

УДК 611.137.91:611.985

<https://doi.org/10.23888/HMJ202193493-500>

## Топографо-анатомическая характеристика задней большеберцовой артерии и её ветвей в области лодыжечного канала

Р. Е. Калинин, И. А. Сучков, Э. А. Климентова, И. Н. Шанаев<sup>✉</sup>, В. А. Юдин

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Российская Федерация

*Автор, ответственный за переписку:* Иван Николаевич Шанаев, [c350@yandex.ru](mailto:c350@yandex.ru)

### АННОТАЦИЯ

С целью уточнить особенности анатомии и топографии подошвенных сосудов в области лодыжечного канала, для обоснования доступа к бифуркации задней большеберцовой артерии и проведения ультразвукового исследования подошвенных артерий были изучены результаты анатомического препарирования 10 ампутированных нижних конечностей и ультразвукового дуплексного ангиосканирования (УЗДАС) 30 здоровых добровольцев, которое проводилось с помощью линейного датчика с частотой 7–12 МГц. По данным анатомического препарирования и ультразвукового исследования уровень бифуркации задней большеберцовой артерии находился на  $1,7 \pm 0,4$  см (минимально 0,5 см — максимально 2 см) ниже уровне заднего края медиальной лодыжки и был чуть прикрыт мышцей отводящей большой палец стопы. Средний диаметр задней большеберцовой артерии над уровнем бифуркации составил  $2,56 \pm 0,4$  мм, медиальной подошвенной артерии —  $1,4 \pm 0,44$  мм, латеральной подошвенной артерии —  $1,8 \pm 0,5$  мм. В 90% латеральная подошвенная артерия превосходила по диаметру медиальную подошвенную. В 7% медиальная подошвенная артерия была больше, а в 3% наблюдений диаметры обеих артерий были равны. При взятии ориентира бифуркации задней большеберцовой артерии как центральной точки, подошвенные сосуды на УЗДАС можно проследить дистально вниз под брюшко мышцы, отводящей большой палец стопы: медиальные сосуды расположены более кпереди — на 2 часа, а латеральные — несколько кзади на 1 час. Оценка кровотока на этом уровне дает представление о состоянии сосудов стопы.

**Заключение.** Уровень бифуркации задней большеберцовой артерии располагается —  $1,7 \pm 0,4$  см ниже заднего края медиальной лодыжки, что позволяет обозначить локализацию доступа к ней. При взятии ориентира бифуркации задней большеберцовой артерии как центральной точки, с помощью УЗДАС можно оценить кровотоки в подошвенных сосудах — расположение датчика от этой точки на 2 часа соответствует проекции медиальной подошвенной артерии, на 1 час — латеральной подошвенной артерии на правой нижней конечности, на левой — на 10 и 11 часов соответственно.

**Ключевые слова:** задняя большеберцовая артерия, топография, ультразвуковое дуплексное ангиосканирование, бифуркация артерии, подошвенные сосуды, анатомическое препарирование

### Для цитирования:

Калинин Р. Е., Сучков И. А., Климентова Э. А., Шанаев И. Н., Юдин В. А. Топографо-анатомическая характеристика задней большеберцовой артерии и её ветвей в области лодыжечного канала // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2021. Т. 9, № 3. С. 493–500. <https://doi.org/10.23888/HMJ202193493-500>.

<https://doi.org/10.23888/HMJ202193493-500>

## Topographic-anatomical characteristics of artery tibialis posterior and its branches in the area of ankle canal

Roman E. Kalinin, Igor A. Suchkov, Emma A. Klimentova, Ivan N. Shanaev✉, Vladimir A. Yudin

