

# МОРФОЛОГИЯ, ПАТОЛОГИЯ

---

# MORPHOLOGY, PATHOLOGY

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.2.MORPH.1>

УДК 611-982

## АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ (обзор литературы)

**О.Н. Ямщиков<sup>1,2</sup>, С.А. Емельянов<sup>1,2</sup>, С.А. Мордовин<sup>1,2</sup>, А.Н. Петрухин<sup>1,2</sup>,  
Е.А. Колобова<sup>1</sup>, Э.А. Грезнев<sup>3</sup>, Р.С. Маняхин<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», Тамбов

<sup>2</sup>Городская клиническая больница г. Котовска, Котовск

<sup>3</sup>Тамбовская областная клиническая больница имени В.Д. Бабенко, Тамбов

<sup>4</sup>Городская клиническая больница имени Архиепископа Луки г. Тамбова, Тамбов

**Резюме.** Данная статья посвящена обзору и изучению литературных источников, касающихся сведений об анатомической хирургии и особенностях кровоснабжения шейки бедренной кости. Распространенность переломов шейки бедра в структуре травматизма, отсутствие единой тактики лечения и высокий процент возникновения осложнений данной травмы требуют от врача-травматолога точного знания анатомии сосудистого русла проксимального отдела бедра и его особенностей, что помогает избежать возникновения ятрогенного аваскулярного некроза головки бедренной кости при возникновении травмы и последующей фиксации переломов шейки бедра, так как от степени сохранности и восстановления кровотока зависит последующая консолидация в поврежденной зоне и питание головки бедренной кости.

**Ключевые слова:** кровоснабжение шейки бедра, перелом шейки бедра, остеосинтез, аваскулярный некроз головки бедра, внутрикостное кровоснабжение, сетчатые артерии, коллатеральное кровоснабжение.

**Для цитирования:** Ямщиков О.Н., Емельянов С.А., Мордовин С.А., Петрухин А.Н., Колобова Е.А., Грезнев Э.А., Маняхин Р.С. Анатомические особенности кровоснабжения шейки бедренной кости (обзор литературы). *Вестник медицинского института «Реавиз». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2021;2(50): 11-17. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.2.MORPH.1>



## ANATOMICAL FEATURES OF THE BLOOD SUPPLY TO THE FEMORAL NECK (literature review)

**O.N. Yamshchikov<sup>1,2</sup>, S.A. Emelyanov<sup>1,2</sup>, S.A. Mordovin<sup>1,2</sup>, A.N. Petrukhin<sup>1,2</sup>,  
E.A. Kolobova<sup>1</sup>, E.A. Greznev<sup>3</sup>, R.S. Manyakhin<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Derzhavin Tambov State University, Medical Institute, Tambov

<sup>2</sup>Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk

<sup>3</sup>Babenko Tambov City Clinical Hospital, Tambov

<sup>4</sup>Archbishop Luke Tambov City Clinical Hospital, Tambov

**Abstract.** This article is devoted to a review and study of literary sources concerning information about anatomical surgery and the peculiarities of the blood supply to the femoral neck. The prevalence of hip fractures in the structure of injuries, the lack of a unified treatment strategy and a high percentage of complications of this injury requires the traumatologist to have accurate knowledge of the anatomy of the vascular structure of the proximal femur and its features, which helps to avoid the occurrence of iatrogenic avascular necrosis of the femoral head in the event of an injury and subsequent fixation of femoral neck fractures, since the subsequent consolidation in the damaged area and nutrition of the femoral head depend on the degree of preservation and restoration of blood flow.

**Key words:** blood supply to the femoral neck, fracture of the femoral neck, osteosynthesis, avascular necrosis of the femoral head, intraosseous blood supply, mesh arteries, collateral blood supply.

**Cite as:** Yamshchikov O.N., Emelyanov S.A., Mordovin S.A., Petrukhin A.N., Kolobova E.A., Greznev E.A., Manyakhin R.S. Anatomical features of the blood supply to the femoral neck (literature review). *Bulletin of the Medical Institute Reaviz. Rehabilitation, Doctor and Health*. 2021;2(50):11-17. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.2.MORPH.1>

### Введение

Проблема переломов шейки бедренной кости имеет важное социально-медицинское значение вследствие влияния особых анатомо-физиологических факторов на частоту возникновения переломов и последующих осложнений, среди которых определяющее значение принадлежит системе кровоснабжения. Изучение хирургической анатомии кровоснабжения проксимального отдела бедра важно при определении тактики лечения переломов шейки бедра, проведении хирургических доступов, используемых при репозиции и открытой внутренней фиксации костных фрагментов. Кроме того, эти знания способствуют пониманию патогенеза наиболее частого осложнения травматических повреждений в области шейки бедра – аваскулярного некроза головки бедренной кости, что помогает избежать возникновения ятрогенных послеоперационных осложнений [1].

