



## Латеральная кортикотомия при нарушении консолидации внесуставных переломов проксимального отдела бедренной кости

Р.А. Шафигулин<sup>2</sup>✉, И.Ф. Ахтямов<sup>1,2</sup>, И.А. Аглямов<sup>2</sup>, А.А. Горнаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия

<sup>2</sup> Республикаанская клиническая больница, Казань, Россия

**Автор ответственный за переписку:** Рашид Актасович Шафигулин, rashid221@yandex.ru

### Аннотация

**Введение.** Одним из условий воздействия на остеорепарацию при блокируемом интрамедуллярном остеосинтезе (БИОС) является динамизация штифта. В силу анатомо-функциональных особенностей в ряде случаев под- и межвертельных проломов бедренной кости выполнить её не представляется возможным.

**Цель работы** — продемонстрировать случай успешного применения оригинального варианта методики латеральной кортикотомии (LCN) для динамизации интрамедуллярного проксимального штифта у пациента с несросшимся подвертельным переломом.

**Материалы и методы.** Проведено лечение пациента 66 лет с несросшимся межвертельным переломом правой бедренной кости, осложненным поломкой интрамедуллярного штифта. Для динамизации интрамедуллярного штифта успешно применена методика LCN.

**Результаты.** Через два месяца после проведенного вмешательства достигнуто рентгенологическое сращение перелома и функциональное восстановление пациента. Причиной отсутствия межотломковой компрессии при БИОС может являться блокировка скользящего винта латеральным кортикальным слоем периферического отломка бедренной кости. Данную проблему возможно предупредить выполнением латеральной кортикотомии при первичном остеосинтезе вышеуказанных переломов.

**Обсуждение.** На основании научных публикаций и собственной клинической практики мы предположили, что показанием для выполнения LCN является нарушение консолидации при межвертельных переломах 31A3.1-3 по классификации AO/OTA, при 3 типе переломов вертельной области по классификации Boyd и Griffin, а также при всех типах подвертельных переломов по классификации Seinsheimer, когда при выполнении цефаломедуллярного остеосинтеза возникает необходимость в создании вектора межотломковой компрессии по оси бедренной кости. В приведенном клиническом случае отражен механизм нарушения консолидации при ряде переломов межвертельной и подвертельной области бедренной кости.

**Заключение.** Представленный клинический результат демонстрирует успешное применение оригинального варианта методики для динамизации проксимального бедренного штифта, ее воспроизведимость и безопасность.

**Ключевые слова:** подвертельный перелом, интрамедуллярный остеосинтез, латеральная кортикотомия

**Для цитирования:** Шафигулин Р.А., Ахтямов И.Ф., Аглямов И.А., Горнаев А.А. Латеральная кортикотомия при нарушении консолидации внесуставных переломов проксимального отдела бедренной кости. *Гений ортопедии*. 2024;30(5):687-693. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-5-687-693. EDN: SCMEOL.

**Clinical case**

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-5-687-693>



## **Lateral cortical notching for impaired healing of extra-articular proximal femur fractures (case report)**

**R.A. Shafigulin<sup>2</sup>✉, I.F. Akhtyamov<sup>1</sup>, I.A. Aglyamov<sup>2</sup>, A.A. Gornaev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

<sup>2</sup> Republican Clinical Hospital, Kazan, Russian Federation

**Corresponding author:** Rashid A. Shafigulin, rashid 221@ yandex.ru

### **Abstract**

**Introduction** Dynamization of the nail can be used to improve osteoreparation during intramedullary interlocking nailing (IIN). The procedure can be difficult to perform in some sub- and intertrochanteric femoral fractures due to anatomical and functional features.

The **objective** was to demonstrate a case of successful use of an original version of the lateral cortical notching (LCN) technique for dynamization of an intramedullary proximal nail in a patient with a nonunited subtrochanteric fracture.