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation

Corresponding author: Ivan N. Shanaev, c350@yandex.ru

### ABSTRACT

**AIM:** To clarify peculiarities of the anatomy and topography of the plantar vessels in the area of the ankle canal, to justify access to the bifurcation of the *artery tibialis posterior* and ultrasound examination of the plantar arteries. The results of anatomical preparations of 10 amputated lower limbs, and of ultrasound duplex angioscanning (DUS) of 30 healthy volunteers without pathology of the vascular system performed using a linear transducer with frequency of 7–12 MHz, were studied. According to the data of anatomical preparation and ultrasound examination, the bifurcation level of the *artery tibialis posterior* was  $1.7 \pm 0.4$  cm (min 0.5 cm — max 2 cm) below the level of the posterior edge of the medial ankle and was slightly covered by the *musculus abductor hallucis*. The average diameter of the *artery tibialis posterior* above the bifurcation level was  $2.56 \pm 0.4$  mm, of the medial plantar artery  $1.4 \pm 0.44$  mm, and of the lateral plantar artery  $1.8 \pm 0.5$  mm. The lateral plantar artery was 90% larger in diameter than the medial plantar artery. In 7% of cases, the medial plantar artery was larger, and in 3% of cases, the diameters of both arteries were equal. When taking the bifurcation of the posterior tibial artery as the central point, the plantar vessels on the DUS can be traced distally down under the abdomen of the *musculus abductor hallucis*: the medial vessels lie more anteriorly at 2 o'clock position, and the lateral vessels lie somewhat posteriorly at 1 o'clock. Assessment of blood flow at this level gives an idea of the state of the foot vessels. The level of bifurcation of the *artery tibialis posterior* is located  $1.7 \pm 0.4$  cm below the posterior edge of the medial malleolus, which makes it possible to identify the location of access to it. The location of the DUS probe from this point at 2 o'clock position corresponds to the projection of the medial plantar artery, at 1 o'clock — to the lateral plantar artery on the right lower limb, on the left lower limb — at 10 and 11 o'clock, respectively.

**Keywords:** *posterior tibial artery, topography, ultrasound duplex angioscanning, bifurcation of artery, plantar vessels, anatomical preparation*

### For citation:

Kalinin R. E., Suchkov I. A., Klimentova E. A., Shanaev I. N., Yudin V. A. Topographic-anatomical characteristics of artery tibialis posterior and its branches in the area of ankle canal. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2021;9(3):493–500. <https://doi.org/10.23888/HMJ202193493-500>.

Заднебольшеберцовые сосуды проходят с голени на стопу позади медиальной лодыжки в костно-фиброзном канале называемом лодыжковым. Ширина лодыжкового канала составляет от 2,5 до 3 см и он включает в себя 4 отграниченных друг от друга фиброзными перегородками «отсека»: 1, 2, 4 — содержат сухожилия мышц, а 3 — заднебольшеберцовый сосудисто-нервный пучок [1–3].

Сосудистая система стопы представлена медиальными и латеральными подошвенными артериями, а также тыльной артерией стопы и сопровождающими их двумя венами. Медиальные и латеральные подошвенные сосуды формируются из заднебольшеберцовых сосудов [1, 2, 4].

В сосудистой хирургии важна область локализации бифуркации артерий. Во-первых, именно в этих зонах чаще всего встречаются эмболы [5]. Во-вторых, именно этим зонам отдают предпочтения в случае формирования дистальных анастомозов при протезировании и шунтировании [5–6]. Однако, в отличие от других артерий нижних конечностей, уровень локализации бифуркации задней большеберцовой артерии точно не обозначен и для доступа к задней большеберцовой артерии используют разрез длиной до 5 см в нижней трети голени [7, 8]. Кроме того, при планировании реконструктивных вмешательств на артериях нижних конечностей, важно оценить характер поражения периферического русла, так как от этого напрямую зависит эффект от операции. Но на практике состояние подошвенных артерий с помощью ангиографии и ультразвукового исследования оценивают не всегда, чаще ограничиваясь только артериями голени [9–11].

Поэтому представляется интересным уточнить особенности анатомии и топографии подошвенных сосудов в области лодыжечного канала, для обоснования доступа к бифуркации задней большеберцовой артерии и проведения ультразвукового исследования подошвенных артерий.

