'яза у плодів людини у деяких випадках представлена різними варіантами, що залежать від вікових та індивідуальних анатомічних особливостей. Кількість м'язових гілок до кожного м'яза та рівень їх галуження може варіювати. Класично, ці м'язи іннервуються великогомілковим нервом, який відходить від крижового сплетення (L4-S3). У плода 195,0 мм ТКД виявлено варіант високого розгалуження великогомілкового нерва, а саме: дві м'язові гілки до довгого м'яза-згинача пальців відходили на рівні нижнього кута підколінної ямки (рис. 1).

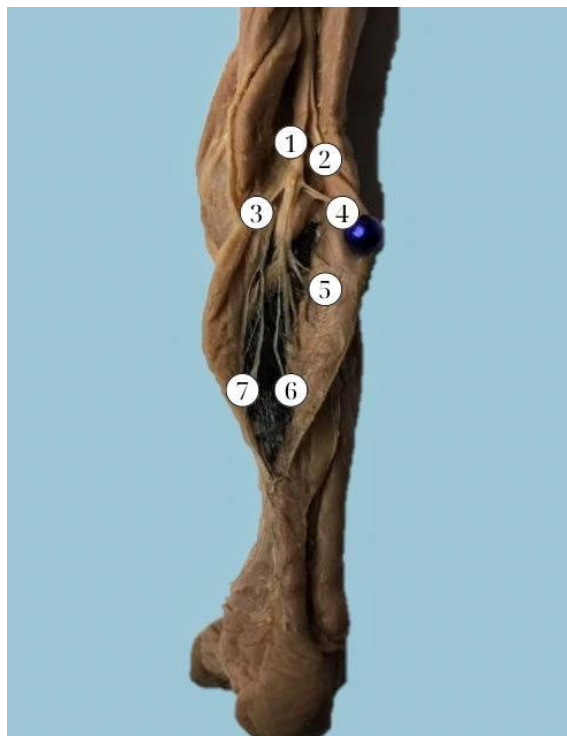


Рис. 1. Права задня гомілкорова ділянка плода 195,0 мм ТКД. 1 – великогомілковий нерв; 2 – загальний мало-гомілковий нерв; 3 – м'язова гілка до бічної головки литкового м'яза; 4 – м'язова гілка до присередньої головки литкового м'яза; 5 – м'язові гілки до заднього великогомілкового м'яза; 6 – м'язові гілки до довгого м'яза-згинача великого пальця; 7 – м'язові гілки до довгого м'яза-згинача пальців. Фото макропрепарату. $\times 5$.

Довгий м'яз-згинач великого пальця іннервується трьома м'язовими гілками, що галузяться від великогомілкового нерва на рівні верхньої третини гомілки. У плода 210,0 мм ТКД встановлено варіант іннервації довгого м'яза-згинача пальців – м'язовими гілками малогомілкового нерва, а також подвійна іннервація довгого м'яза-згинача великого пальця – великогомілковим та малогомілковим нервами, що забезпечить додаткову функціональність м'яза.

Задній великогомілковий м'яз у плода 195,0 мм ТКД отримує іннервацію двома м'язовими гілками від великогомілкового нерва, що розгалужуються у верхній третині гомілкової ділянки до вступу нерва у цей м'яз. У плода 210,0 мм часткову іннервацію цього м'яза забезпечує глибока гілка малогомілкового нерва.

Кровопостачання довгого м'яза-згинача пальців, довгого м'яза-згинача великого пальця та заднього великогомілкового м'яза у плодів має певні особливості та варіанти залежно від стадії розвитку. Усі три м'язи глибокого шару задньої групи гомілки зазвичай постачаються кров'ю від задньої великогомілкової артерії, яка є гілкою підколінної артерії. Проте у плодів людини можуть спостерігатися варіації в анатомії артеріальної сітки.

У ранніх плодів людини артеріальні судини можуть бути недорозвиненими, що впливає на кровопостачання м'яза. На нашу думку, нестабільність у розвитку артеріальних гілок, може впливати як на рівень кровопостачання м'яза, так і його функціональний розвиток. Довгий м'яз-згинач пальців, довгий м'яз-згинач великого пальця, задній великогомілковий м'яз отримують основне кровопостачання від задньої великогомілкової артерії, проте в одиничних випадках у їхньому кровопостачанні можуть брати участь і гілки малогомілкової артерії, яка є додатковим джерелом васкуляризації для цієї ділянки.

