

DOI: 10.26693/jmbs03.05.054

УДК 611.728.4:612.13

Цигикало О. В., Коваль О. А.,
Васюк В. Л., Олійник І. Ю.

ОСОБЛИВОСТІ КРОВОПОСТАЧАННЯ КІСТОК ГОМІЛКИ В ДІЛЯНЦІ ГОМІЛКОВОСТОПНОГО СУГЛОБА

Вищий державний навчальний заклад України
«Буковинський державний медичний університет», Чернівці, Україна

tsyhykalo@icloud.com

olijnyk1961@gmail.com

Дослідження проведено на препаратах 25 передплідів та плідів людини, 26 кісткових препаратах нижніх кінцівок дорослих людей та 24 серіях комп'ютерних томограм дорослих людей віком 23–72 років. Використано комплекс методів морфологічного дослідження: антропометрію, морфометрію, ін'єкцію кровоносних судин рентген контрастними сумішами макромікроскопію, тривимірне реконструювання та статистичний аналіз. Найчастіше місцями входження артерій у кістки гомілки є середня третина кісток (54%) та дистальний метафіз (36%). У 10% спостерігались живильні отвори у верхній третині великогомілкової кістки. На тривимірних реконструкціях чітко видно також більш розгалужену та розвинуту сітку судин у кістково-мозковому каналі в метафізарних ділянках. У постнатальному періоді найчастіше ми зустрічали локалізації живильних артерій на передньо-бічній поверхні великогомілкової кістки (23%), або ж їх поєднання – наявність одночасно живильних артерій на задньомедіальній та задньолатеральних поверхнях кістки (18,3%).

Ключові слова: кістки гомілки, кровопостачання, гомілковостопний суглоб, онтогенез, людина.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проведено в рамках виконання фрагменту планової комплексної науково-дослідної роботи «Закономірності морфогенезу та структурно-функціональні особливості тканин і органів в онтогенезі людини», № державної реєстрації 0116U002938.

Вступ. Морфологічні дослідження особливостей кровопостачання кінцівок людини, з'ясування варіантної анатомії живильних артерій є актуальним завданням вчених анатомів та ортопедів-травматологів [3–5, 8]. Необхідність збереження артеріальних судин під час оперативної фіксації переломів, забезпечення адекватного кровопостачання кінцівки можуть бути визначальними факторами у виборі метода остеосинтезу. Різновиди пе-

реломів нижньої третини гомілки та ділянки гомілковостопного суглоба передбачають певну хірургічну тактику – чи то використання пластин, спиць. З'ясування топографії проникних артерій в цій частині нижньої кінцівки дозволить обрати відомий чи розробити новий оптимальний метод імобілізації переломів, уникнути післяопераційних ускладнень і підвищити ефективність лікування [6, 7, 9].

Мета дослідження: з'ясувати топографію проникних артерій у нижній третині гомілки в онтогенезі людини.

Матеріал і методи дослідження. Досліджено препарати 25 передплідів та плідів людини 3–9 місяців внутрішньоутробного розвитку з колекції кафедри гістології, цитології та ембріології, 26 кісткових препаратів нижніх кінцівок людей різного віку та статі з музею кафедри анатомії людини імені М. Г. Туркевича ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет», а також тривимірні реконструкції за 24 серіям комп'ютерних томограм дорослих людей віком 23–72 років. Кровоносні судини препаратів плідів людини контрастували сумішшю на основі свинцевого сурику. Використано комплекс методів морфологічного дослідження: антропометрію – для встановлення віку плідів людини, морфометрію – для отримання цифрових показників, макромікроскопію та тривимірне реконструювання – для визначення особливостей розвитку та топографії проникних артерій нижньої кінцівки. Дослідження проведено з дотриманням основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень з участю людини (1964–2008 рр.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. та згідно методичних рекомендацій [1] і "Порядку вилучення біологічних об'єктів від померлих, тіла яких підлягають судово-медичній експертизі і патологоанатомічному дослідженню, для наукових цілей" [2].

Результати дослідження та їх обговорення.
 В передплодовому періоді пренатального розвитку людини відбувається хрящовий остеогенез, в якому кровоносні судини відіграють вирішальну морфофункціональну роль. На етапі енхондрального окостеніння кісток гомілки відбувається проростання судин кісткової манжетки всередину діяфіза хрящової моделі кістки і виходу за їх межі остеогенних клітин. За рахунок діяльності остеокластів у хрящі виникають порожнини резорбції, які, зливаючись, утворюють кістковомозкову порожнину (рис. 1). На останньому етапі формування кістки (третій триместр пренатального розвитку) кровоносні судини вросли в епіфізарну частину хрящової моделі, утворюється епіфізарний центр окостеніння. Між епіфізарним та діяфізарним центрами окостеніння формується метафізарна пластинка росту, яка має складну морфологічну будову та розвинуті внутрішньокісткові анастомози між діяфізарними та метафізарними кровоносними судинами. Характерною особливістю топографії судин в ділянці метафізу є позакісткові анастомози – артеріальні гілочки, які є над- та підметафізарними відгалуженнями живильних кровоносних судин. Останні в свою чергу є низхідними гілками магістральних артерій гомілки.