Кровоснабжение проксимального отдела бедренной кости является важным фактором при переломах шейки бедра, так как от степени сохранности и восстановления кровотока зависит последующая консолидация в повреждённой зоне и питание головки бедренной кости. В системе перфузии головки и шейки бедра можно выделить три основных источника, участвующих в кровоснабжении, это – сетчатые артерии, артерии круглой связки головки бедра и внутрикостные артерии. Основная роль в кровоснабжении сустава принадлежит сетчатым и внутрикостным артериям [2].

### Роль сетчатых артерий в кровоснабжении шейки бедра

Главным кровеносным сосудом нижней конечности является бедренная артерия (ветвь наружной подвздошной артерии). Одной из основных её ветвей, отходящей на 4–5 см дистальнее паховой связки, является глубокая бедренная артерия. На

своём протяжении она отдаёт многочисленные ветви, осуществляющие основное кровоснабжение проксимального отдела бедра. Так, головка и шейка бедренной кости получают основное кровоснабжение от медиальной и латеральной артерий, огибающих бедренную кость (*arteria circumflexa femoris medialis* и *arteria circumflexa femoris lateralis*). Наиболее важной из них для кровоснабжения области тазобедренного сустава является медиальная огибающая артерия бедра. Основной ствол данной артерии проходит между грушевидной и подвздошно-поясничной мышцами. На своём протяжении она отдаёт многочисленные ветви. Первая ветвь, поверхностная, берет начало от главного ствола. Она не участвует в кровоснабжении головки бедра, а снабжает приводящие мышцы через более мелкие ветви, одна из которых образует анастомоз с запирающей артерией. Далее медиальная огибающая артерия бедра отдаёт следующие ветви: восходящая и поперечная ветви, кровоснабжающие мышцы бедра, глубокая ветвь и ветвь вертлужной впадины, кровоснабжающая тазобедренный сустав. Глубокая ветвь медиальной огибающей артерии, переходящая в верхнюю и нижнюю шейные артерии бедра, играет решающую роль в кровоснабжении головки бедренной кости. Она проходит кзади от наружной запирающей мышцы и кпереди от квадратной мышцы бедра. Её легко можно идентифицировать в жировой ткани между этими двумя мышцами, и, обычно, она тесно связана с двумя венами. Её конечные ветви – верхняя шейная артерия, которая осуществляет кровоснабжение практически всего эпифиза головки бедренной кости, и нижняя шейная артерия, питающая только небольшую медиальную область головки бедра, могут поддерживать практически всё кровоснабжение головки и шейки бедренной кости [3–5].

Подробное изучение анатомического хода медиальной огибающей артерии и её ветвей помогает понять их роль в васкуля-

ризации головки бедренной кости и предположить клинические последствия после перелома и вывиха бедра. Не только непосредственное повреждение проксимального отдела бедра вследствие перелома, но и нарушение конгруэнтности суставных поверхностей тазобедренного сустава способствует выраженному нарушению кровоснабжения данной области: так, при заднем вывихе бедра глубокая ветвь медиальной огибающей артерии оказывается зажата смещенными подвздошно-поясничной, квадратной мышцами бедра и наружной запирающей мышцей, что также провоцирует возникновение опасных сосудистых осложнений, в том числе аваскулярного некроза головки бедра [3].

Кровоснабжение головки бедренной кости также может быть нарушено при использовании заднего хирургического доступа для восстановления перелома вертлужной впадины. Кроме того, глубокая ветвь медиальной огибающей артерии может быть повреждена во время капсулотомии и тенотомии, что требует от оперирующего специалиста точности проведения хирургических манипуляций и знания хирургической анатомии [6].

Латеральная огибающая артерия бедра дополнительно обеспечивает кровоснабжением мягкие ткани вокруг тазобедренного сустава. Медиальные и латеральные огибающие артерии, отходя от глубокой артерии бедра, образуют анастомоз, формируя кольцо вокруг шейки бедренной кости, от которого отходят мелкие артерии, осуществляющие перфузию головки бедра. Остальные питающие сосуды участвуют в кровоснабжении проксимального отдела бедренной кости через анастомозы с двумя перечисленными артериями. Среди них выделяют два важных анастомоза, которые обеспечивают коллатеральный кровоток (хотя и ограниченный) для дополнительного питания головки бедренной кости. Один из них – крестообразный анастомоз, который формируется между нижней ягодичной артерией и медиальной огибающей бедрен-

ной артерией. Другой важный анастомоз – вертельный, проходящий между верхней ягодичной артерией и медиальной/латеральной огибающей бедренной артерией. И верхняя, и нижняя ягодичные артерии служат ответвлениями от внутренней подвздошной артерии, которая является главной артерией таза и снабжает часть ягодиц и задней части бедра [7, 8].