Загалом, у плодів система кровопостачання цих м'язів перебуває в процесі формування, і артерії можуть мати нетипову будову або варіативність залежно від індивідуальних особливостей. Такі варіанти є характерними для плодового періоду розвитку і зазвичай стабілізуються після народження.

У людей зрілого віку іннервація заднього великогомілкового м'яза забезпечується переважно однією нервовою гілкою, що бере початок від передньої поверхні великогомілкового нерва на 6,0-18,0 см нижче суглобової щілини коліна. У трьох випадках виявлено три гілки великогомілкового нерва, які прямували до заднього великогомілкового м'яза. Привертає увагу те, що перед вступом у верхню половину задньої поверхні черевця заднього великогомілкового м'яза вищезазначені 1-3 м'язові гілки розгалужуються на різну кількість гілок другого порядку. У кровопостачанні заднь-

ого великогомілкового м'яза беруть участь численні короткі м'язові гілки задньої великогомілкової артерії, які проникають в однойменний м'яз на всій протяжності його черевця. На нашу думку, формування клаптів із заднього великогомілкового м'яза навряд чи можливо без пошкодження його нервів, які вступають у ділянці середини задньої поверхні черевця цього м'яза.

Довгий м'яз-згинач великого пальця, який є самим великим м'язом глибокого шару задньої групи гомілки, іннервується, як правило однією, рідко двома м'язовими гілками великогомілкового нерва. У людей зрілого віку найбільш високий рівень відходження цих гілок від великогомілкового нерва відзначено на 5,0-6,0 см нижче суглобової щілини коліна (4 спостереження), а низький рівень – на 18,0-21,0 см нижче цього рівня (6 випадків). Слід зауважити, що 1-2 м'язові гілки великогомілкового нерва, спускаючись по задній поверхні довгого м'яза-згинача великого пальця, діляться на гілки другого порядку, які входять у середню, і в одиничних спостереженнях – у нижню третину черевця м'яза. Кровопостачання довгого м'яза-згинача великого пальця забезпечується 3-6 короткими м'язовими гілками малогомілкової артерії, які вступають у черевце м'яза по всій протяжності його передньої поверхні. Можна припустити, що при тампонаді порожнини великогомілкової кістки довгим м'язом-згиначем великого пальця, легко зберегти цілість нервів цього м'яза як при високому, так і при низькому їх відгалуженні від великогомілкового нерва. Однак, переміщення довгого м'яза-згинача великого пальця у присередній бік пов'язано з порушенням цілості коротких гілок малогомілкової артерії.

В іннервації довгого м'яза-згинача пальців у людей зрілого віку беруть участь 1-2 м'язові гілки, що відокремлюються від великогомілкового нерва на 4,0-18,0 см нижче суглобової щілини коліна. Перед вступом у задню поверхню черевця довгого м'яза-згинача пальців, ці нервові м'язові гілки великогомілкового нерва також розгалужуються на гілки другого порядку, більшість із яких входить у верхню половину черевця довгого м'яза-згинача пальців (рис. 2). Кровопостачання довгого м'яза-згинача пальців забезпечується численними короткими м'язовими гілками задньої великогомілкової артерії, які вступають у черевце м'яза на всій його протяжності.

Тому, поздовжнє розділення довгого м'яза-згинача пальців на частини і переміщення вузького клаптя м'яза у кісткову порожнину великогомілкової кістки може супроводжуватися порушенням цілості нервів і артерій із наступною атрофією переміщеної частини м'яза. Таким чином, довгий м'яз-згинач пальців мало придатний для переміщення на присередню поверхню великогомілкової кістки.

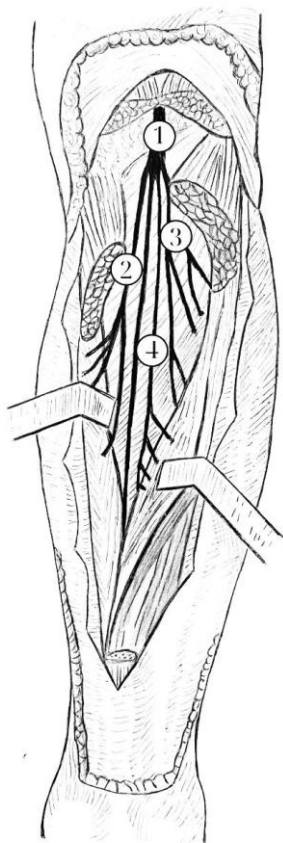


Рис 2. Іннервація глибоких м'язів задньої групи правої гомілки жінки 62 років (схематичне зображення): 1 – великогомілковий нерв; 2 – м'язові гілки до довгого м'яза-згинача пальців; 3 – м'язові гілки до заднього великогомілкового м'яза; 4 – м'язові гілки до довгого м'яза-згинача великого пальця.