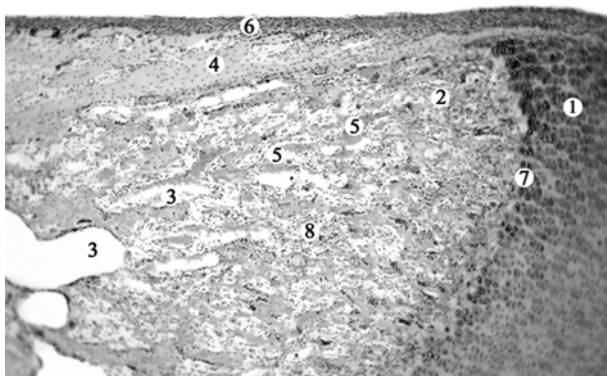


Рис. 1. Поздовжній зріз великогомілкової кістки 3,5-місячного плода людини. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Мікрофотографія. Зб. $\times 40$:
 1 – зона незміненого епіфізарного хряща; 2 – зона звапнованого хряща; 3 – кістковомозкова порожнина; 4 – перихондрій; 5 – кров'яні лакуни; 6 – зачаток периосту; 7 – метаепіфізарна пластинка росту; 8 – острівці енхондрального окостеніння

За результатами наших досліджень, найчастіше місцями входження артерій у кістки гомілки є середня третина кісток (54%) та дистальний метафіз (36%) (рис. 2). У 10% спостерігались живильні отвори у верхній третині великогомілкової кістки.

На тривимірних реконструкціях чітко видно також більш розгалужену та розвинуту сітку судин в кістково-мозковому каналі в метафізарних ділянках

(рис. 3). У середній третині велико- та малоомілкових кісток на більшості препаратів простежується 1–3 живильних отворів (рис. 4).

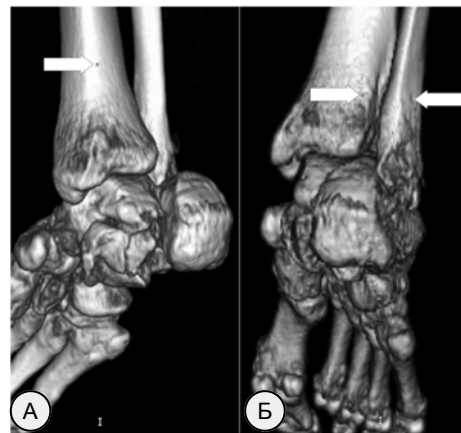


Рис. 2. Тривимірна реконструкція правої нижньої кінцівки чоловіка 46 років:
 А – задньо-присередня проекція; Б – Задньо-нижня проекція. Стрілками позначено живильні отвори

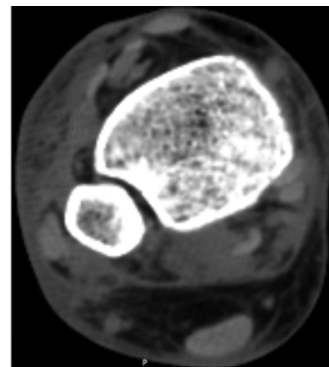


Рис. 3. Комп'ютерна томограма правої нижньої кінцівки чоловіка 46 років



Рис. 4. Тривимірна комп'ютерна реконструкція лівої нижньої кінцівки чоловіка 70 років. Задньо-присередня проекція. Чорними мітками показані місця входу живильних судин

У постнатальному періоді найчастіше ми зустрічали локалізації живильних артерій на передньо-бічній поверхні великогомілкової кістки (23%), або ж їх поєднання – наявність одночасно живильних кісткових артерій на задньомедіальній та задньолатеральних поверхнях кістки (18,3%) (рис. 5).