Нами были изучены результаты анатомического препарирования 10 ампути-

рованных нижних конечностей. Также в исследование включено 30 здоровых добровольцев, проходивших ультразвуковое дуплексное ангиосканирование (УЗДАС), которое проводилось с помощью линейного датчика с частотой 7–12 МГц.

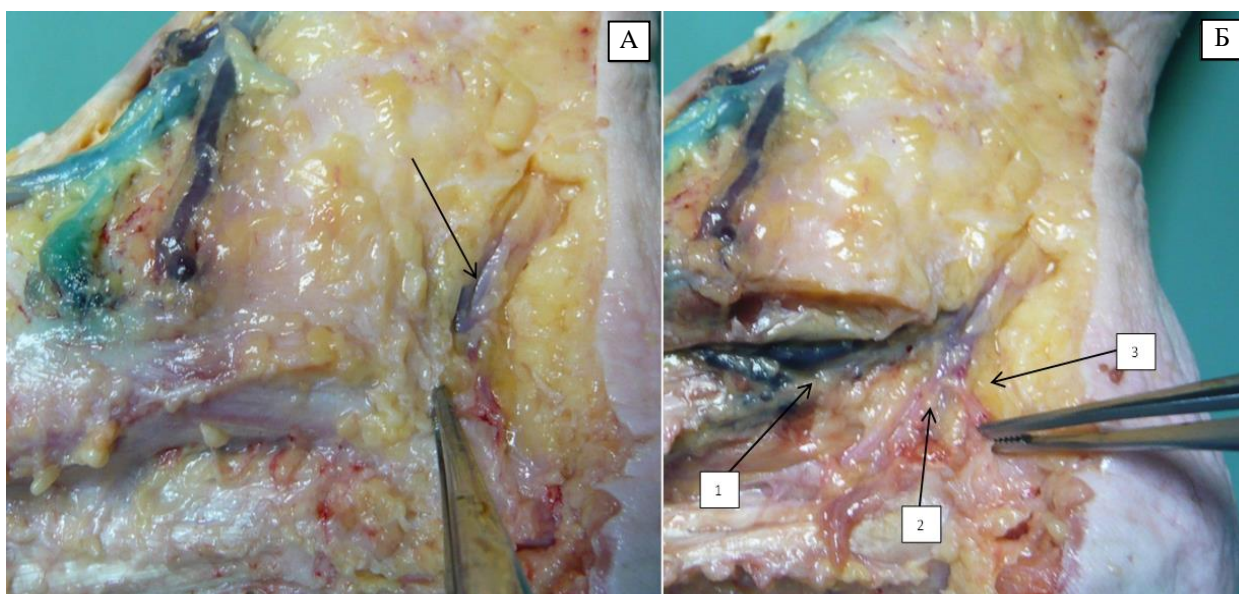
Костно-фиброзный лодыжковый канал идет косо вниз и вперед, соединяя область голени со стопой. Лодыжковый канал ограничен с внутренней стороны расщепленной связкой, являющейся утолщением фасции голени, ниже этой связки — мышцей, отводящей большой палец стопы, мышечное брюшко которой перекидывается через пяточный канал, с другой стороны он ограничен костными структурами, краем медиальной лодыжки, таранной и пяточной костью. В канале выделяют два этажа (рис. 1):

1) верхний — залодыжковый, на котором внутренняя стенка образована расщепленной связкой. Верхний уровень содержит заднебольшеберцовый сосудистый пучок.