Описане топографічне розміщення артерій і нервів довгого м'яза-згинача пальців дозволяє швидше заповнювати цим м'язом дефект задньої поверхні великогомілкової кістки і до того ж без поздовжнього поділу довгого м'яза-згинача пальців.

Висновки

1. При переміщенні глибоких м'язів задньої групи гомілки для тампонади порожнини великогомілкової кістки можуть залишитися непошкодженими довгі нервові м'язові гілки великогомілкового нерва, але ушкоджуються численні судини, що входять по довжині черевців заднього великогомілкового м'яза, довгого м'яза-згинача пальців і довгого м'яза-згинача великого пальця.

2. Глибокими м'язами задньої групи гомілки, зберігаючи цілість їх нервів і артерій, можна заповнити порожнини задньої поверхні великогомілкової кістки у межах її нижньої половини.

Перспективи подальших досліджень

Визначити практичне значення індивідуальної та вікової анатомічної мінливості артерій та нервів у товщі м'язів передньої групи гомілки у людей зрілого віку.

Інформація про конфлікт інтересів

Потенційних або явних конфліктів інтересів, що пов'язані з цим рукописом, на момент публікації не існує та не передбачається.

Джерела фінансування

Дослідження виконано в рамках науково-дослідної теми «Розробка і впровадження нових технологій остеосинтезу та ендопротезування» (номер державної реєстрації 0122U002210).

Літературні джерела References

1. Kovalchuk P, Khmara T, Komar T. Modern views on methods of surgical treatment of tibial defects after gunshot injuries. *Clin Anat Oper Surg*. 2024;23(2):121–126. <http://dx.doi.org/10.24061/1727-0847.23.2.2024.39>
2. Tao S, Dong Z, Wei J, Liu L, Zhang L, Shi S. Modified medial gastrocnemius myocutaneous flap with extended anterior, inferior and/or posterior boundaries: Anatomical observation and report of a clinical series of 33 flaps. *Injury*. 2024;55(6):111491. <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2024.111491>
3. Liu WJ, Zhang HY, Liu DW. Clinical effects of different types of tissue flaps in repairing the wounds with steel plate exposure and infection after proximal tibial fracture surgery. *Zhonghua Shao Shang Yu Chuang Mian Xiu Fu Za Zhi*. 2023;39(12):1140–1148. <http://dx.doi.org/10.3760/cma.j.cn501225-20231101-00171>
4. Liu H, Liu J, Wu Y, Ma Y, Zhou M, Xue Y, et al. Analysis of the risk factors for free flap necrosis in soft tissue reconstruction of the lower limbs. *Orthop Surg*. 2023;15(6):1534–1540. <http://dx.doi.org/10.1111/os.13727>
5. Chen H, Meng D, Yin G, Hou C, Lin H. Translocation of the soleus muscular branch of the tibial nerve to repair high common peroneal nerve injury. *Acta Neurochir (Wien)*. 2019;161(2):271–277. <http://dx.doi.org/10.1007/s00701-018-03797-x>
6. Yu D, Yin H, Han T, Jiang H, Cao X. Intramuscular innervations of lower leg skeletal muscles: applications in their clinical use in functional muscular transfer. *Surg Radiol Anat*. 2016;38(6):675–685. <http://dx.doi.org/10.1007/s00276-015-1601-x>
7. Fracol ME, Janes LE, Ko JH, Dumanian GA. Targeted muscle reinnervation in the lower leg: An anatomical study. *Plast Reconstr Surg*. 2018;142(4):541e–550e. <http://dx.doi.org/10.1097/PRS.0000000000004773>
8. Tiwana MS, Sinkler MA, Bordoni B. Anatomy, shoulder and upper limb, triceps muscle. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls

Publishing; 2024.