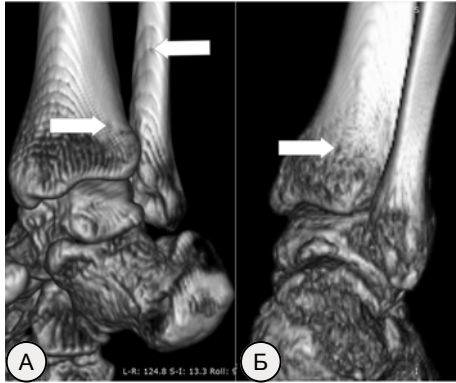


Рис. 5. Тривимірна реконструкція правої нижньої кінцівки чоловіка 31 років:

А - задньо-присередня проекція; Б – Задньо-бічна проекція. Стрілками позначено живильні отвори

На малоюмілкової кістці, крім задньо-медіальної локалізації живильних артерій, зустрічалися варіанти з "високим" (вище метафіза) розміщенням місця входження судини в речовину кістки (рис. 6).

Джерелами кровопостачання нижньої третини великогомілкової кістки є передня великогомілкова артерія, малоюмілкової – малоюмілкова артерія.

Застосування методів комп'ютерного реконструювання дозволяє отримати тривимірні моделі тканин кінцівки з метою подальшого моделювання методу фіксації переламів пілона, що надасть можливість індивідуалізувати методику їх лікування.

Встановлено, що місця входження живильних артерій в компакту речовину великогомілкової та малоюмілкової кісток варіантне і потребує подальшого вивчення та систематизації щодо індивідуальної та типологічної мінливості.



Рис. 6. Тривимірна комп'ютерна реконструкція лівої нижньої кінцівки жінки 72 років. Задньо-присередня проекція. Чорними мітками показані місця входу живильних судин

Висновки. Найчастіше місцями входження артерій у кістки гомілки є середня третина кісток (54%) та дистальний метафіз (36%) (рис. 2). У 10% спостерігались живильні отвори у верхній третині великогомілкової кістки. На тривимірних реконструкціях чітко видно також більш розгалужену та розвинуту сітку судин в кістково-мозковому каналі в метафізарних ділянках. У постнатальному періоді найчастіше ми зустрічали локалізації живильних артерій на передньо-бічній поверхні великогомілкової кістки (23%), або ж їх поєднання – наявність одночасно живильних кісткових артерій на задньомедіальній та задньолатеральних поверхнях кістки (18,3%).

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо за доцільне продовжити дослідження особливостей кровопостачання кісток нижньої кінцівки з визначенням статеві-вікових та конституційних особливостей кровоносних судин та локалізації живильних отворів. Закономірності варіантної анатомії судин нижніх кінцівок можуть бути морфологічною основою для обґрунтування та розробки нових методів лікування та профілактики ускладнень переломів кісток гомілки та гомілковостопного суглоба.

References

1. Mishalov VD, Chaikovskiy YuB, Tverdokhlib IV. *Dotrymannia etychnykh i zakonodavchykh norm i vymoh pry vykonanni naukovykh morfolohichnykh doslidzhen*. Kyiv, 2007. 76 s. [Ukrainian].
2. Mishalov VD, Voichenko VV, Malysheva TA, Dibrova VA, Kuzyk PV, Yurchenko VT. Poriadok vyluchennia biolohichnykh ob'ektiv vid pomerlykh, tila yakykh pidliahaiut sudovo-medychnii ekspertyzi i patolofoanatomichnomu doslidzhenniu, dlia naukovykh tsilei: metodychni rekomendatsii. *Osvita Ukrainy: spetsvypusk hazety*. Kyiv: Pedahohichna presa. 2018; 2 (62): 3–13. [Ukrainian].
3. Anusha P, Naidu MP. A study on the nutrient foramina of long bones. *Jour of Med Sc and Tech*. 2013; 2 (3): 150–7.
4. Bilodi AKS, Reddy BS. A study on nutrient foramina of fibula, its medicolegal aspect and clinical importance in dentistry. *World Journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 2014; 3 (2): 2133–44.
5. Gupta R, Singh KA, Rajkumar. Morphological Study of Nutrient Foramen in Human Fibulae of North Indian Region. *Int J Med Health Sci*. 2013; 2 (2): 205–9.
6. Kanczler JM, Oreffo RO. Osteogenesis and angiogenesis: the potential for engineering bone. *Eur Cell Mater*. 2008; 15 (2): 100–14. PMID: 18454418. <https://doi.org/10.22203/eCM.v015a08>.

7. Patel SM, Vora RK, Jotania BM. A Study Of Diaphyseal Nutrient Foramina In Human Lower Limb Long Bones. *NJIRM*, 2015; 6 (3): 14–8.
8. Sanjeev K, Kathiresan K, Trinesh G, Nagalaxmi. Study of Diaphysial nutrient Foramina in human long bones. *Anat Kar*. 2012; 6 (2): 66–70.
9. Sharma MD, Mathur A, Nagar AK, Barjatiya R, Chauhan P, Shekhawat S. Study of Morphometric Variations in the Nutrient Foramina of Fibula in Central Rajasthan. *Indian J of Clin Anat and Physiol*. 2016; 3 (1): 65–71. <https://doi.org/10.5958/2394-2126.2016.00017.7>.

