

Клиническое наблюдение

УДК 616.718-018.3-006-06:616.71-007.2-001.5-089.227.84-089.223-089.168

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2026-32-1-124-131>



Полисегментарный дистракционный остеосинтез в комбинации с телескопическим трансфизарным стержнем при болезни Олье

Н.С. Гвоздев , А.М. Аранович, А.М. Абдуллоев, Д.А. Попков

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова, Курган, Россия

Автор, ответственный за переписку: Никита Сергеевич Гвоздев, nikitozgzvozdev@mail.ru

Аннотация

Введение. Использование для удлинения длинных трубчатых костей комбинированных методик у пациентов с болезнью Олье представляет интерес с точки зрения как сокращения времени использования аппарата внешней фиксации, так и продленного повышения прочностных свойств удлиненной кости. Уникальность представленного клинического случая обусловлена сочетанием одновременного удлинения бедра и голени поверх титанового телескопического стержня, установленного в бедренную и большеберцовую кости одновременно с выполнением внешнего остеосинтеза и остеотомий.

Цель работы — продемонстрировать этапы и результаты полисегментарного удлинения ребенка с болезнью Олье комбинированной методикой, сочетающей аппарат Илизарова и титановый телескопический стержень.

Материалы и методы. Рассмотрен клинический случай пятилетнего пациента с болезнью Олье без сопутствующих заболеваний с выраженной разницей в длине нижних конечностей, нарушениями в опороспособности и биомеханике ходьбы. Хирургическое лечение включало в себя полисегментарное удлинение бедра и голени поверх титанового телескопического стержня, установленного ретроградным способом в бедренную кость и антеградным способом в большеберцовую кость, одновременно с выполнением остеотомий и установки спице-стержневого аппарата внешней фиксации.

Результаты. Получены исключительные данные, подтверждающие возможность расхождения титанового телескопического стержня в процессе дистракции на величину более 20 % без блокирования и потере фиксации резьбовых частей в эпифизах. Величина удлинения составила 11,4 см (бедро — 5,8 см, голень — 5,6 см). Общий индекс внешней фиксации составил 12,02 дн/см. При контрольном осмотре через 12 месяцев после демонтажа аппарата Илизарова отмечается продолжение роста удлиненных костей и телескопирование стержня бедра.

Обсуждение. Комбинированные методики соответствуют современной концепции телескопического продленного армирования у детей с генетическими заболеваниями. Расхождение частей титанового стержня как в период дистракции, так и на протяжении первого года после завершения удлинения конечности показывает целесообразность данного сочетания и надежность применения телескопического стержня из титанового сплава. Впервые доказано, что быстрое расхождение не предрасполагает к блокированию титановых стержней и продолжается при продолжении роста.

Заключение. Данный случай показывает эффективность применения комбинации телескопических интрамедуллярных титановых стержней и внешней фиксации при одновременном удлинении двух связанных сегментов у ребенка с болезнью Олье. Получены уникальные данные о продолжении естественного роста удлиненных сегментов с телескопированием оставленных стержней.

Ключевые слова: телескопический стержень, болезнь Олье, удлинение конечности

Для цитирования: Гвоздев Н.С., Аранович А.М., Абдуллоев А.М., Попков Д.А. Полисегментарный дистракционный остеосинтез в комбинации с телескопическим трансфизарным стержнем при болезни Олье. *Гений ортопедии*. 2026;32(1):124-131. doi: 10.18019/1028-4427-2026-32-1-124-131.



Clinical case

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2026-32-1-124-131>

Polysegmental distraction osteosynthesis in combination with a telescopic transphyseal rod for Ollier's disease

N.S. Gvozdev✉, A.M. Aranovich, A.M. Abdulloev, D.A. Popkov

Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Corresponding author: Nikita S. Gvozdev, nikitozgvozdev@mail.ru

Abstract

Introduction The use of combined techniques for long bone lengthening in patients with Ollier disease is of interest due to issues of both external fixation time reduction and improvement in the strength properties of the lengthened bone. The uniqueness of the presented clinical case is simultaneous femur and tibia lengthening over a titanium telescopic rod in the femur and tibia combined with external osteosynthesis and osteotomies.

The **purpose** of this study is to demonstrate the stages and results of polysegmental bone lengthening in a child with Ollier disease using a technique combining the Ilizarov fixator and a titanium telescopic rod.