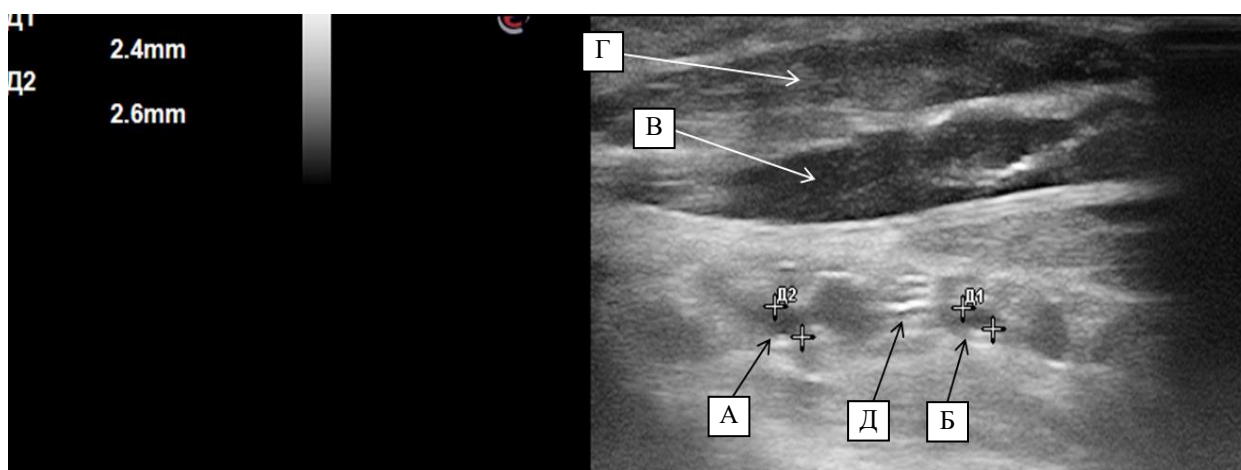
2) нижний — подлодыжковый, на котором внутренняя стенка образована брюшком мышцы отводящей большой палец. На нижнем уровне канала происходит деление заднего большеберцового сосудисто-нервного пучка на медиальный и латеральный подошвенные сосудисто-нервные пучки.

Расщепленная связка разделяется на два листка у верхнего края мышцы, отводящей большой палец и образует фасциальный футляр для неё. В. Ф. Войно-Ясенецкий пишет: «От внутреннего листка фасции к пяточной кости отходит фиброзный отросток, разделяющий нижнюю часть канала на два отдела: передний и задний» [12]. В переднем отделе пяточного канала проходит медиальный подошвенный, а в заднем отделе — латеральный подошвенный сосудисто-нервный пучок.

По данным анатомического препарирования и ультразвукового исследования уровень бифуркации задней большеберцовой артерии находился на  $1,7 \pm 0,4$  см (мин 0,5 см — макс 2 см) ниже уровне заднего края медиальной лодыжки и был чуть прикрыт мышцей отводящей большой палец стопы (рис. 2).



**Рис. 1.** Анатомический препарат области лодыжечного канала: А) верхний этаж (удалена кожа, вскрыта расщеплённая фасция): задние большеберцовые сосуды показаны стрелочкой; Б) нижний этаж (удалена мышца, отводящая большой палец): 1 — медиальный подошвенный сосудистый пучок; 2 — латеральный подошвенный сосудистый пучок; 3 — пяточные ветви.



**Рис. 2.** Ультразвуковая ангиосканограмма: А) латеральная подошвенная артерия; Б) медиальная подошвенная артерия; В) мышца, отводящая большой палец; Г) подкожная клетчатка; Д) фиброзный отросток от задней стенки мышцы, отводящей большой палец.

Морфометрические параметры сосудов в области пяточного канала у пациентов без сосудистой патологии, по дан-

ным ультразвукового исследования представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Морфометрические параметры сосудов в области пяточного канала у пациентов без сосудистой патологии, по данным ультразвукового исследования

Артериальные сосуды	Диаметр мм.
	Среднее (Мин-Макс)
Задняя большеберцовая артерия	2,56 (1,8–4)
Медиальная подошвенная артерия	1,4 (0,8–3)
Латеральная подошвенная артерия	1,86 (1,2–3)

Полученные результаты говорят о большом диапазоне диаметров как задней большеберцовой артерии, так и её конечных ветвей. В 90% латеральная подошвенная артерия превосходила по диаметру медиальную подошвенную. В 7% медиальная подошвенная артерия была больше, а в 3% диаметры обеих артерий были равны.

По данным анатомического препарирования непосредственно выше деления задней большеберцовой артерии на подошвенные, она отдавала пяточную ветвь на 9 препаратах из 10, на одном препарате она отходила от латеральной подошвенной артерии (рис. 1).

Тромбозы/эмболии артерий нижних конечностей остаются одними из важнейших проблем современной сосудистой хирургии, так как оперативное лечение которых не всегда является успешным, в том числе из-за неадекватного устранения тромбоза в периферическом русле, т.е. артериях стопы или сохранения дистального эмбола при «этажной» эмболии [10, 11, 13].

Описываемый доступ в нижней трети голени по линии, проецируемой на середину расстояния между ахилловым су-

хожилием и большеберцовой костью, даёт доступ только к верхнему этажу лодыжкового канала и соответственно только к задней большеберцовой артерии. При вскрытии артерии на этом уровне катетер Фогарти пройдёт только в одну из артерий и скорее всего в латеральную подошвенную артерию, которая является прямым продолжением задней большеберцовой артерии. Однако в 3% случаев диаметр медиальной подошвенной артерии был одинаков с латеральной подошвенной, а в 7% — даже больше. Кроме того, И. В. Гайворонский и соавторы сообщают, что в 7% случаев анастомоза между медиальной и латеральной подошвенной артериями может не быть, поэтому без оценки состояния обеих артерий не обойтись [14].

Выявленный уровень бифуркации задней большеберцовой артерии —  $1,7 \pm 0,4$  см ниже заднего края медиальной лодыжки позволяет обозначить локализацию доступа. При проведении доступа в проекции этой точки позволяет выделить бифуркацию задней большеберцовой артерии и устья обеих подошвенных артерий (рис. 3).

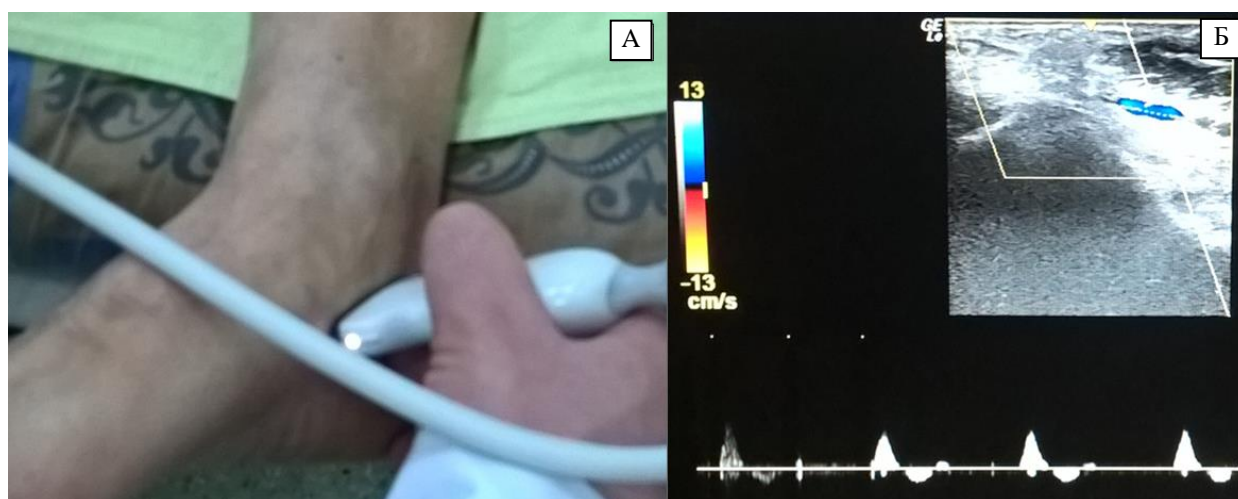


**Рис. 3.** Доступ к бифуркации задней большеберцовой артерии. На жёлтом турникете задняя большеберцовая артерия, на зеленых — медиальная и латеральная подошвенные артерии.