**Material and methods** The treatment was performed for a 66-year-old patient with a non-united intertrochanteric fracture of the right femur complicated by the breakage of an intramedullary nail. The LCN technique was successfully used to dynamize the IM nail.

**Results** Radiological healing of the fracture and functional recovery of the patient were observed at a two-month follow-up. The absence of interfragmental compression in IIN could be caused by blocking of the sliding screw by the lateral cortical bone of the peripheral femur fragment. The complication could be prevented with LCN during primary osteosynthesis of the above fractures.

**Discussion** Based on scientific publications and our clinical experience, we assumed that LCN can be indicated for failed healing of intertrochanteric AO/OTA 31A3.1–3 fractures, type 3 Boyd and Griffin trochanteric fractures and all types of subtrochanteric fractures as graded by Seinsheimer with a vector of interfragmental compression to be created along the femur axis during cephalomedullary osteosynthesis. The case report showed the mechanism of impaired consolidation in some intertrochanteric and subtrochanteric fractures of the femur.

**Conclusion** The case report demonstrated the successful use of the original version of the lateral cortical notching (LCN) technique for dynamization of an intramedullary proximal nail.

**Keywords:** subtrochanteric fracture, intramedullary nailing, lateral cortical notching

**For citation:** Shafigulin RA, Akhtyamov IF, Aglyamov IA, Gornaev AA. Lateral cortical notching for impaired healing of extra-articular proximal femur fractures (case report). *Genij Ortopedii*. 2024;30(5):687-693. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-5-687-693

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с анатомо-функциональными особенностями лечения переломов проксимального отдела бедренной кости в ряде случаев возникают технические трудности, что сопровождается значительным количеством осложнений [1, 2]. Обоснованным методом является интрамедуллярный остеосинтез [3], однако, несмотря на совершенствование технологии установки и дизайна имплантатов, метод не лишен недостатков. Одной из проблем является нарушение консолидации перелома, являющееся пусковым механизмом осложнений, таких как инфицирование, потеря репозиции, поломка имплантата и т.д. Штатным методом воздействия на процесс консолидации перелома при интрамедуллярном остеосинтезе является динамизация штифта, заключающаяся в удалении блокирующего винта [4–10]. Однако в ряде случаев при внесуставных переломах данная методика становится невыполнимой. Для решения данной проблемы предложена оригинальная хирургическая методика латеральной кортикотомии (англ. lateral cortical notching — LCN), позволяющая выполнить динамизацию штифта в ходе проведения блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза (БИОС) и, как следствие, воздействовать на процесс консолидации перелома.

Анализ литературных источников в системе PubMed и Google Scholar позволил выявить лишь три зарубежных сообщения, в которых представлена эта методика с совокупным количеством 9 наблюдений, что, в свою очередь, побудило нас представить собственные результаты.

**Цель работы** — продемонстрировать случай успешного применения оригинального варианта методики латеральной кортикотомии для динамизации интрамедуллярного проксимального штифта у пациента с несросшимся подвертальным переломом.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Приводим результаты лечения пациента, обратившегося в отделение травматологии № 1 Республики Казанской клинической больницы № 3 РТ\*. Пострадавший С. 66 лет в сентябре 2021 г. получил бытовую травму — падение с высоты собственного роста. В тот же день был госпитализирован в отделение травматологии с диагнозом: Закрытый межвертельный перелом правой бедренной кости (31A3.3 по классификации AO/OTA; тип 3 по классификации Boyd и Griffin) со смещением отломков (рис. 1, а). На следующий день проведена операция — закрытая репозиция, блокируемый интрамедуллярный остеосинтез подвертального перелома левой бедренной кости штифтом фирмы DC размером 10/360 динамическим способом (рис. 1, б, в).



Рис. 1. Рентгенограммы области перелома: а — обзорная рентгенограмма таза, прямая проекция, межвертельный перелом правой бедренной кости; б, в — рентгенограммы правого тазобедренного сустава, прямая и аксиальная проекции, цефаломедуллярный остеосинтез межвертельного перелома

На второй день после операции пациент был вертилизирован и начал передвигаться при помощи ходунков. Послеоперационный период проходил без осложнений. В дальнейшем наблюдался в травмпункте по месту жительства. С 12-ой недели пациенту разрешено ходить без дополнительной опоры.

На девятом месяце после проведенной операции, на фоне полноценного функционального восстановления конечности, пациент отметил появление резкой боли в области правого тазобедренного сустава, появление хромоты и постепенное укорочение нижней конечности, что заставило его повторно обратиться в клинику. С целью обследования и верификации диагноза выполнена рентгенография тазобедренного сустава. На рентгенограмме правого тазобедренного сустава в прямой проекции выявлен несросшийся межвертельный перелом правой бедренной кости с наличием сломанного интрамедуллярного штифта на уровне отверстия для динамического винта. Это стало основанием для повторной госпитализации пациента (рис. 2, а). Стоит отметить, что, несмотря на то, что дистальное блокирование было произведено динамическим способом, динамизация штифта не произошла.

После соответствующего обследования под регионарной анестезией удалены винты и фрагменты поврежденного штифта. Удаление сломанных фрагментов интрамедуллярного штифта произведено по разработанной в нашей клинике оригинальной методике [11]. Суть её заключается в том, что после извлечения проксимального фрагмента, в канал дистального фрагмента сломанного штифта вплоть до заклинивания вкручен конический стержень типа Шанца с кортикальной нарезкой резьбы. После удаления дистальных блокирующих винтов фрагмент штифта извлечён крациальнно. Далее проведена репозиция на ортопедическом столе, установлен новый проксимальный бедренный штифт фирмы DC размером 10/360. Размер имплантата аналогичен размеру ранее установленного. Позиционирование шеечного винта осуществляли по ранее сформированному каналу, что снизило трудоемкость вмешательства и травматизацию тканей. Блокирование штифта произведено динамическим способом. Учитывая тот факт, что наружный конец динамического винта проходит сквозь кортикальный слой периферического отломка, а это препятствует динамизации штифта, выполнена латеральная кортикотомия непосредственно под динамическим винтом (рис. 2, б, в).