Material and methods This clinical case is a five-year-old patient with Ollier disease without comorbidities, but with a significant discrepancy in the length of the lower limbs, impaired weight-bearing ability, and impaired gait biomechanics. Surgical treatment included multisegmental femur and tibia lengthening over a titanium telescopic rod inserted retrograde into the femur and antegrade into the tibia, simultaneous osteotomies and placement of a wire-and-halfpin external fixator.

Results Exceptional data were obtained confirming the possibility of the titanium telescopic rod extension during distraction by more than 20 % without locking or loss of fixation of the threaded parts in the epiphyses. The elongation amounted to 11.4 cm (femur: 5.8 cm; tibia: 5.6 cm). The overall external fixation index was 12.02 days/cm. At a 12-month follow-up after dismantling the Ilizarov apparatus, growth of the elongated bones and telescoping of the femoral rod continued.

Discussion This combined technique is consistent with the current concept of extended telescopic reinforcement in children with genetic diseases. The divergence of the titanium rod components both during the distraction period and during the first year after completion of limb lengthening demonstrates the feasibility of this combination and the reliability of using a telescopic titanium rod. This study demonstrates for the first time that rapid divergence does not predispose to locking of titanium rods and continues with growth.

Conclusion This case demonstrates the effectiveness of using a combination of telescopic intramedullary titanium rods and external fixation for simultaneous lengthening of two adjacent segments in a child with Ollier disease. The findings on further natural growth of the lengthened segments along with telescoping of the rod are unique.

Keywords: telescopic rod, Ollier disease, limb lengthening

For citation: Gvozdev NS, Aranovich AM, Abdulloev AM, Popkov DA. Polysegmental distraction osteosynthesis in combination with a telescopic transphyseal rod for Ollier's disease. *Genij Ortopedii*. 2026;32(1):124-131. doi: 10.18019/1028-4427-2026-32-1-124-131.

ВВЕДЕНИЕ

Множественный энхондроматоз, или болезнь Олье, является редкой (один случай на 100 000) патологией скелета человека, характеризующейся наличием множественных энхондром или хрящевых масс в области метафизов и диафизов длинных и/или коротких трубчатых костей конечностей [1–4]. Лечения заболеваний, сопровождающихся низкими прочностными свойствами костей (болезнь Олье, несовершенный остеогенез, полиоссальная фиброзная дисплазия, метаболические остеопатии), является симптоматическим и направлен на устранение и профилактику появления критически важных для жизни деформаций костей, где интрамедуллярные телескопические конструкции являются ключевым элементом остеосинтеза [5–10]. В зарубежной и отечественной литературе описаны технологии армирования при одновременном использовании внешней фиксации [8–12]. Удлинение на ригидном стержне внешним фиксатором или его аналогах, практически полностью устраняет риск переломов после снятия аппарата внешней фиксации и существенно сокращает период реабилитации [13–16]. В детской ортопедии телескопические стержни, введенные трансфизарно при коррекции деформаций и фиксированные в проксимальном и дистальном эпифизах, обеспечивают армирование кости на всем протяжении в период роста [6, 16–18]. Уникальность представленного клинического случая обусловлена сочетанием одновременного удлинения бедра и голени поверх титанового телескопического стержня, установленного в бедренную и большеберцовую кость одновременно с выполнением внешнего остеосинтеза и остеотомий.

Цель работы — продемонстрировать этапы и результаты полисегментарного удлинения ребенка с болезнью Олье комбинированной методикой, сочетающей аппарат Илизарова и титановый телескопический стержень.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пациент с рентгенологически и генетически подтвержденной болезнью Олье, без сопутствующих соматических заболеваний в возрасте пяти лет впервые поступил на хирургическое лечение. До обращения в Центр Илизарова пациент не получал оперативного лечения. Укорочение бедра и голени нарастало в процессе роста ребенка и на момент госпитализации составляло 18 см.

Хондроматозные очаги располагались в области проксимальных и дистальных отделов бедренной и берцовых костей, затрагивая эпиметафизарные зоны и представляя собой утолщенные отделы костей с типичным нарушением минерализации и чередованием участком минерализации и рентгенпрозрачных включений (рис. 1). Функциональные ограничения отражались в снижении способности ходьбы, необходимости посторонней помощи и использовании обуви с большой компенсацией укорочения левой нижней конечности.