УДК 611.728.4:612.13

ОСОБЕННОСТИ КРОВосНАБЖЕНИЯ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ В ОБЛАСТИ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА

Цигикало А. В., Коваль О. А., Васюк В. Л., Олийнык И. Ю.

Резюме. Исследование проведено на препаратах 25 предплодов и плодов человека, 26 костных препаратах нижних конечностей взрослых людей и 24 сериях компьютерных томограмм взрослых людей в возрасте 23–72 лет. Использован комплекс методов морфологического исследования: антропометрию, морфометрию, инъекцию кровеносных сосудов рентгенконтрастными смесями, макромикроскопию, компьютерное трехмерное реконструирование и статистический анализ. Чаще всего местами вхождения артерий в кости голени являются средняя треть костей (54%) и дистальный метафиз (36%). У 10% наблюдались питательные отверстия в верхней трети большеберцовой кости. На трехмерных реконструкциях четко видно также более разветвленную и развитую сеть сосудов в костно-мозговом канале, в метафизарных участках. В постнатальном периоде чаще всего мы встречали локализации питательных артерий на переднебоковой поверхности большеберцовой кости (23%), или же их сочетание – наличие одновременно питательных артерий на заднемедиальной и заднелатеральной поверхностях кости (18,3%).

Ключевые слова: кости голени, кровоснабжение, голеностопный сустав, онтогенез, человек.

UDC 611.728.4:612.13

Features of Shin Blood Supply in Ankle Joint

Tsyhykalo O. V., Koval O. A., Vasyuk V. L., Oliinyk I. Yu.

Abstract. Morphological studies of blood supply peculiarities in human limbs, and the elucidation of the variant anatomy of the nutritional arteries are acute tasks for anatomy scientists, orthopedics and traumatologists. The need to preserve arterial vessels during surgical fixation of fractures, providing adequate blood supply to the limbs can be the determining factor in choosing correct method of osteosynthesis. Investigation of the topography of arteries in this region of the lower limb will allow choosing a well-known or developing a new optimal method of immobilization of fractures, to avoid postoperative complications and to improve the effectiveness of treatment.

The purpose of the study was to investigate the topography of penetrating arteries in the lower third of the shin during human ontogenesis.

Materials and methods. The research was conducted on 25 human prefetuses and fetuses' preparations, aged from 3 to 9 months of prenatal development; 26 bone preparations of lower extremities of adults and 24 series of computer tomograms in adults aged 23–72. We used a complex of morphological research methods: anthropometry, morphometry, injection of blood vessels by X-ray contrasting macromicroscopy mixtures, three-dimensional reconstruction and statistical analysis.

Results and discussion. Cartilage osteogenesis occurs in the prefetal period of prenatal human development, where blood vessels play a crucial morphofunctional role. During endochondral ossification of the tibia, there occurs the germination of vessels of the bone cuff inside the diaphysis of the cartilaginous bone model and exit of osteogenic cells beyond their limits. In the third trimester of prenatal development, blood vessels grow into the epiphyseal part of the cartilaginous model, and an epiphyseal center of ossification is formed. A metaphysical growth plate is formed between the epiphysis and diaphysis centers of ossification. A metaphysical growth plate develops intraosseous anastomosis between the diaphyseal and metaphysical blood vessels. In the metaphysis area, there is extra-skeletal anastomosis. The insertion of arteries into the bone of tibia is usually the middle third of bones (54%) and distal metaphysis (36%). There were nourishing holes in the upper third of the tibia in 10%. Three-dimensional reconstruction also clearly shows a more branched and developed mesh of vessels in the bone marrow in metaphysical regions. There can be traced 1-3 nutrient holes in the middle third of the large and small-shin bones in most preparations. In addition to the back-medial localization of the nutritional arteries, there were variants with a "high" (above the metaphysis) placement of entrance of vessel into the bone matter on the fibular.

Conclusions. Most common insertion of arteries into the bone of the tibia was usually the middle third of the bone (in 54%) and distal metaphysis (in 36%). In 10% there were nourishing holes in the upper third of the tibia. The three-dimensional reconstruction also clearly showed a more branched and developed mesh of vessels in the bone marrow in metaphysical regions. During postnatal period, we most often encountered the localization of nutritional arteries on the anterior-lateral surface of the tibia (23%), or their combination – the presence of both nutrient arteries on the posterior and medial bone surfaces (18.3%).

Keywords: shin bones, blood supply, ankle joint, ontogenesis, human.

Стаття надійшла 02.04.2018 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування