

## СЛАБО КОНСОЛИДИРУЮЩИЕСЯ ДИАФИЗАРНЫЕ ПЕРЕЛОМЫ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПОСЛЕ ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА. ЧТО ДЕЛАТЬ?

В.В. Лепунов, А.А. Лоскутова<sup>✉</sup>, М.Ю. Степанов

НИИ микрохирургии,  
Томск, Российская Федерация

### Аннотация

Несмотря на существенное развитие методов лечения в травматологии и ортопедии, проблемы сращения переломов костей сохраняют свою актуальность. Для диафизарных переломов бедренной кости имеется стандартная тактика лечения с ожидаемыми сроками сращения до 6 мес. Однако алгоритмы действий, когда сроки сращения превышают 1 год, в настоящий момент не разработаны. В статье представлено клиническое наблюдение за пациентом с диафизарным переломом бедренной кости с замедленной консолидацией.

**Ключевые слова:** диафизарный перелом бедренной кости, интрамедуллярный остеосинтез, динамизация, замедленная консолидация, ортопедия, травматология.

**Конфликт интересов:** авторы подтверждают отсутствие явного и потенциального конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Для цитирования:** Лепунов В.В., Лоскутова А.А., Степанов М.Ю. Слабо консолидирующиеся диафизарные переломы бедренной кости после интрамедуллярного остеосинтеза. Что делать? // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2024. Т. 27, № 2. С. 64–71. doi 10.52581/1814-1471/89/07

## DELAYED CONSOLIDATION OF DIAPHYSEAL FEMORAL FRACTURES AFTER INTRAMEDULLARY OSTEOSYNTHESIS. WHAT TO DO?

V.V. Lepunov, A.A. Loskutova<sup>✉</sup>, M.Yu. Stepanov

Institute of Microsurgery,  
Tomsk, Russian Federation

### Abstract

The problems with bone healing still exist, despite the significant development of treatment methods in traumatology and orthopedics. There is a standard treatment approach with expected consolidation times of up to 6 months for diaphyseal femoral fractures. However, there are no algorithms for cases when the time for consolidation exceeds 1 year. In this article is presented the experience of treating a patient with a diaphyseal femoral fracture that had delayed consolidation.

**Keywords:** diaphyseal femoral fracture, intramedullary osteosynthesis, nailing, delayed consolidation, orthopedics, traumatology.

**Conflict of interest:** the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Financial disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

**For citation:** Lepunov V.V., Loskutova A.A., Stepanov M.Yu. Delayed consolidation of diaphyseal femoral fractures after intramedullary osteosynthesis. What to do? *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2024;27(2):64–71. doi 10.52581/1814-1471/89/07

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на существенное развитие методов лечения в травматологии и ортопедии, проблемы сращения переломов костей сохраняют свою актуальность. С каждым годом происходит рост травматизма, в том числе и высокоэнергетических повреждений [1]. Переломы бедренной кости составляют от 1,0 до 10,6% всех повреждений костей скелета и при этом являются одними из самых сложных и продолжительных в лечении, что влечет за собой длительную потерю трудоспособности пациента. При этом диафизарные переломы составляют около 40% всех переломов бедренной кости [2]. Диафизарный перелом бедренной кости чаще всего возникает вследствие высокоэнергетической травмы (дорожно-транспортное происшествие, падение с высоты) и нередко сопровождается политравмой, сочетанной или комбинированной травмой. Стабилизация данного перелома является важным этапом в спасении жизни пациента. Для минимизации дополнительной травмы и кровопотери предпочтение отдается остеосинтезу бедренной кости штифтом первично при поступлении или отсрочено после стабилизации состояния пациента.

Сроки сращения диафизарных переломов бедренной кости, по данным разных источников, отличаются. Так, P.S. Chang и соавт. (2023) сообщают о сроках сращения при интрамедулярном остеосинтезе бедренной кости 2,8–3,7 мес [3]. При этом в общепринятой практике принято ожидать сращения до 6 мес, и при отсутствии консолидации в эти сроки рекомендуется выполнять реостеосинтез.

Согласно Национальному руководству по травматологии (2022), о замедленной консолидации можно говорить, когда сращение отломков не произошло в положенные сроки, и рентгенологически четко прослеживается линия перелома. При аналогичной рентгенологической картине и удвоенных-утроенных сроках сращения перелома ставят диагноз «несросшийся перелом». Формирование замыкательных пластинок – патогномоничный рентгенологический признак ложного сустава [2].

Клинических случаев, когда сроки сращения переломов бедренной кости превышают 1 год, в доступной нам литературе не описано, а алгоритмы действий в таких ситуациях не разработаны.

### Клинический случай

Пациентка Д., на момент дорожно-транспортного происшествия (ДТП) 19 лет.

В июле 2022 г., находясь в другом регионе, стала участницей ДТП, будучи пассажиром транспортного средства. Была доставлена в Центральную районную больницу (ЦРБ), а на следующий день санавиацией переведена в травмоцентр

первого уровня. После обследования выставлен диагноз: «Политравма. Закрытый оскольчатый перелом средней и нижней трети правой бедренной кости со смещением (рис. 1). Закрытый перелом поперечных отростков С7, Th 1 позвонков справа. Закрытый перелом первого ребра справа. Закрытая черепно-мозговая травма: ушиб головного мозга с формированием очагов геморрагической контузии лобных долей. Субарахноидальное кровоизлияние. Ушибленные раны мягких тканей головы, лица. Травматический шок 2-й степени».



Рис. 1. Рентгенограмма правой бедренной кости при поступлении в ЦРБ в день ДТП

Fig. 1. X-ray of the right femur upon admission to the Central District Hospital on the day of the accident

При поступлении был наложен стержневой аппарат внешней фиксации (АВФ) на правое бедро. Через 10 дней АВФ демонтирован, выполнены закрытая репозиция, остеосинтез бедренной кости штифтом (рис. 2).

Через 3 нед с момента госпитализации пациентка была выписана на амбулаторное лечение.

Впервые пациентка обратилась в НИИ микрохирургии (г. Томск) через 16 нед с момента операции. Из анамнеза известно, что после выписки она ходила с полной нагрузкой на правую нижнюю конечность. Девушка объяснила свой отказ от использования подмышечных костылей болью, которая возникала при их использовании. Другие способы и средства, ограничивающие нагрузку на конечность, она не рассматривала.

На момент осмотра пациентка предъявляла жалобы на боли в бедре, в коленном суставе, беспокоило ограничение объема движений в правом коленном суставе. Также обращало на себя внимание наличие келоидных послеоперационных рубцов. Были назначены нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) курсом 14 дней, лечебная физкультура с реабилитологом, рекомендовано выполнить компьютерную томографию (КТ) бедренной кости.



*а*



*б*

Рис. 2. Рентгенограммы правой бедренной кости после оперативного лечения: остеосинтез штифтом: *а* – прямая проекция; *б* – боковая проекция

Fig. 2. X-ray of the right femur after surgical treatment: osteosynthesis with a pin: *a* – frontal projection; *б* – lateral projection

На КТ в срок 18 нед с момента операции признаков сращения не было выявлено (рис. 3), поэтому в 20 нед с момента операции пациентке проведена динамизация штифта. Динамизация интрамедуллярных стержней является стандартной процедурой при слабо консолидирующихся переломах [4], так как за счет микроподвижности в зоне перелома происходит стимуляция сращения [5, 6]. В дополнение к хирургическому лечению пациентке назначен витамин D3 по 2000 МЕ/сут (при назначении препарата анализ крови на витамин D не выполнялся). Спустя 11 мес содержание 25 (ОН) D равнялось 40 нг/мл (адекватный уровень).



*а*

*б*



*в*

Рис. 3. КТ-контроль сращения перелома правой бедренной кости через 18 нед с момента операции: *а* – прямая проекция; *б* – боковая проекция; *в* – аксиальная проекция

Fig. 3. CT control of healing of the right femur 18 weeks after surgery: *a* – frontal projection; *б* – lateral projection; *в* – axial projection

На контрольных рентгенограммах, выполненных через 7 нед после динамизации (27 нед с момента операции), не обнаружено желаемой межфрагментарной компрессии и сращения перелома (рис. 4). Пациентке предложены варианты дальнейшего лечения, в том числе оперативного, от которого пациентка категорически отказалась.

В дальнейшем пациентке выполнялись КТ правой бедренной кости в сроки 35 и 51 нед с момента операции: отмечалась слабая положительная динамика. Отсутствие признаков нестабильности конструкции и отсутствие у пациентки жалоб позволили продолжить лечение консервативно.



Рис. 4. Рентгенограммы правой бедренной кости через 27 нед с момента операции (7 нед после динамизации штифта): *a* и *б* – прямая и боковая проекции проксимального отдела, соответственно; *в* и *г* – прямая и боковая проекции дистального отдела, соответственно

Fig. 4. X-ray of the right femur 27 weeks after surgery (7 weeks after dynamization of the pin): *a* and *b* – frontal and lateral projections of the proximal section, respectively; *c* and *d* – frontal and lateral projections of the distal section, respectively

На консультативном осмотре с результатом КТ в срок 65 нед у пациентки имелись жалобы на боли в верхней трети правого бедра. Данные жалобы были расценены как проявление трохантерита, а назначение НПВП курсом эффективно купировало болевой синдром. По КТ отмечалась значительная положительная динамика (рис. 5).

На контрольном осмотре в 78 нед пациентка жалоб не предъявляла, результат КТ: перелом сросшийся (рис. 6). Объем движений в суставах правой нижней конечности полный. Таким образом, с момента остеосинтеза бедренной кости штифтом до последнего КТ с полным сращением кости прошло 78 нед (18 мес).

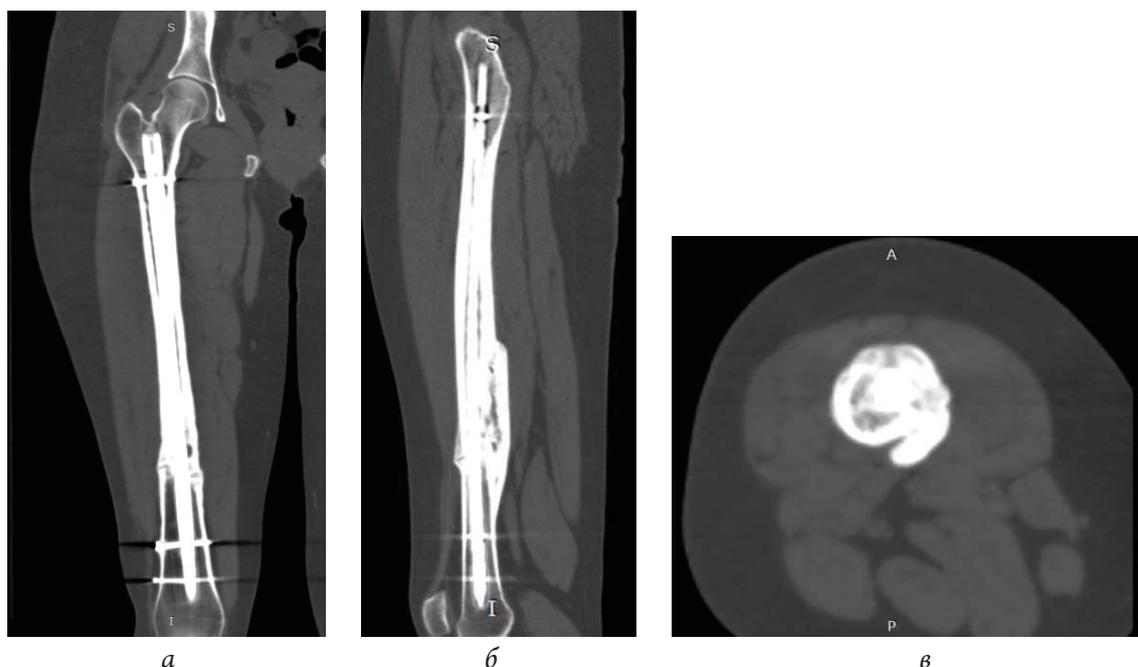


Рис. 5. КТ контроль сращения перелома правой бедренной кости через 65 нед с момента операции: *a* – прямая проекция; *б* – боковая проекция; *в* – аксиальная проекция

Fig. 5. CT control of healing of the right femur 65 weeks after surgery: *a* – frontal projection; *b* – lateral projection; *в* – axial projection

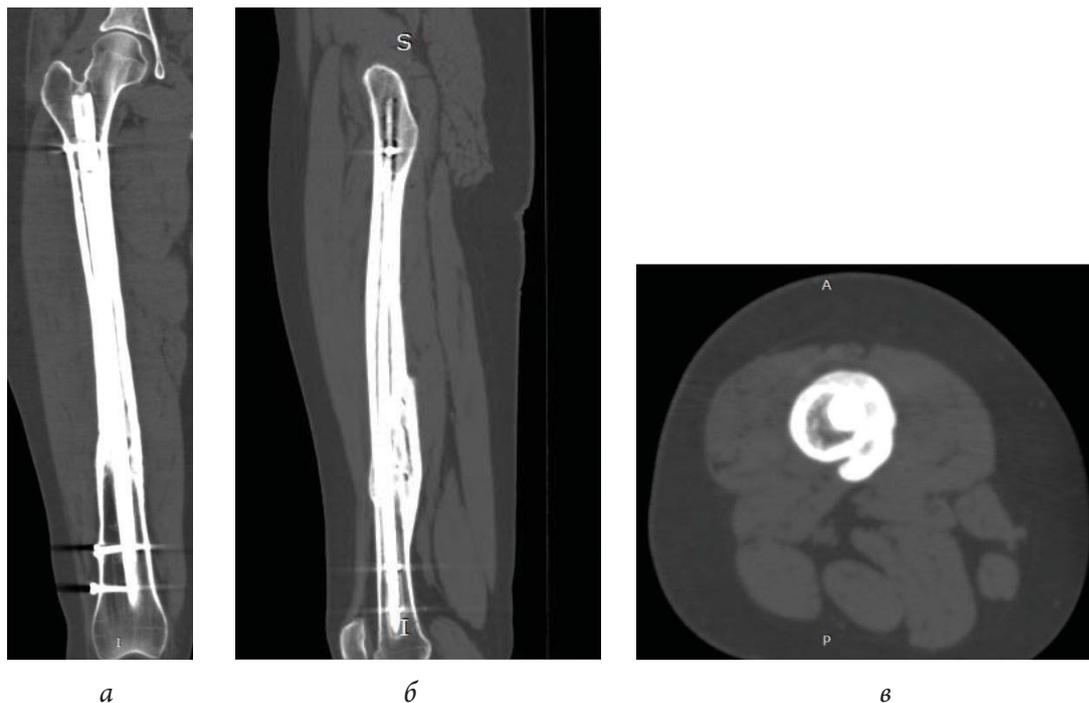


Рис. 6. КТ контроль сращения перелома правой бедренной кости через 78 нед с момента проведения операции: а – прямая проекция; б – боковая проекция; в – аксиальная проекция

Fig. 6. CT control of healing of the right femur 78 weeks after surgery: а – frontal projection; б – lateral projection; в – axial projection

В процессе лечения пациентки нами обсуждалась возможность реостеосинтеза правой бедренной кости. При реостеосинтезе повышается риск общехирургических (кровопотеря, инфекционные осложнения, риски анестезиологического пособия) и специфических (невозможность удалить имплант, периимплантные переломы, повреждение целостности интрамедуллярного штифта или винтов) осложнений [7]. За продолжение консервативного лечения учитывались следующие критерии: отсутствие нестабильности металлоконструкции, слабая положительная динамика сращения перелома, отсутствие жалоб у пациентки и, что немаловажно, настроенность пациентки на продолжение лечения без повторной операции.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Процесс регенерации костной ткани можно разделить на четыре фазы: воспалительную, фазу мягкой мозоли, фазу твердой мозоли и фазу ремоделирования [8, 9]. В случае изменений условий, необходимых для каждой фазы, может происходить существенное увеличение сроков сращения [9]. Несращение оскольчатых переломов диафиза бедренной кости при интрамедуллярном остеосинтезе регистрируется значительно чаще при величине осколка 8 см и более или при смещении осколков 10 мм и более [10]. В то же время динамика остеорепаративных процессов

при переломах диафиза бедренной кости не имеет различий в зависимости от выбора импланта [11, 12].

P.V. Giannoudis и соавт. (2000) ретроспективно проанализировали результаты лечения 377 пациентов с переломом диафиза бедренной кости, которым были установлены интрамедуллярные стержни, и обнаружили более высокую частоту несращений у больных, получавших ибупрофен и (или) диклофенак. В частности, 62,5% пациентов с несращением получали НПВП. Кроме того, среднее время до сращения составило 7,5 мес в группе лиц, принимавших НПВП, и 5,5 мес в группе пациентов, не принимавших НПВП [13]. Аналогичный эффект влияния НПВП на процесс сращения костей отмечали в своем исследовании V. Barnds и соавт. (2021) [14].

Таким образом, сроки сращения переломов зависят от множества факторов и могут отличаться от общепринятых.

## ВЫВОДЫ

1. Постановка динамического винта при выполнении остеосинтеза штифтом и выполнение динамизации штифта позволяют стимулировать сращение диафизарного перелома бедренной кости.

2. Периодическое выполнение компьютерной томографии дает возможность более объек-

тивного контроля сращения перелома и стабильности металлоконструкции.

3. Сохранение стабильности металлоконструкции позволяет отказаться от повторного оперативного лечения в пользу динамического наблюдения.

4. Тактика лечения должна основываться на общепринятых сроках сращения, а на характере перелома, индивидуальных особенностях пациента и правильной интерпретации объективных данных.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Hoogervorst P., Shearer D.W., Miclau T. The Burden of High-Energy Musculoskeletal Trauma in High-Income Countries // *World J Surg.* 2020 Apr. Vol. 44, № 4. P. 1033–1038. doi: 10.1007/s00268-018-4742-3
2. *Травматология: национальное руководство* / под ред. Г.П. Котельникова, С.П. Миронова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. 784 с. (Серия «Национальные руководства»).
3. Chang P.S., Bechtold D., Kazarian G.S., Tian A., Miller A.N., McAndrew C.M., Inclan P.M., Berkes M.B. Small residual fracture gaps delay time to union in length stable femur fractures treated with intramedullary fixation // *Injury.* 2023 Feb. Vol. 54, № 2. P. 687–693.
4. Kook I., Oh C.W., Shon O.J., Kim J.W., Kim J.W., Hwang K.T., Park K.C. Comparing outcomes of plate augmentation, nail exchange, and nail exchange with plate augmentation in the treatment of atrophic femoral shaft nonunion after intramedullary nailing: a multicenter retrospective study // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2024 Mar. Vol. 144, № 3. P. 1259–1268. doi: 10.1007/s00402-023-05183-4
5. Claes L. Dynamisierung der Osteosynthese: Zeitpunkt und Methoden // *Unfallchirurg.* 2018 Jan. Vol. 121, № 1. S. 3–9. doi: 10.1007/s00113-017-0455-6
6. Hast M., Glatt V., Archdeacon M., Ledet E., Lewis G., Ahn J., Haller J. Biomechanics of fracture healing: how best to optimize your construct in the OR // *OTA Int.* 2024 Mar 11. Vol. 7 (2 Suppl). P. e304. doi: 10.1097/O19.0000000000000304
7. Шафизулин Р.А., Хабибьянов Р.Я. Лечение переломов бедренной кости и их последствий при поломке блокируемого интрамедуллярного бедренного штифта // *Современные проблемы науки и образования.* 2020. №6.
8. Ko F.C., Xie R., Willis B., Herdman Z.G., Dulion B.A., Lee H., Oh C.D., Chen D., Sumner D.R. Cells transiently expressing periostin are required for intramedullary intramembranous bone regeneration // *Bone.* 2024 Jan. Vol. 178. P. 116934. doi: 10.1016/j.bone.2023.116934
9. Mehl J., Farahani S.K., Brauer E., Klaus-Bergmann A., Thiele T., Ellinghaus A., Bartels-Klein E., Koch K., Schmidt-Bleek K., Petersen A., Gerhardt H., Vogel V., Duda G.N. External Mechanical Stability Regulates Hematoma Vascularization in Bone Healing Rather than Endothelial YAP/TAZ Mechanotransduction // *Adv Sci (Weinh).* 2024 Apr. Vol. 11, № 13. P. e2307050. doi: 10.1002/advs.202307050
10. Yang S., Yang Y., Huo Y., Yu J., Sheng L., Sun X., Liu X., Yin J., Yin Z. Effect of the degree of displacement of the third fragment on healing of femoral shaft fracture treated by intramedullary nailing // *J Orthop Surg Res.* 2022 Aug 12. Vol. 17, № 1. P. 380. doi: 10.1186/s13018-022-03275-2
11. Polat G., Balci H.I., Ergin O.N., Asma A., Şen C., Kiliçoğlu Ö. A comparison of external fixation and locked intramedullary nailing in the treatment of femoral diaphysis fractures from gunshot injuries // *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018 Jun. Vol. 44, №3. P. 451–455. doi: 10.1007/s00068-017-0814-6
12. Еманов А.А., Стогов М.В., Куреева Е.А., Тушина Н.В. Консолидация переломов бедренной кости при применении разных методик лечения с учетом продолжительности периода от травмы до остеосинтеза // *Новости хирургии.* 2021. Т. 29, № 1. С. 5–12.
13. Giannoudis P.V., MacDonald D.A., Matthews S.J., Smith R.M., Furlong A.J., De Boer P. Nonunion of the femoral diaphysis. The influence of reaming and non-steroidal anti-inflammatory drugs // *J Bone Joint Surg Br.* 2000. Vol. 82, № 5. P. 655–658. doi: 10.1302/0301-620X.82B5.0820655
14. Barnds B., Heenan M., Ayres J., Tarakemeh A., Schroepel P., Mullen S., Vopat B.G. Comparison of the rate of delayed/nonunion in fifth metatarsal fractures receiving anti-inflammatory medications // *J Exp Orthop.* 2021 Dec 11. Vol. 8(1). P. 115. doi: 10.1186/s40634-021-00435-x

## REFERENCES

1. Hoogervorst P., Shearer D.W., Miclau T. The Burden of High-Energy Musculoskeletal Trauma in High-Income Countries. *World J Surg.* 2020 Apr;44(4):1033-1038. doi: 10.1007/s00268-018-4742-3
2. Kotelnikov G.P., Mironov S.P. (eds.) *Травматология: национальное руководство*. 4-е изд., перераб. и доп. [Traumatology: National Guide. 4<sup>th</sup> ed., revised and additional]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2022. 784 p. (Series “National Guidelines”). (In Russ.).

3. Chang P.S., Bechtold D., Kazarian G.S., Tian A., Miller A.N., McAndrew C.M., Inclan P.M., Berkes M.B. Small residual fracture gaps delay time to union in length stable femur fractures treated with intramedullary fixation. *Injury*. 2023 Feb;54(2):687-693.
4. Kook I., Oh C.W., Shon O.J., Kim J.W., Kim J.W., Hwang K.T., Park K.C. Comparing outcomes of plate augmentation, nail exchange, and nail exchange with plate augmentation in the treatment of atrophic femoral shaft nonunion after intramedullary nailing: a multicenter retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2024 Mar;144(3):1259-1268. doi: 10.1007/s00402-023-05183-4
5. Claes L. Dynamisierung der Osteosynthese: Zeitpunkt und Methoden. *Unfallchirurg*. 2018 Jan;121(1):3-9. doi: 10.1007/s00113-017-0455-6
6. Hast M., Glatt V., Archdeacon M., Ledet E., Lewis G., Ahn J., Haller J. Biomechanics of fracture healing: how best to optimize your construct in the OR. *OTA Int*. 2024 Mar 11;7(2 Suppl):e304. doi: 10.1097/OI9.0000000000000304
7. Shafigulin R.A., Khabibyanov R. Ya. Lechenie perelomov bedrennoy kosti i ih posledstviy pri polomke blokiruемого intramedulyarnogo bedrennogo shtifta [Treatment of femoral bone fractures and their consequences in breakage of lockable intramedullary femoral nail]. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya – Modern Problems of Science and Education*. 2020;6. (In Russ.).
8. Ko F.C., Xie R., Willis B., Herdman Z.G., Dulion B.A., Lee H., Oh C.D., Chen D., Sumner D.R. Cells transiently expressing periostin are required for intramedullary intramembranous bone regeneration. *Bone*. 2024 Jan;178:116934. doi: 10.1016/j.bone.2023.116934
9. Mehl J., Farahani S.K., Brauer E., Klaus-Bergmann A., Thiele T., Ellinghaus A., Bartels-Klein E., Koch K., Schmidt-Bleek K., Petersen A., Gerhardt H., Vogel V., Duda G.N. External Mechanical Stability Regulates Hematoma Vascularization in Bone Healing Rather than Endothelial YAP/TAZ Mechanotransduction. *Adv Sci (Weinh)*. 2024 Apr;11(13):e2307050. doi: 10.1002/advs.202307050
10. Yang S., Yang Y., Huo Y., Yu J., Sheng L., Sun X., Liu X., Yin J., Yin Z. Effect of the degree of displacement of the third fragment on healing of femoral shaft fracture treated by intramedullary nailing. *J Orthop Surg Res*. 2022 Aug 12;17(1):380. doi: 10.1186/s13018-022-03275-2
11. Polat G., Balci H.L., Ergin O.N., Asma A., Şen C., Kiliçoğlu Ö. A comparison of external fixation and locked intramedullary nailing in the treatment of femoral diaphysis fractures from gunshot injuries. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018 Jun;44(3):451-455. doi: 10.1007/s00068-017-0814-6
12. Emanov A.A., Stogov M.V., Kireeva E.A., Tushina N.V. Consolidatsiya perelomov bedrennoy kosti pri primeneniі raznykh metodik lecheniya s uchetom prodolzhitel'nosti perioda ot travmy do osteosinteza [Consolidation of femoral fractures when using different treatment methods, taking into account the duration of the period from injury to osteosynthesis]. *Novosti hirurgii – News of Surgery*. 2021;29(1):5-12. (In Russ.).
13. Giannoudis P.V., MacDonald D.A., Matthews S.J., Smith R.M., Furlong A.J., De Boer P. Nonunion of the femoral diaphysis. The influence of reaming and non-steroidal anti-inflammatory drugs. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82(5):655-658. doi: 10.1302/0301-620X.82B5.0820655
14. Barnds B., Heenan M., Ayres J., Tarakemeh A., Schroepel P., Mullen S., Vopat B.G. Comparison of the rate of delayed/nonunion in fifth metatarsal fractures receiving anti-inflammatory medications. *J Exp Orthop*. 2021 Dec 11;8(1):115. doi: 10.1186/s40634-021-00435-x

#### Сведения об авторах

**Лепунов Вадим Валерьевич** – врач травматолог-ортопед АНО «НИИ микрохирургии» (Россия, 634063, г. Томск, ул. Ивана Черных, д. 96).

<https://orcid.org/0009-0000-9838-9170>

e-mail: lepunov-vadim@mail.ru

**Лоскутова Анна Анатольевна**  – врач травматолог-ортопед, врач физической реабилитационной медицины АНО «НИИ микрохирургии» (Россия, 634063, г. Томск, ул. Ивана Черных, д. 96).

<https://orcid.org/0009-0007-4843-6785>

e-mail: doc.loskutova@gmail.com

**Степанов Михаил Юрьевич** – врач травматолог-ортопед АНО «НИИ микрохирургии» (Россия, 634063, г. Томск, ул. Ивана Черных, д. 96).

<https://orcid.org/0009-0005-8857-6729>

e-mail: Stepanov\_16.03@mail.ru

**Information about authors**

**Vadim V. Lepunov**, traumatologist-orthopedist, Institute of Microsurgery (96, Ivan Chernykh st., Tomsk, 634063, Russia).

<https://orcid.org/0009-0000-9838-9170>

e-mail: [lepunov-vadim@mail.ru](mailto:lepunov-vadim@mail.ru)

**Anna A. Loskutova** , traumatologist-orthopedist, rehabilitologist, Institute of Microsurgery (96, Ivan Chernykh st., Tomsk, 634063, Russia).

<https://orcid.org/0009-0007-4843-6785>

e-mail: [doc.loskutova@mail.com](mailto:doc.loskutova@mail.com)

**Mikhail Yu. Stepanov**, traumatologist-orthopedist, Institute of Microsurgery (96, Ivan Chernykh st., Tomsk, 634063, Russia).

<https://orcid.org/0009-0005-8857-6729>

e-mail: [Stepanov\\_16.03@mail.ru](mailto:Stepanov_16.03@mail.ru)

*Поступила в редакцию 21.04.2024; одобрена после рецензирования 21.06.2024; принята к публикации 21.06.2024*

*The article was submitted 21.04.2024; approved after reviewing 21.06.2024; accepted for publication 21.06.2024*