Таким образом, анатомическое расположение сосудов шейки бедра играет важную роль при переломах: ветви латеральной и медиальной огибающих артерий, а также анастомозы, образующие внутри- и внесуставные сети, проходят непосредственно по передней, задней и боковой поверхностям шейки бедра. Травма в этой области прерывает анастомозы между указанными сосудами, что приводит к нарушению кровотока и развитию остеонекроза. Поэтому при переломах в данной области с выраженным смещением отломков в значительной степени страдают сетчатые сосуды, являющиеся важным источником кровоснабжения не только для шейки, но и головки бедренной кости [9].

Из-за ограниченного коллатерального кровообращения нарушение кровоснабжения головки бедренной кости вследствие травмы или иных причин может привести к ишемии и последующему некрозу костной ткани. Если не восстановить кровоснабжение в короткие сроки, то нарастающая ишемия костного вещества вызовет прогрессирующую гибель остеоцитов с последующим разрушением суставной поверхности, что в конечном итоге приведёт к дегенеративному артриту [10]. В проводимых исследованиях кровообращения головки бедра при субкапитальных переломах у экспериментальных животных спустя сутки после травмы гистологически в головке бедра определялись признаки ишемического процесса с признаками дистрофии, а спустя двое суток – гистологическая картина тяжелой ишемии и некроза структур костной ткани [11, 12].

### **Роль артерии круглой связки головки бедра**

Другим источником кровоснабжения является запирающая артерия, которая осуществляет кровоток через артерию круглой связки головки бедра. Круглая связка – это связка, соединяющая головку бедренной кости с вертлужной впадиной. Запирающая артерия имеет множество анатомических вариаций. Наиболее распространенная вариация – «corona mortis» – является предметом научных исследований, многие из которых не рассматривают данную артерию в аспекте васкуляризации бедра [13–17].

Кроме того, роль артерии круглой связки головки бедра, как источника кровоснабжения тазобедренного сустава, имеет значение только в педиатрической практике, так как облитерация артерии происходит в возрасте 5–6 лет. Таким образом, она является второстепенным компонентом кровоснабжения головки бедренной кости [17].

### **Внутрикостное кровоснабжение**

Следующий источник кровоснабжения шейки бедра – внутрикостные артерии. Они образуют тонкую сеть в пространстве губчатого вещества и являются ветвями латеральной и медиальной артерий, огибающих бедренную кость. При возникновении перелома, особенно со смещением, данные артерии повреждаются в значительной степени, поэтому ранняя и точная репозиция оказывает решающее значение на процесс консолидации [8]. Установить преобладающую роль внутрикостных артерий в системе кровоснабжения головки бедра удалось Н.В. Белинову в проведенных экспериментах [18]. Используя вводимый тетрациклин, накапливающийся в костных тканях, как маркер, он проводил изолированное пересечение сосудов круглой связки головки бедра, круглой связки в сочетании с пересечением капсульных сосудов, а также производил субкапитальный перелом бедра (выраженное прерывание внутрикостного кровообращения при сохранении

остальных источников питания) в разных группах экспериментальных животных [19]. Полученные данные (минимальное накопление тетрациклина в головке бедренной кости в группе животных с субкапитальным переломом при удовлетворительном накоплении маркера в остальных группах) подтверждает главенствующую роль внутрикостных артерий в кровоснабжении головки бедра. Это подтверждается тем, что субкапитальные переломы, исходя из клинического опыта и данных литературы, плохо срастаются и имеют высокий риск послеоперационных вторичных осложнений. Кроме того, при выборе металлоконструкции следует помнить, что чем больше её диаметр, тем более выраженным будет повреждающее воздействие остеосинтеза на губчатую кость и расположенную в ней внутрикостную артериальную сеть [11, 19].

### **Заключение**

Таким образом, кровоснабжение шейки бедра имеет ряд особенностей, значительно усложняющих процесс консолидации после перелома в данной области.