9. Bao B, Wei H, Zhu H, Zheng X. Transfer of soleus muscular branch of tibial nerve to deep fibular nerve to repair foot drop after common peroneal nerve injury: A retrospective study. *Front Neurol*. 2022;13:745746.

<http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2022.745746>

10. Emamhadi M, Naseri A, Aghaei I, Ashrafi M, Emamhadi R, Andalib S. Soleus nerve transfer to deep peroneal nerve for treatment of foot drop. *J Clin Neurosci*. 2020;78:159–163. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocn.2020.04.086>

11. Huang K, Ye X, Zhu S, Liu Y, Sun F, Su X, et al. Anatomical study of the motor branches of the tibial nerve and incision design for hyperselective neurectomy. *Surg Radiol Anat*. 2024;46(7):1121–1129. <http://dx.doi.org/10.1007/s00276-024-03383-0>

12. Komar TV. Anatomic variability of the nerves of the triceps surae in early human fetuses. *Morphologia*. 2021;15(3):101–108. <http://dx.doi.org/10.26641/1997-9665.2021.3.101-108>

13. Komar TV, Department of Pathological Anatomy, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine, Khmara TV, Protsak TV, Zamorskii II, Sarafyniuk PV, et al. Variant anatomy of the tibial nerve in posterior calf muscles in human fetuses. *Arch Balk Med Union*. 2022;57(4):363–371. <http://dx.doi.org/10.31688/abmu.2022.57.4.05>

14. Wade MD, McDowell AR, Ziermann JM. Innervation of the long head of the triceps brachii in humans—A fresh look: Innervation of the long head of the triceps brachii. *Anat Rec (Hoboken)*. 2018;301(3):473–483. <http://dx.doi.org/10.1002/ar.23741>

Ковальчук П.Є., Хмара Т.В., Паньків Т.В. Топографо-анатомічне обґрунтування використання глибоких м'язів задньої групи гомілки для міопластики дефектів великогомілкової кістки.

РЕФЕРАТ. Актуальність. Серед наслідків тяжких ушкоджень нижніх кінцівок, що спричинюють стійку інвалідність, особливі труднощі для оперативного лікування становлять дефекти великогомілкової кістки, зокрема після вогнепальних поранень. Вибір методу оперативного лікування при дефектах великогомілкової кістки має бути суворо індивідуальним у кожному окремому випадку, з урахуванням характеру, розміру та локалізації кісткового дефекту, стану навколишніх тканин, загального стану хворого. Міопластика дефектів великогомілкової кістки має важливе практичне значення для лікування остеомієліту, передусім спричиненого вогнепальними пораненнями. **Метою** дослідження було встановити доцільність використання м'язів глибокого шару задньої групи гомілки для заповнення порожнин великогомілкової кістки методом м'язової пластики з урахуванням внутрішньом'язового розподілу нервів і артерій. **Методи.** Методом макромікроскопічного поширеного препарування нервів і артеріальних судин задньої гомілкової ділянки на препаратах правої і лівої нижніх кінцівок 20 плодів 4–10 місяців і 5 трупів людей обох статей другого періоду зрілого віку з'ясовано джерела іннервації та кровопостачання заднього великогомілкового м'яза, довгого м'яза-згинача пальців, довгого м'яза-згинача великого пальця, кількість м'язових гілок, рівні їхнього відходження від нервів та артерій і рівні входження у черевця цих м'язів. Досліджено особливості внутрішньом'язового галуження нервів і артерій у довгому м'язі-згиначі пальців, довгому м'язі-згиначі великого пальця та у задньому великогомілковому м'язі. **Результати.** Встановлено, що при переміщенні глибоких м'язів задньої групи гомілки для тампонади порожнини великогомілкової кістки можуть залишитися непошкодженими довгі нервові м'язові гілки великогомілкового нерва, але ушкоджуються численні судини, що входять по довжині черевців заднього великогомілкового м'яза, довгого м'яза-згинача пальців і довгого м'яза-згинача великого пальця. Глибокими м'язами задньої групи гомілки, зберігаючи цілість їх нервів і артерій, можна заповнити порожнини задньої поверхні великогомілкової кістки у межах її нижньої половини.

Ключові слова: міопластика, довгий м'яз-згинач пальців, довгий м'яз-згинач великого пальця, задній великогомілковий м'яз, кровопостачання, іннервація, великогомілкова кістка, людина.