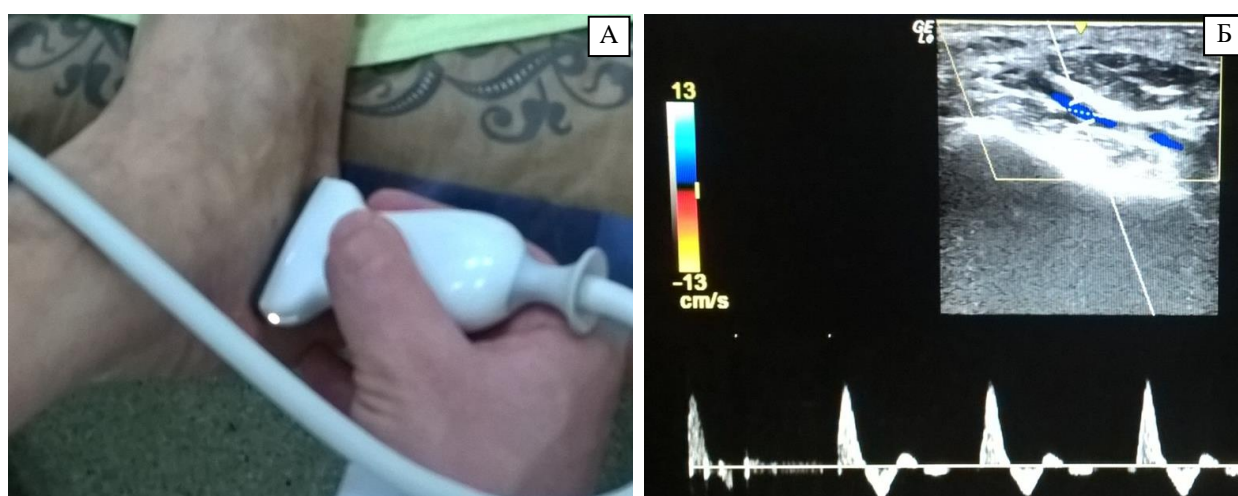


Кроме того, эта точка важна и для врачей ультразвуковой диагностики при обследовании артериальной системы стопы. Подошвенные артерии с помощью УЗДАС редко обследуются в рутинной практике, так как считается, что малый диаметр, плотное мышечное окружение и низкие скорости кровотока не позволяют оценить проходимость этих сосудов [7, 10, 13]. Но в ходе данного исследования отмечена хорошая визуализация всех сосудов данной области, как на уровне верхнего этажа лодыжкового канала, так и на уровне ниж-

него этажа. При взятии ориентира бифуркации задней большеберцовой артерии как центральной точки, подошвенные сосуды можно проследить дистально вниз под брюшко мышцы, отводящей большой палец стопы: топографически более тонкие медиальные сосуды расположены более кпереди на 2 часа (рис. 4), а более крупные латеральные — несколько кзади на 1 час (рис. 5) на правой нижней конечности, на левой — на 10 и 11 часов, соответственно. Оценка кровотока на этом уровне дает представление о состоянии сосудов стопы.



**Рис. 4.** Медиальная подошвенная артерия: А) положение датчика при исследовании; Б) УЗДАС — сканограмма, режим спектральной доплерографии.



**Рис. 5.** Латеральная подошвенная артерия: А) положение датчика при исследовании; Б) УЗДАС — сканограмма, режим спектральной доплерографии.

### Заключение

1. Уровень бифуркации задней большеберцовой артерии располагается —  $1,7 \pm 0,4$  см ниже заднего края медиальной лодыжки, что позволяет обозначить локализацию доступа к ней.