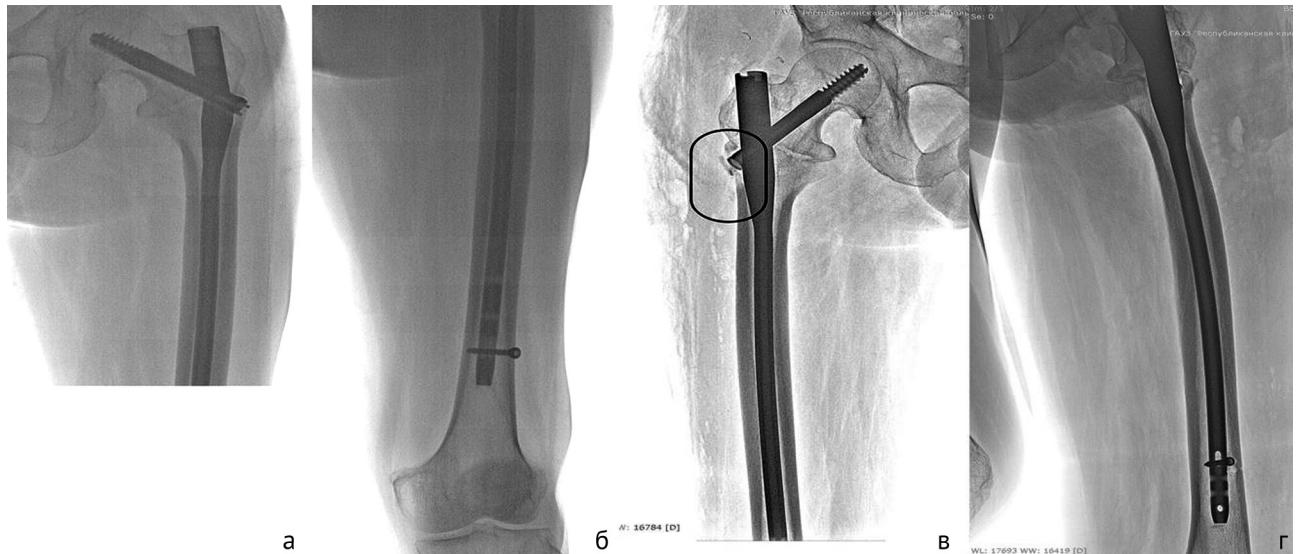


Рис. 2. Рентгенограммы тазобедренного сустава пациента: а, б – прямая проекция до повторного вмешательства, несросшийся межвертельный перелом, излом штифта; в – прямая проекция, цефаломедуллярный реостеосинтез межвертельного перелома, область латеральной кортикотомии бедренной кости под местом входа динамического винта обведена овалом; г – аксиальная проекция, цефаломедуллярный реостеосинтез несросшегося межвертельного перелома бедренной кости

В отличие от описываемой в литературе оригинальной методики, где для выполнения подобной кортикотомии используют долото с расширением операционного доступа, мы после демонтажа направителя для установки штифта операционную рану не расширили, провели спицу по каналу установленного динамического винта, а по ней на винт установили направляющую втулку из стандартного набора бедренных штифтов. Далее аналогичную втулку разместили параллельно предыдущей и провели спицу сквозь латеральный кортикальный слой бедренной кости, контролируя все манипуляции при помощи электронно-оптического преобразователя. Для формирования канала в шейке бедренной кости по спице при помощи сверла из установочного набора произвели рассверливание – кортикотомию.

На следующий день пациент был вертикализирован и начал ходить при помощи трости. Послеоперационный период проходил без особенностей, и на пятье сутки после госпитализации пациент был выписан на амбулаторное лечение.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На контрольном осмотре через два месяца после ревизионного вмешательства пациент жалоб не предъявлял, передвигался самостоятельно без каких-либо дополнительных приспособлений. Выполненная рентгенография позволила установить диагноз: срастающийся межвертельный перелом правой бедренной кости (рис. 3, а). Длина нижних конечностей была одинаковой, объем движений в суставах таргетной конечности не ограничен (рис. 3, б, в).

Через 23 мес. после выполненного ревизионного вмешательства пациенту выполнены рентгенограммы правой бедренной кости (рис. 4). В ходе опроса каких-либо жалоб пациент не предъявлял, функции конечности полностью восстановлены. Указанные данные позволили установить диагноз: сросшийся межвертельный перелом правой бедренной кости.

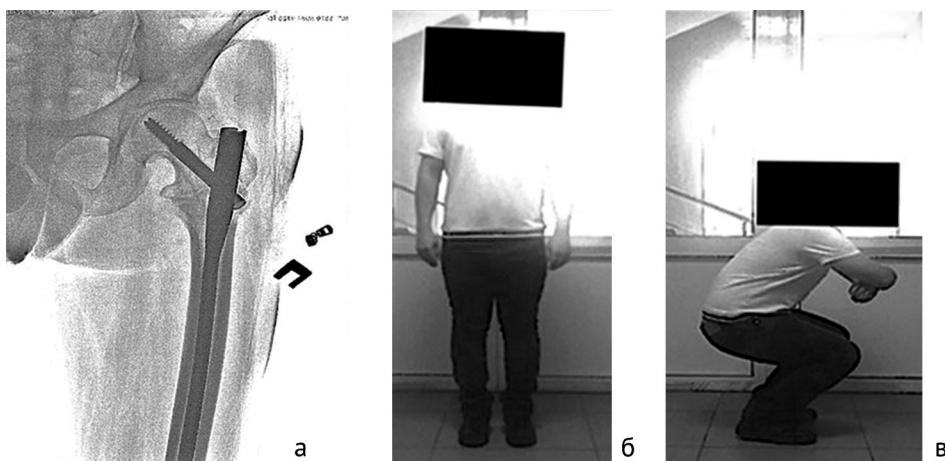


Рис. 3. Результат лечения пациента: а — рентгенограмма тазобедренного сустава, прямая проекция, срастающийся межвертельный перелом, фиксированный проксимальным бедренным штифтом; б, в — фото пациента, функциональный результат: длина нижних конечностей сопротивлена, объем движений в суставах нижних конечностей восстановлен

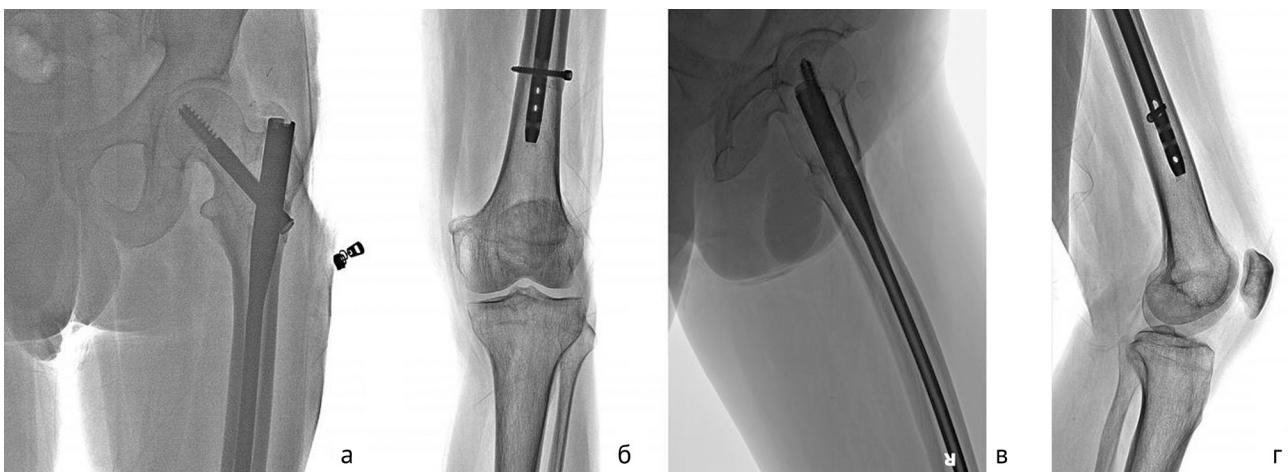


Рис. 4. Результат лечения пациента, сросшийся межвертельный перелом, фиксированный проксимальным бедренным штифтом: а, б — рентгенограммы бедренной кости, прямая проекция, в, г — боковая проекция

## ОБСУЖДЕНИЕ

Интрамедуллярные штифты первых поколений отличались тем, что их блокирование осуществляли на проксимальном и дистальном концах кости лишь статическим методом, направленным на обеспечение дополнительной стабильности, значительно повышая жесткость системы кость – имплантат. Это в ряде случаев приводило к нарушению гармонии механических и биологических факторов заживления кости, результатом чего являлось нарушение консолидации перелома [12].

Для решения указанной проблемы Гросс и Кемпф разработали концепцию динамизации интрамедуллярного штифта, суть которой заключалась в удалении блокирующих винтов проксимально или дистально от перелома, превращая жесткую систему в «гибкую» [13]. В дальнейшем концепция нашла отражение в разработке конструкций с наличием продольного отверстия для блокирования штифта [14]. В настоящее время методика динамизации штифта отработана и применяется благодаря своей эффективности. Однако в силу несоблюдения этой технологии или анатомических изменений при подвертебельных переломах, фиксированных цефаломедуллярными конструкциями, динамизация в ряде случаев оказывается невозможной, что, в свою очередь, может завершиться усталостным изломом штифта [15–18].

В настоящее время подавляющее количество внекапсулевых переломов проксимального отдела бедренной кости лечат при помощи цефаломедуллярных конструкций, в которых, несмотря на различия, заложенные производителем, реализован принцип скольжения динамического винта по оси шейки бедра, тем самым создавая межломковую компрессию. Однако успешно применяемые цефаломедуллярные конструкции, изначально созданные для лечения чрезвертебельных переломов, не всегда обеспечивают межломковую компрессию при межвертебельных (31A3.1–3 по классификации АО/OTA; при 3 типе переломов вертебельной области по классификации Boyd и Griffin) и при всех типах подвертебельных переломов по классификации Seinsheimer, где необходима межфрагментарная компрессия по оси диафиза бедренной кости, создаваемая при удалении блокирующего винта, либо изначальной фиксации динамическим методом, а не по оси шейки бедренной кости.

Так R. Biber et al. сообщили о 8 случаях, когда выполнение осевой межфрагментарной динамизации у пациентов было затруднено тем, что динамический винт упирался в подлежащий дистальному концу латеральный кортикальный слой бедренной кости [19]. Это приводило к появлению боли, нестабильности имплантата, нарушению консолидации перелома, а в дальнейшем — и к поломке штифта. Причиной этого является блокировка скользящего винта латеральным кортикальным слоем дистального периферического отломка бедренной кости. Для решения данной проблемы разработана биомеханически обоснованная методика латеральной кортикотомии, которая позволяет произвести динамизацию штифта по оси бедренной кости и способствовать сращению перелома. Авторы предложили и успешно реализовали хирургический способ, суть которого заключалась в кортикотомии латерального кортикального слоя сразу под динамическим винтом, чем достигали возможность блокирования штифта динамическим методом. R. Biber et al. рекомендуют применять данную методику у пациентов, в ходе осмотра которых выявлены процессы нарушения консолидации перелома и необходимо выполнение динамизации штифта для межотломковой компрессии по оси диафиза бедренной кости, без указания конкретных нозологий переломов.

C. Tinner et al. сообщили о случае успешного применения методики у пациентки с нарушением консолидации при межвертельном переломе, сопровождавшимся поломкой интрамедулярного штифта [20]. В свою очередь, N. Hinz et al. на основе метода конечных элементов доказали биомеханическую эффективность методики LCN при динамизации проксимальных бедренных штифтов, поскольку латеральная кортикотомия облегчает динамизацию стержня вдоль оси диафиза бедренной кости [21].

На основании приведенных публикаций и собственной клинической практики мы предположили, что показанием для выполнения данной методики являются процессы нарушения консолидации при межвертельных переломах 31A3.1–3 по классификации AO/OTA, при 3 типе переломов вертельной области по классификации Boyd и Griffin, а также при всех типах подвертельных переломов по классификации Seinsheimer, т.е. переломов, где при выполнении цефаломедулярного остеосинтеза иногда возникает необходимость создания вектора межотломковой компрессии по оси бедренной кости. На наш взгляд, в приведенном клиническом случае отображен механизм нарушения консолидации при ряде переломов межвертельной и подвертельной области бедренной кости, описанный R. Biber et al. [19].

Возможно, суть явления заключается в том, что, проходя через центральный (шейка бедренной кости) и периферический отломок (подвертельная область), динамический (шеечный) винт выступает своего рода «распоркой» и препятствует межотломковой компрессии по оси диафиза бедренной кости, сохраняя диастаз между отломками, несмотря на то, что дистальное блокирование было выполнено динамическим способом. Как следствие, это приводит к нарушению консолидации перелома, что кратко увеличивает нагрузку на сам имплантат и приводит к его поломке в самом слабом месте — отверстии динамического (шеечного) винта — с тенденцией к варусному смещению центрального отломка.

Выполнение латеральной кортикотомии непосредственно под динамическим (шеечным) винтом нивелирует эффект «распорки» и способствует беспрепятственной межотломковой компрессии по оси диафиза бедренной кости и, как следствие, консолидации перелома. Разумеется, это предположение требует биомеханического обоснования, что мы постараемся представить в дальнейших публикациях.

Проецируя предполагаемый механизм развития нарушения консолидации перелома у нашего пациента можно утверждать об успехе применения предлагаемой методики. Несмотря на своевременно и качественно выполненный по показаниям цефаломедулярный остеосинтез, у пациента на сроке 9 мес. произошла поломка конструкции вследствие несращения перелома. Причиной этого, на наш взгляд, явилась блокада динамического (шеечного) винта подлежащим латеральным кортикальным слоем, которая препятствовала межотломковой компрессии по оси диафиза бедренной кости. Создался эффект «распорки», которая сохраняла имеющийся диастаз между отломками, препятствующий консолидации перелома. Выполнение латеральной кортикотомии устранило данный эффект и обеспечило межотломковую компрессию по оси диафиза бедренной кости, что позволило консолидировать перелом через два месяца после ревизионного вмешательства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный клинический результат демонстрирует успешное применение методики латеральной кортикотомии для динамизации проксимального бедренного штифта, её воспроизводимость и безопасность. Подобное наблюдение позволяет нам продолжить изучение этой актуальной темы.

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

**Финансирование.** Лечение пациента осуществлялось в рамках программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