При изучении результатов лечения ребенка мы определили ключевые точки обследования: при поступлении, операция, этапы дистракции 10 дней, 30 дней, окончание дистракции, достижение сращения, период непосредственно после снятия аппарата внешней фиксации (АВФ), шесть месяцев от момента снятия АВФ и 12 месяцев от момента снятия АВФ. На каждом из них осуществляли рентгенографические исследования в прямой и боковой проекциях, клинический осмотр ребенка, измерение величины диастаза удлинения, а также изучали особенности формирования дистракционных регенератов, оценивали положение концов телескопического стержня, сопоставляли длины расхождения костных отломков и частей стержня.

Для телескопического армирования применяли Стержень интрамедуллярный телескопический, титановый (РУ № РЗН 2017/5875 от 10 июля 2017 года, входящий в набор имплантов и инструментов для их установления для детской ортопедии «Ортокид» (Orthokid), ТУ 9437-001-73747729-2014).

Этапы хирургической техники удлинения с телескопическим стержнем

Первоначально выполнили ретроградное трансфизарное армирование бедренной кости через медиальный парапателлярный доступ. После введения спицы-гида под контролем электронно-оптического преобразователя через вершину межмышечковой ямки по костномозговому каналу до уровня антекурвационной деформации в нижней трети бедренной кости через разрез кожи 1 см, выполнена остеотомия долотом на вершине деформации. Дальнейшее проведение спицы-гида произведено

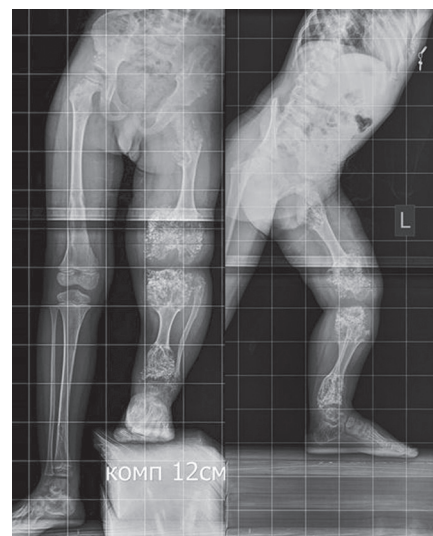


Рис. 1. Рентгенограммы нижних конечностей при поступлении

до проксимального отдела бедра. По спице произведено рассверливание канала канюлированным сверлом диаметром 5,7 мм из набора. Далее производили удаление спицы-гида и введение внутренней части телескопического стержня до зоны роста большого вертела Т-образной рукояткой. Последующее введение наружной (полой) части телескопического стержня диаметром 5,5 мм с погружением резьбовой части строго только в дистальный эпифиз. Отметим, что длина внешней части определялась во время операции и соответственно укорачивалась. Завершающим этапом на бедре было вкручивание внутренней части стержня в большой вертел таким образом, чтобы вся резьбовая часть оказалась проксимальнее его ростковой зоны. Выстоящая часть внутреннего элемента скусывалась насколько можно короче. Рана для остеотомии промывалась и послойно ушивалась.

Из того же парапателлярного доступа производилось антеградное введение спицы-гида под рентгеновским контролем со входом через межмышечковую зону по костно-мозговому каналу до уровня деформации в верхней трети большеберцовой кости. Остеотомия на вершине деформации выполнялась из доступа 1 см. Дополнительно в нижней трети голени через разрез кожи до 1 см выполнена остеотомия малоберцовой кости. Далее по спице-гиду производили рассверливание канала канюлированным сверлом диаметром 5,8 мм до дистального метафиза, введение внутренней части телескопического стержня до уровня непосредственно над дистальной зоной роста. Далее следовало введение соответственно укороченной внешней части диаметром 5,5 мм с вкручиванием резьбовой части канюлированной отверткой в проксимальный эпифиз большеберцовой кости, не заходя за линию зоны роста. Заключительным этапом размещения телескопического стержня большеберцовой кости было вкручивание резьбовой части в дистальный эпифиз таким образом, чтобы вся резьба оказалась дистальнее линии зоны роста. Скусывание выступающего отдела внутренней части выполняли непосредственно перед промыванием и послойным ушиванием парапателлярного доступа. Рентгеновский контроль целой конечности подтвердил корректное расположение телескопических стержней (рис. 2).

Спице-стержневого аппарат внешней фиксации, состоял из 2 кольцевых опор на голени, и кольцевой опоры в нижней трети бедра и сегментарной короткой дуги в верхней трети сегмента. В дистальной кольцевой опоре бедра и дистальной кольцевой опоре голени применяли лишь спицы диаметром 1,8 мм, проведенные на метафизарном уровне. В проксимальной дуге бедра применяли только стержни-шурупы диаметром 4,5 мм, введенные в проксимальный метафиз, а в проксимальной опоре голени — комбинация спиц и стержня-шурупа, расположенных также на метафизарном уровне (рис. 3). На уровне коленного сустава для соединения опор применяли шарнирные узлы.



Рис. 2. Рентгенограмма, выполненная в процессе оперативного вмешательства на этапе после остеотомий, установки интрамедуллярных стержней и до наложения аппарата внешней фиксации

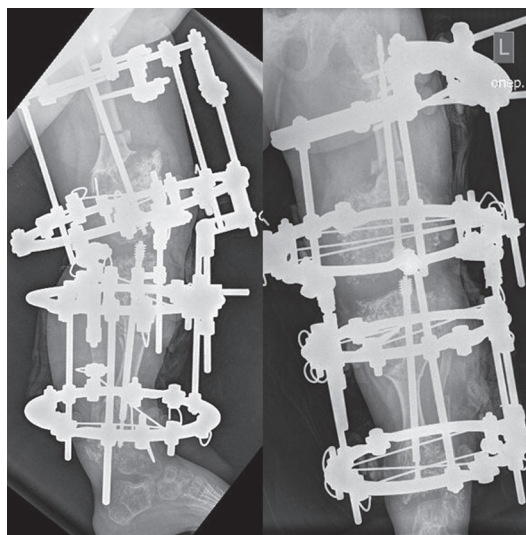


Рис. 3. Рентгенограммы, выполненные после завершения комбинированной остеосинтеза

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ближайший послеоперационный период протекал благополучно. Пациент вертикализирован на вторые сутки после операции с посторонней помощью. Через три дня после оперативного вмешательства была начата дистракция на уровне бедра и голени. Заданный исходно темп дистракции был 1 мм в сутки.

На снимке через 10 дней выявлено отсутствие расхождения отломков малоберцовой кости, что было расценено как преждевременная консолидация, что потребовало повторной остеотомии и проведения дополнительной спицы, фиксирующей проксимальный фрагмент малоберцовой кости (рис. 4). На последующих рентгенограммах расхождение костных фрагментов происходило благополучно (рис. 5). Структура дистракционного регенерата была представлена продольными тяжами с высокой степенью

минерализации, явно был выражен периостальный компонент формирующейся костной мозоли. Расхождение частей телескопических стержней происходило без какого-либо блокирования и, соответственно, без потери фиксации резьбовых участков в эпифизах и апофизе большого вертела.

В конце второго месяца удлинения, учитывая совокупное относительное удлинение более трети длины нижней конечности, дистракция была остановлена. Весь период дистракции пациент сохранял возможность перемещения с костылями с функциональной опорой на оперированную конечность.

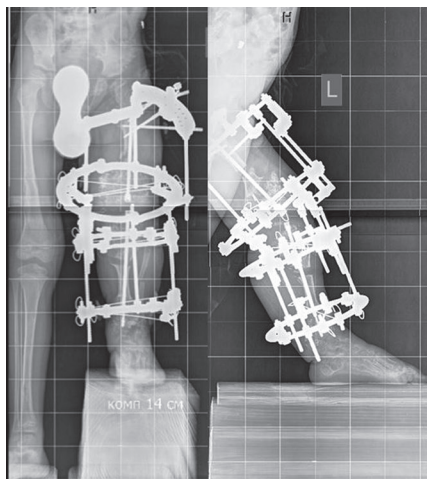


Рис. 4. Рентгенограммы на 10-ый день удлинения

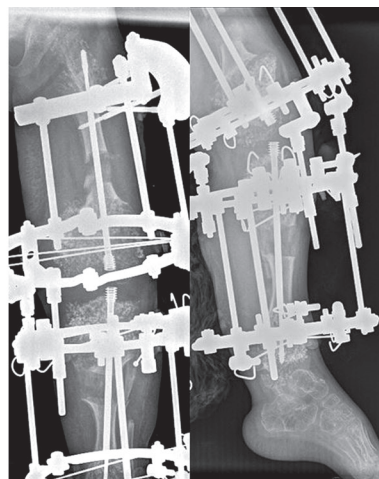
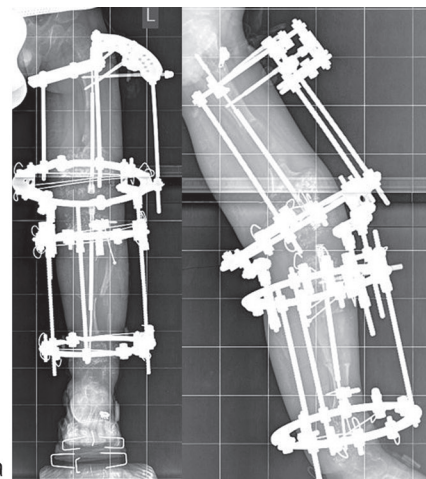


Рис. 5. Рентгенограммы в период дистракции: а — 30 дней дистракции, б — 60 дней дистракции



Период фиксации пациент провел по месту жительства. Контроль состояния пациента осуществлялся дистанционно, по переписке, с выполнением рентгенограмм каждые 30 дней. Костное сращение было констатировано по рентгенограммам через 30 дней фиксации (рис. 6). Однако явиться для снятия аппарата, учитывая отдаленное место проживания от Центра Илизарова, пациент смог лишь спустя определенный период.

Демонтаж аппарата произведен под общей анестезией, титановые телескопические стержни оставлены *in situ* (рис. 7). На рентгенограммах после снятия отмечена корректная позиция телескопических стержней, адекватное удлинению их расхождение и сохранение фиксации резьбовых частей в эпифизах и апофизе большого вертела. Наложена дисциплинирующая гипсовая лонгета на 10 дней. Вертикализация с нагрузкой на конечность была разрешена на первый день после операции.

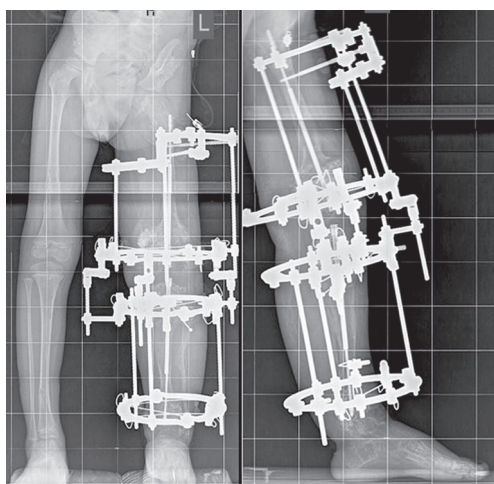


Рис. 6. Рентгенограммы нижней конечности, 30 дней периода фиксации



Рис. 7. Рентгенограммы после демонтажа АВФ

Контрольные осмотры производили через шесть и через 12 месяцев после демонтажа аппарата внешней фиксации. Отмечен продолжающийся рост удлиненных сегментов, отсутствие рецидива деформаций и корректное телескопирование титановых телескопических стержней, без блокирования расхождения и без протрузии в коленный или голеностопный суставы. Ремоделирование костной мозоли имело все признаки перестройки здоровой костной ткани без включения хондроматозных очагов в ее структуру (рис. 8).