Во-первых, это анатомическое расположение сосудов: основные кровоснабжающие артерии и их анастомозы, образующие внутри- и внесуставные сети, проходят непосредственно по передней, задней и боковой поверхностям шейки бедра. Поэтому травма в области шейки бедренной кости прерывает анастомозы между указанными сосудами, что приводит к нарушению кровотока с исходом в остеонекроз. Поэтому при переломах в данной области с выраженным смещением отломков в значительной степени страдают сетчатые сосуды, являющиеся важным источником кро-

воснабжения не только для шейки, но и головки бедренной кости.

Во-вторых, коллатеральная сеть сосудов, кровоснабжающих проксимальный отдел бедра, развита слабо, что повышает риск развития ишемии данной области при переломах. Кроме того, при переломах чаще всего повреждается верхняя артерия головки бедра, кровоснабжающая основную часть эпифиза головки бедренной кости, поэтому при отсутствии внутрикостных анастомозов большая часть головки бедра оказывается лишена питания.

В-третьих, при переломах в данной области полностью нарушается внутрикостное кровоснабжение в губчатом и кортикальном слоях. Следствием данных особенностей является высокий риск развития асептического некроза головки бедренной кости.

Таким образом, для предотвращения прогрессирующей гибели остеоцитов вследствие ишемии необходимо в наиболее ранние сроки провести точную репозицию костных фрагментов и восстановить кровоснабжение в зоне перелома. Единственным методом, который отвечает данным условиям, является оперативное вмешательство – остеосинтез, позволяющий осуществить анатомически правильную репозицию костных фрагментов с их последующей компрессией при фиксации [20]. Точное знание анатомического расположения сосудов и степени их участия в кровоснабжении проксимального отдела бедра поможет избежать ятрогенного аваскулярного некроза головки бедренной кости при проведении открытой фиксации костных фрагментов.

### **Литература/References**

- 1 Allakhverdiev A.S., Soldatov Yu.P. Problems of treating the injured persons with femoral neck fractures (A review of literature). *Genius of orthopedics*. 2016;1:90-95. (In Russ).
- 2 Kazley J., Bagchi K. Femoral Neck Fractures. *Treasure Island*. 2020 May 27. PMID: 30726032.
- 3 Zlotorowicz M. et al. Anatomy of the medial femoral circumflex artery with respect to the vascularity of the femoral head. *The Journal of Bone and Joint Journal*. 2011;91-B(11):1471-1474. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B11.26993>
- 4 Tikhilov R.M. Shapovalov V.M. (red.) *Rukovodstvo po endoprotezirovaniyu tazobedrennogo sustava*. Saint Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena; 2008. 324 p. (In Russ.).

- 5 Sevitt S., Thompson R.G. The distribution and anastomoses of arteries supplying the head and neck of the femur. *Bone Joint Surg.* 1965;47-B:560-573. PMID: 14341080.
- 6 Steffen R.T. et al. The effect of hip resurfacing on oxygen concentration in the femoral head. *Bone Joint Surg.* 2005;87-B:1468-1474. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B11.16780>
- 7 Volokitina E.A., Kutepov S.M., Gilev M.V., Zverev F.N., Khabib M., Arkhipova A.P. *Khirurgicheskaya anatomiya i dostupy k tazobedrennomu sustavu.* Ekaterinburg: Izd-vo UGMU; 2018. 40 p. (In Russ).
- 8 Redkov S.N., Songolov G.N., Vinogradov V.G. et al. The blood-supply intercommunication of the bone tissue complex of the thigh-bone proximate area. *Journal of Siberian Medical Science (Irkutsk).* 2009;5:41-44. (In Russ).
- 9 Moya-Angeler, Gianakos J. Arianna L., Villa Jordan C. et al. Current concepts on osteonecrosis of the femoral head. *World journal of orthopedics.* 2015;6(8):590–601. PMID: 26396935. PMCID: PMC4573503. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i8.590>.
- 10 Narayanan A., Khanchandani P., Roshan M.B. et al. Avascular Necrosis of Femoral Head: A Metabolomic, Biophysical, Biochemical, Electron Microscopic and Histopathological Characterization. *Sci Rep.* 2017;6. PMID: 28878383. PMCID: PMC5587540. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-10817-w> (In Engl.).
- 11 Belinov N.V., Smekalov V.P. Research of structure of the femoral head at subcapital fractures of the femoral neck of experimental animals in the early time. *Zabaykalsky medical Bulletin.* 2014;1:117-122. (In Russ).
- 12 Zlotorowicz M., Czubak-Wrzosek M., Wrzosek P. et al. The origin of the medial femoral circumflex artery, lateral femoral circumflex artery and obturator artery. *Surgical and radiologic anatomy.* 2018;40:515-520. PMID: 29651567. PMCID: PMC5937904. <https://doi.org/10.1007/s00276-018-2012-6>.
- 13 Nikolaev, L.P. Rol' krugloy svyazki tazobedrennogo sustava. *Meditinskiy zhurnal.* 1922;1(3):10-12. (In Russ).
- 14 Gautier E. et al. Anatomy of the medial femoral circumflex artery and surgical implications. *J Bone Jt Surg.* 2000;82-B:679-683. PMID: 10963165. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.82b5.10426>.
- 15 Grose A., Ganz K., Krügel N. et al. The surgical anatomy of the blood supply to the femoral head. *J Bone Jt Surg.* 2008;90-B:1298-1303. PMID: 18827238. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B10.20983>.
- 16 Kalhor M., Beck M., Huff T.W. et al. Capsular and pericapsular contributions to acetabular and femoral head perfusion. *J Bone Jt Surg.* 2009;91-A:409-418. PMID: 19181985. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.01679>.
- 17 Kotelnikov G.V., Mironov S.P., Miroshnichenko V.F. Zakrytye travmy konechnostey: uchebnoe posobie. Moscow: Izd-vo GEOTAR-Media; 2013. 494 p. (In Russ.).
- 18 Belinov N.V., Smekalov V.P. H. B. Peculiarities of the blood supply in femoral head in experimental animals. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk.* 2011;4-1(80):230-233. (In Russ.).
- 19 Onoprienko G.A. *Vaskulyarizatsiya kostey pri perelomakh i defektakh.* Moscow: Izd-vo Meditsina; 1995. 223 p. (In Russ).
- 20 Khisametdinova G.R. Sovremennye dannye ob anatomii i krovosnabzhenii tazobedrennogo sustava, klinike i diagnostike ego vospalitel'no-nekroticheskogo porazheniya. *Vestnik RNTsRR.* 2008;8:51. (In Russ).

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

**Competing interests.** The authors declare no competing interests.

**Финансирование.** Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

**Funding.** This research received no external funding.

#### **Авторская справка**

**Ямщиков Олег Николаевич**

доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, Тамбовский государственный университет имени Г.П. Державина, Тамбов, Россия  
главный врач. Городская клиническая больница г. Котовска, Котовск, Тамбовская область, Россия  
e-mail: Yamschikov.oleg@yandex.ru  
ORCID 0000-0001-6825-7599

Вклад в статью: обзор публикаций по теме статьи, написание статьи, проверка критически важного интеллектуального содержания статьи, утверждение рукописи для публикации

- Емельянов Сергей Александрович** доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия  
заместитель главного врача по медицинской части, Городская клиническая больница г. Котовска, Котовск, Тамбовская область, Россия  
e-mail: ser\_a@mail.ru  
ORCID 0000-0002-5550-4199  
Вклад в статью: обзор публикаций по теме статьи, написание статьи, проверка критически важного интеллектуального содержания статьи, утверждение рукописи для публикации
- Мордовин Сергей Алексеевич** старший преподаватель кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия  
заведующий травматологическим отделением, Городская клиническая больница г. Котовска, Котовск, Тамбовская область, Россия  
e-mail: mordovin.s.a@rambler.ru  
ORCID 0000-0001-5873-3555  
Вклад в статью: обзор публикаций по теме статьи, написание статьи
- Петрухин Антон Николаевич** старший преподаватель кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия  
заведующий отделением медицинской профилактики, Городская клиническая больница г. Котовска, Котовск, Тамбовская область, Россия  
e-mail: anton\_fh@mail.ru  
ORCID 0000-0003-2586-3489  
Вклад в статью: обзор публикаций по теме статьи, написание статьи
- Колобова Екатерина Александровна** ассистент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия  
e-mail: koloboom26@gmail.com  
ORCID 0000-0002-1370-4213  
Вклад в статью: обзор публикаций по теме статьи, написание статьи
- Грезнев Эльдар Алексеевич** заведующий травматологическим отделением, врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Тамбовская областная клиническая больница имени В.Д. Бабенко», Тамбов, Россия  
e-mail: eldargreznev@gmail.com  
ORCID 0000-0002-1399-2614  
Вклад в статью: обзор публикаций по теме статьи, написание статьи
- Маняхин Роман Сергеевич** врач травматолог-ортопед, ТОГБУЗ «ГКБ им. арх. Луки г. Тамбова», Тамбов, Россия  
e-mail: kamtupapa@mail.ru  
ORCID 0000-0002-7805-1444  
Вклад в статью: обзор публикаций по теме статьи, написание статьи