**Соответствие нормам этики.** Авторы подтверждают, что соблюдены права пациента, принимавшего участие в исследовании, включая получение информированного согласия.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Barbosa de Toledo Lourenço PR, Pires RE. Subtrochanteric fractures of the femur: update. *Rev Bras Ortop*. 2016;51(3):246-253. doi: 10.1016/j.rboe.2016.03.001
2. Joglekar SB, Lindvall EM, Martirosian A. Contemporary management of subtrochanteric fractures. *Orthop Clin North Am*. 2015;46(1):21-35. doi: 10.1016/j.ocl.2014.09.001
3. Bekos A, Sioutis S, Kostroglou A et al. The history of intramedullary nailing. *Int Orthop*. 2021;45(5):1355-1361. doi: 10.1007/s00264-021-04973-y
4. Pan LH, Wang JP, Liao Y. Delayed dynamization for non-union of femoral shaft fractures after static interlocking nailing. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*. 2014;28:419-422
5. Vaughn J, Gotha H, Cohen E, et al. Nail Dynamization for Delayed Union and Nonunion in Femur and Tibia Fractures. *Orthopedics*. 2016;39(6):e1117-e1123. doi: 10.3928/01477447-20160819-01
6. Stolberg-Stolberg J, Fuchs T, Lodde MF, et al. Addition of shock wave therapy to nail dynamization increases the chance of long-bone non-union healing. *J Orthop Traumatol*. 2022;23(1):4. doi: 10.1186/s10195-021-00620-9
7. Wu CC, Chen WJ. Healing of 56 segmental femoral shaft fractures after locked nailing. Poor results of dynamization. *Acta Orthop Scand*. 1997;68(6):537-540. doi: 10.3109/17453679708999022
8. Litrenta J, Tornetta P 3rd, Vallier H et al. Dynamizations and exchanges: success rates and indications. *J Orthop Trauma*. 2015;29(12):569-573. doi: 10.1097/BOT.0000000000000311
9. Pihlajamäki HK, Salminen ST, Böstman OM. The treatment of nonunions following intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2002;16(6):394-402. doi: 10.1097/00005131-200207000-00005
10. Zheng TL, Li Y, Liu SK, et al. Proper dynamization of interlocking intramedullary nail for non-infectious delayed union of femoral shaft fractures. *Orthop J China*. 2018;26:2017-2021.
11. Хабибянов Р.Я., Шафигулин Р.А., Галеев И.Г., Никитин М.А. Способ удаления сломанного дистального конца бедренного канюлированного интрамедуллярного штифта. Патент РФ на изобретение № 2682128. 14.03.19. Бюл. № 8. Доступно по: <https://searchplatform.rospatent.gov.ru/media/National/RU/C1/2019/03/14/0002682128//document.pdf>. Ссылка активна на 26.06.2024.
12. Hu M, Zeng W, Zhang J, et al. Fixators dynamization for delayed union and non-union of femur and tibial fractures: a review of techniques, timing and influence factors. *J Orthop Surg Res*. 2023;18(1):577. doi: 10.1186/s13018-023-04054-3
13. Kempf I, Grosse A, Beck G. Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am*. 1985;67(5):709-20. doi: 10.2106/00004623-198567050-00005
14. Eveleigh RJ. A review of biomechanical studies of intramedullary nails. *Med Eng Phys*. 1995;17(5):323-331. doi: 10.1016/1350-4533(95)97311-c
15. Iwakura T, Niikura T, Lee SY, et al. Breakage of a third generation gamma nail: a case report and review of the literature. *Case Rep Orthop*. 2013;2013:172352. doi: 10.1155/2013/172352
16. Rollo G, Rinonapoli G, Pichierri P, et al. Breakage in two points of a short and undersized "Affixus" cephalomedullary nail in a very active elderly female: a case report and review of the literature. *Case Rep Orthop*. 2018;2018:9580190. doi: 10.1155/2018/9580190
17. Eberle S, Bauer C, Gerber C, et al. The stability of a hip fracture determines the fatigue of an intramedullary nail. *Proc Inst Mech Eng H*. 2010;224(4):577-584. doi: 10.1243/09544119JEIM664
18. Andrzejowski P, Giannoudis PV. The 'diamond concept' for long bone non-union management. *J Orthop Traumatol*. 2019;20(1):21. doi: 10.1186/s10195-019-0528-0
19. Biber R, Bail HJ, Stedtfeld HW. Lateral cortical notching in specific cases of delayed unions or nonunions after intertrochanteric and reversed fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133(4):495-501. doi: 10.1007/s00402-013-1683-z
20. Tinner C, Beckmann NA, Bastian JD. Lateral cortical notching in revision of a subtrochanteric fracture non-union with breakage of a cephalomedullary nail. *J Orthop Case Rep*. 2020;10(6):5-8. doi: 10.13107/jocr.2020.v10.i06.1852
21. Hinz N, Stacenko K, Lutz C et al. Lateral cortical notching facilitates dynamization of proximal femoral nailing - A finite element analysis. *Injury*. 2023;54(11):111009. doi: 10.1016/j.injury.2023.111009

Статья поступила 12.12.2023; одобрена после рецензирования 26.06.2024; принятая к публикации 01.08.2024.

The article was submitted 12.12.2023; approved after reviewing 26.06.2024; accepted for publication 01.08.2024.

#### Информация об авторах:

Рашид Актасович Шафигулин — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, rashid221@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6146-4470>;

Ильдар Фуатович Ахтямов — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой, yalta60@mail.ru;

Ильнар Азатович Аглямов — врач травматолог-ортопед, aia3008@mail.ru;

Андрей Анатольевич Горнаев — врач травматолог-ортопед.

#### Information about the authors:

Rashid A. Shafigulin — Candidate of Medical Sciences, orthopaedic surgeon, rashid 221@ yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6146-4470>;

Ildar F. Akhtyamov — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Department, yalta 60@mail.ru;

Ilnar A. Aglyamov — orthopaedic surgeon, aia3008@mail.ru;

Andrey A. Gornaev — orthopaedic surgeon.

#### Вклад авторов:

Шафигулин Р.А. — концептуализация, методология, проведение исследования, визуализация исследования, написание первоначального варианта и его редактирование;

Ахтямов И.Ф. — контроль и управление проектом, рецензирование исследования;

Аглямов И.А. — валидация исследования;

Горнаев А.А. — валидация исследования.