2. При УЗДАС расположение датчика от этой точки на 2 часа соответствует проекции медиальной подошвенной артерии, на 1 час — латеральной подошвенной артерии на правой нижней конечности, на левой — на 10 и 11 часов, соответственно.

### Список источников

1. Каган И.И., Кирпатовский И.Д., ред. Топографическая анатомия и оперативная хирургия. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2012.
2. Сергиенко В.И., Петросян Э.А., Фраучи И.В.; Лопухин М.Ю., ред. Топографическая анатомия и оперативная хирургия. 3-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2007.
3. Литвиненко Л.М. Сосудисто-нервные комплексы тела человека. М.: Бизнес Олимп; 2011.
4. Швальб П.Г., Калинин Р.Е., Шанаев И.Н., и др. Топографо-анатомические особенности перфорантных вен голени // Флебология. 2015. Т. 9, № 2. С. 18–24. doi: 10.17116/flebo20159218-24
5. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Мжаванадзе Н.Д., и др. Варианты клинической анатомии артерий верхних конечностей // Вестник Авиценны. 2017. Т. 19, № 1. С. 113–119. doi: 10.25005/2074-0581-2017-19-1-113-119
6. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Чобанян А.А. Перспективы прогнозирования течения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2019. Т. 7, № 2. С. 274–282. doi: 10.23888/HMJ201972274-282
7. Cronenwett J.L., Johnston K.W. Rutherford's vascular surgery. 8<sup>th</sup> ed. Elsevier; 2014.
8. Ашер Э., ред. Сосудистая хирургия по Хаймовичу. М.: Бином. Лаборатория знаний; 2012.
9. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Жеребятьева С.Р., и др.; Калинин Р.Е., ред. Операции на сосудах. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015.
10. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Богуто О.Н. Эмболия магистральных артерий при фибрилляции предсердий // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2012. № 2. С. 234–241.
11. Куликов В.П. Основы ультразвукового исследования сосудов. М.: Видар-М; 2015.
12. Войно-Ясенецкий В.Ф. Очерки гнойной хирургии. 4-е изд. М.: Бином; 2017.
13. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология. 2-е изд. М.: Реальное время; 2003.
14. Гайворонский И.В., Ивануса С.Я., Артюшин Б.С., и др. Об учёте вариантной анатомии артерий при использовании мининвазивных доступов в случаях устранения гнойно-некротических осложнений трофических расстройств на стопах // Вестник Новгородского государственного университета. Сер.: Медицинские науки. 2018. № 5 (111). С. 4–11.

### References

1. Kagan II, Kirpatovskiy ID, editors. *Topograficheskaya anatomiya i operativnaya khirurgiya*. Moscow: GEOTAR-Media; 2012. (In Russ).
2. Sergiyenko VI, Petrosyan EA, Frauchi IV; Lopukhin MYu, editor. *Topograficheskaya anatomiya i operativnaya khirurgiya*. 3<sup>rd</sup> ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2007. (In Russ).
3. Litvinenko LM. *Sosudisto-nerвные komplekсы tela cheloveka*. Moscow: Biznes Olimp; 2011. (In Russ).
4. Shvalb PG, Kalinin RE, Shanaev IN, et al. Specific Topographical and Anatomical Features of Perforating Veins of the Lower Leg. *Flebologiya*. 2015;9(2):18–24. (In Russ). doi: 10.17116/flebo20159218-24
5. Kalinin RE, Suchkov IA, Mjavanadze ND, et al. Anatomical variations in upper limb arteries. *Avicenna Bulletin*. 2017;19(1):113–9. (In Russ). doi: 10.25005/2074-0581-2017-19-1-113-119
6. Kalinin RE, Suchkov IA, Chobanyan AA. Prospects for forecasting the course of obliterating atherosclerosis of lower limb arteries. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2019;7(2):274–82. (In Russ). doi: 10.23888/HMJ201972274-282
7. Cronenwett JL, Johnston KW. *Rutherford's vascular surgery*. 8<sup>th</sup> ed. Elsevier; 2014.
8. Asher E., editor. *Sosudistaya khirurgiya po Khaymovichu*. Moscow: Binom. Laboratoriya znaniy; 2012. (In Russ).
9. Kalinin RE, Suchkov IA, Zherebyat'yeva SR, et al.; Kalinin RE, editor. *Operatsii na sosudakh*. Moscow: GEOTAR-Media; 2015. (In Russ).
10. Kalinin RE, Suchkov IA, Boguto ON. Embolism of main arteries in atrial fibrillation. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2012;(2):234–41. (In Russ).
11. Kulikov VP. *Osnovy ul'trazvukovogo issledovaniya sosudov*. Moscow: Vidar-M; 2015. (In Russ).
12. Voyno-Yasenetskiy VF. *Ocherki gnoynoy khirurgii*. 4<sup>th</sup> ed. Moscow: Binom; 2017. (In Russ).
13. Lelyuk VG, Lelyuk S-E. *Ul'trazvukovaya angiologiya*. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: Real'noye vremya; 2003. (In Russ).
- Gayvoronskiy IV, Ivanusa SYa, Artyushin BS, et al. Using of mini-invasive accesses in treating purulent-necrotic complications of trophic disorders of feet according to anatomic variants of arteries. *Vestnik NovSU. Issue: Medical Sciences*. 2018;(5):4–11. (In Russ).

### Дополнительная информация

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was not sponsored.

**Этика.** В исследовании использованы данные людей в соответствии с подписанным информированным согласием.

**Информация об авторах:**

*Роман Евгеньевич Калинин* — д-р мед. наук, проф., заведующий кафедрой сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии, SPIN: 5009-2318, <https://orcid.org/0000-0002-0817-9573>.

*Игорь Александрович Сучков* — д-р мед. наук, проф., профессор кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии, SPIN: 6473-8662, <https://orcid.org/0000-0002-1292-5452>.

*Эмма Анатольевна Климентова* — канд. мед. наук, соискатель кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии, SPIN: 5629-9835, <https://orcid.org/0000-0003-4855-9068>.

✉ *Иван Николаевич Шанаев* — канд. мед. наук, ассистент кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии, [c350@yandex.ru](mailto:c350@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8967-3978>.

*Владимир Александрович Юдин* — д-р мед. наук, проф., профессор кафедры хирургии, акушерства и гинекологии ФДПО, SPIN: 1463-2810, <https://orcid.org/0000-0001-6385-7413>.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Ethics.** The study used data from people in accordance with signed informed consent.

**Information about the authors:**

*Roman E. Kalinin* — MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Cardiovascular, X-Ray Endovascular, Operative Surgery and Topographic Anatomy, SPIN: 5009-2318, <https://orcid.org/0000-0002-0817-9573>.

*Igor' A. Suchkov* — MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Cardiovascular, X-Ray Endovascular, Operative Surgery and Topographic Anatomy, SPIN: 6473-8662, <https://orcid.org/0000-0002-1292-5452>.

*Emma A. Klimentova* — MD, Cand. Sci. (Med.), Applicant of the Department of Cardiovascular, X-Ray Endovascular, Operative Surgery and Topographic Anatomy, SPIN: 5629-9835, <https://orcid.org/0000-0003-4855-9068>.

✉ *Ivan N. Shanaev* — MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Cardiovascular, X-Ray Endovascular, Operative Surgery and Topographic Anatomy, [c350@yandex.ru](mailto:c350@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8967-3978>.

*Vladimir A. Yudin* — MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Department of Surgery, Obstetrics and Gynecology of the Faculty of Additional Professional Education, SPIN: 1463-2810, <https://orcid.org/0000-0001-6385-7413>.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.