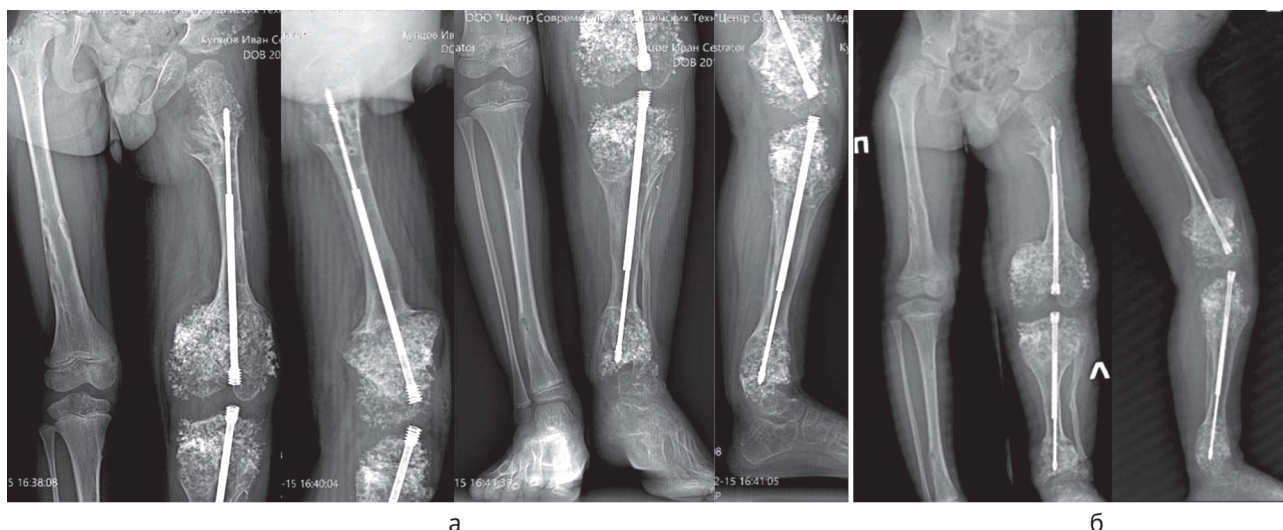


Рис. 8. Рентгенограммы через шесть месяцев (а) и 12 месяцев (б) после демонтажа аппарата Илизарова

В итоге, количественные параметры лечения составили:

- удлинение бедра 5,8 см, удлинение голени 5,6 см, что суммарно составило 24,5 % от исходной длины конечности,
- суммарный индекс внешней фиксации составил 12,02 дн/см,
- учитывая исход лечения, а также встретившееся осложнение, которое потребовало выполнения незапланированного вмешательства в период до демонтажа аппарата Илизарова, но не повлекшее ухудшения достигнутого результата, исход удлинения можно классифицировать как соответствующий степени IIa по классификации Lascombes [19].

ОБСУЖДЕНИЕ

Удлинение длинных трубчатых костей у детей при заболеваниях сопровождающихся низкими прочностными свойствами костей (болезнь Олье, несовершенный остеогенез, полиоссальная фиброзная дисплазия, метаболические остеопатии) нечасто применяется в хирургической практике, что обусловлено сложностью выполнения внешнего остеосинтеза, который должен долго оставаться на месте, что может оказаться невозможным при сниженных прочностных свойствах костной ткани [20–22].

С другой стороны, телескопическое трансфизарное армирование является методом выбора для механического укрепления длинных трубчатых костей при таких состояниях [7, 15, 16]. Сложностями при применении телескопических стержней являются случаи их нерасхождения, блокирования, потери фиксации резьбовых частей в эпифизах [22, 23].

Возможность комбинации интрамедуллярного армирования и внешней фиксации при коррекции деформаций у детей с несовершенным остеогенезом была показана: такая комбинация обеспечивает как механические преимущества, так и функциональные [5, 24, 25].

Дальнейшее развитие данного направления предполагалось в использовании комбинированной методики не только при коррекции деформаций, но и удлинении конечностей.

Данный клинический случай показал возможность такого подхода без ущерба для формирования дистракционного регенерата и сроков его созревания при больших величинах удлинения (полисегментарный дистракционный остеосинтез). Кроме того, клинический случай продемонстрировал безопасность применения титанового телескопического стержня как внутреннего фиксатора без риска его деформации и/или блокирования при ускоренном телескопировании даже в период дистракции. Хотя умозрительные сомнения в таком качестве стержня высказывались, обосновываясь на характере сплава изготовления.

Успех операций подобного объема зависит как от прецизионности самого вмешательства (корректного расположения телескопического стержня, минимизация кровопотери и травматичности за счет использования одного доступа для установки двух телескопических стержней, восстановление приемлемых анатомических взаимоотношений в оперированных сегментах), так и от обеспечения устойчивой фиксации аппаратом и опороспособности н/конечности для обеспечения ранней осевой нагрузки. Используя данный подход, нам удалось существенно укоротить срок аппаратного лечения необходи-

мого для удлинения 2х сегментов, предвосхитить осложнения в виде смещения костных отломков в послеоперационном периоде и появления рецидивов деформации в долгосрочном периоде при естественном росте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный клинический случай продемонстрировал возможность удлинения длинных трубчатых костей у пациентов с болезнью Олье аппаратом внешней фиксации с одновременным размещением трансфизарного титанового телескопического стержня. Исследование данного удлинения впервые показало, что «ускоренное» расхождение частей стержня в период дистракции не приводит к блокированию скольжения и, соответственно, к потере требуемой фиксации резьбовых частей в эпифизах. Кроме того, не обнаружено замедления формирования и созревания дистракционного регенерата. В период одного года после демонтажа аппарата Илизарова отмечалось продолжение роста удлинённых сегментов и расхождение частей телескопических стержней, что отражает сохранённую функцию продленного армирования конечностей и после реконструктивных вмешательств и при наличии трансфизарного армирования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Источник финансирования. Отсутствует.

Этическая экспертиза. Проведение данного исследования одобрено решением Этического комитета Центра Илизарова (протокол от 29.11.2024 № 1(76)).

Информированное согласие. Полномочные представители пациента дали письменное информированное согласие на оперативное вмешательство и обработку анонимизированных данных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Huvos AG. *Bone Tumors: diagnosis, treatment and prognosis*. 2 ed. Philadelphia: WB Saunders; 1991:253-293.
- Замилов М.М., Меньшиков К.В., Мусин Ш.И. и др. Клинический случай лечения вторичной хондросаркомы кости, развившейся на фоне болезни Олье. *Саркомы костей мягких тканей и опухоли кожи*. 2023;15(1):66-71. doi: 10.17650/2219-4614-2023-15-1-66-71.
- Kumar A, Jain VK, Bharadwaj M, Arya RK. Ollier Disease: Pathogenesis, Diagnosis, and Management. *Orthopedics*. 2015;38(6):e497-506. doi: 10.3928/01477447-20150603-58.
- Pannier S, Legeai-Mallet L. Hereditary multiple exostoses and enchondromatosis. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2008;22(1):45-54. doi: 10.1016/j.berh.2007.12.004.
- Popkov D, Dolganova T, Mingazov E, et al. Combined technique of titanium telescopic rods and external fixation in osteogenesis imperfecta patients: First 12 consecutive cases. *J Orthop*. 2020;22:316-325. doi: 10.1016/j.jor.2020.05.017.
- Fassier F. Fassier-Duval Telescopic System: How I Do It? *J Pediatr Orthop*. 2017;37(6 Suppl 2):S48-S51. doi: 10.1097/BPO.0000000000001024.
- Sułko J, Oberc A. Advantages and Complications Following Fassier-Duval Intramedullary Rodding in Children. Pilot Study. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2015;17(5):523-530. doi: 10.5604/15093492.1186830.
- Schiedel F, Elsner U, Goshager G, et al. Prophylactic titanium elastic nailing (TEN) following femoral lengthening (Lengthening then rodding) with one or two nails reduces the risk for secondary interventions after regenerate fractures: a cohort study in monolateral vs. bilateral lengthening procedures. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013;14:302. doi: 10.1186/1471-2474-14-302.
- Lampasi M, Launay F, Jouve JL, Bollini G. Femoral lengthening over elastic stable intramedullary nailing in children using the monolateral external fixator. *Chir Organi Mov*. 2009;93(2):57-64. doi: 10.1007/s12306-009-0032-4.
- Paley D, Herzenberg JE, Paremian G, Bhav A. Femoral lengthening over an intramedullary nail. A matched-case comparison with Ilizarov femoral lengthening. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79(10):1464-1480. doi: 10.2106/00004623-199710000-00003.
- Black SR, Kwon MS, Cherkashin AM, et al. Lengthening in Congenital Femoral Deficiency: A Comparison of Circular External Fixation and a Motorized Intramedullary Nail. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(17):1432-40. doi: 10.2106/JBJS.N.00932.
- Huser AJ, Hoellwarth JS, Coppa V, et al. Lengthening of the Lower Extremities of Children with Ollier's and Maffucci's Enchondromatosis Using Implantable Lengthening Nails. *Children (Basel)*. 2021;8(6):502. doi: 10.3390/children8060502.
- Horn J, Steen H, Huhnstock S, et al. Limb lengthening and deformity correction of congenital and acquired deformities in children using the Taylor Spatial Frame. *Acta Orthop*. 2017;88(3):334-340. doi: 10.1080/17453674.2017.1295706.
- Masci G, Palmacci O, Vitiello R, et al. Limb lengthening with PRECICE magnetic nail in pediatric patients: A systematic review. *World J Orthop*. 2021;12(8):575-583. doi: 10.5312/wjo.v12.i8.575.
- Popkov A, Aranovich A, Antonov A, et al. Lower limb lengthening and deformity correction in polyostotic fibrous dysplasia using external fixation and flexible intramedullary nailing. *J Orthop*. 2020;21:192-198. doi: 10.1016/j.jor.2020.03.014.
- Popkov D, Journeau P, Popkov A, et al. Ollier's disease limb lengthening: should intramedullary nailing be combined with circular external fixation? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(4):348-353. doi: 10.1016/j.otsr.2010.01.002.
- Fassier FR. Osteogenesis Imperfecta-Who Needs Rodding Surgery? *Curr Osteoporos Rep*. 2021;19(3):264-270. doi: 10.1007/s11914-021-00665-z.
- Wirth T. The orthopaedic management of long bone deformities in genetically and acquired generalized bone weakening conditions. *J Child Orthop*. 2019;13(1):12-21. doi: 10.1302/1863-2548.13.180184.
- Lascombes P, Popkov D, Huber H, et al. Classification of complications after progressive long bone lengthening: proposal for a new classification. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98(6):629-637. doi: 10.1016/j.otsr.2012.05.010.
- Ibrahim MA, Nik-Mohamed N, Munajat I, et al. Treatment of Malrotation and Limb Length Discrepancy in Osteogenesis Imperfecta Patients: Report of Two Cases. *Malays Orthop J*. 2022;16(1):112-114. doi: 10.5704/MOJ.2203.016.
- Sułko J, Radło W. Limb lengthening in children with osteogenesis imperfecta. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol*. 2005;70(4):243-247. (In Polish)
- Yong B, De Wouters S, Howard A. Complications of Elongating Intramedullary Rods in the Treatment of Lower Extremity Fractures for Osteogenesis Imperfecta: A Meta-Analysis of 594 Patients in 40 Years. *J Pediatr Orthop*. 2022;42(3):e301-e308. doi: 10.1097/BPO.0000000000002040.

23. Cox I, Al Mouazzen L, Bleibleh S, et al. Combined two-centre experience of single-entry telescopic rods identifies characteristic modes of failure. *Bone Joint J.* 2020;102-B(8):1048-1055. doi: 10.1302/0301-620X.102B8.BJJ-2020-0131.R1.
24. Popkov D. Use of flexible intramedullary nailing in combination with an external fixator for a postoperative defect and pseudarthrosis of femur in a girl with osteogenesis imperfecta type VIII: a case report. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2018;13(3):191-197. doi: 10.1007/s11751-018-0320-3.
25. Мингазов Э.Р., Гофман Ф.Ф., Попков А.В. и др. Первый опыт применения титанового телескопического стержня при коррекции деформаций конечностей у детей с несовершенным остеогенезом. *Гений ортопедии.* 2019;25(3):297-303. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-297-303.

Статья поступила 28.10.2025; одобрена после рецензирования 02.12.2025; принята к публикации 08.12.2025.

The article was submitted 28.10.2025; approved after reviewing 02.12.2025; accepted for publication 08.12.2025.

Информация об авторах:

Никита Сергеевич Гвоздев — кандидат медицинских наук, врач — травматолог-ортопед, заведующий отделением, gvozdev_n.s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3428-3742>;

Анна Майоровна Аранович — доктор медицинских наук, профессор, старший научный сотрудник, aranovich_anna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7806-7083>;

Авазбек Муроталиевич Абдуллоев — врач — травматолог-ортопед, asadiabdulloev@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-9957-2904>;

Дмитрий Арнольдович Попков — доктор медицинских наук, профессор РАН, Член-корр. Французской Академии медицинских наук, руководитель клиники, dpopkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8996-867X>.

Information about the authors:

Nikita S. Gvozdev — Candidate of Medical Sciences, orthopaedic surgeon, Head of the Department, gvozdev_n.s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3428-3742>;

Anna M. Aranovich — Doctor of Medical Sciences, Professor, senior researcher, aranovich_anna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7806-7083>;

Avazbek M. Abdulloev — orthopaedic surgeon, asadiabdulloev@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-9957-2904>;

Dmitry A. Popkov — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of the French Academy of Medical Sciences, Head of the Clinic, dpopkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8996-867X>.