

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto569364>

Особенности лечения переломов бедра у детей с тяжёлыми формами детского церебрального паралича

А.Д. Томов¹, Л.Ф. Габидуллина¹, Н.С. Шляпникова¹, Х.-М.Х. Хачубаров¹, Д.А. Попков^{1,2}¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия;² Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Г.А. Илизарова, Курган, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Повышенная частота встречаемости переломов у детей со спастическими параличами тяжёлой степени вследствие низкоэнергетической травмы связана со слабой минеральной плотностью кости, отсутствием адекватной вертикализации, приёмом противосудорожных препаратов. Наиболее частой локализацией переломов являются нижние конечности, в особенности бедренная кость. Повышенная частота травматизации на этом уровне коррелирует с высоким уровнем нарушения глобальных моторных функций — уровни IV–V по Gross Motor Function Classification System.

Описание клинического случая. Выполнено оперативное лечение перелома бедренной кости у ребёнка с детским церебральным параличом. Учитывая неэффективность репозиции ввиду спастичности приводящей и подвздошно-поясничной мышц, осуществлены одномоментная репозиция отломков, миотомия и остеосинтез. Также в статье рассмотрено лечение переломов ещё у 3 детей с детским церебральным параличом. Результаты оценивали в период не менее 6 месяцев после окончания лечения. Оперативное лечение является предпочтительным, обеспечивая достаточную стабилизацию перелома, снижение времени гипсовой иммобилизации и вероятность связанных с ней рисков, предотвращение замедленной консолидации и несращения.

Заключение. Эластичное интрамедуллярное армирование, используемое при лечении переломов на фоне остеопении, является методом профилактики повторных переломов в отдалённом периоде либо предотвращения значимого смещения отломков.

Ключевые слова: детский церебральный паралич; перелом бедра; остеопороз; качество жизни.

Как цитировать:

Томов А.Д., Габидуллина Л.Ф., Шляпникова Н.С., Хачубаров Х.-М.Х., Попков Д.А. Особенности лечения переломов бедра у детей с тяжёлыми формами детского церебрального паралича // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 4. С. 457–466. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto569364>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto569364>

Features of treatment of hip fractures in children with severe forms of cerebral palsy

Akhmed D. Tomov¹, Lilia F. Gabidullina¹, Natalya S. Shlyapnikova¹,
Has-Magomed H. Hachubarov¹, Dmitriy A. Popkov^{1,2}

¹ Priorov Central Institute for Trauma and Orthopedics, Moscow, Russia;

² Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The increased incidence of fractures in children with severe spastic paralysis due to low-energy trauma is associated with poor bone mineral density, lack of adequate verticalization, and use of antiepileptic drugs. The most frequent localization of fractures is the lower extremities, especially the femur. The increased frequency of traumatization at this level correlates with a high level of impairment of global motor functions — levels IV–V according to the Gross Motor Function Classification System.

CLINICAL CASE DESCRIPTION: Surgical treatment of a femur fracture in a child with cerebral palsy was performed. Given the ineffectiveness of repositioning due to spasticity of the adductor and iliopsoas muscles, one-stage repositioning of the fragments, myotomy and osteosynthesis were performed. Treatment of fractures in 3 more children with cerebral palsy was also described in the article. The results were evaluated at least 6 months after the end of treatment. Surgical treatment is preferable, providing sufficient stabilization of the fracture, reducing the time of plaster immobilization and the probability of associated risks, as well as preventing delayed consolidation and nonunions.

CONCLUSION: Elastic intramedullary reinforcement used in the treatment of osteopenic fractures is a method of preventing fracture recurrence in the distant period or preventing significant fragment displacement.

Keywords: cerebral palsy; hip fracture; osteoporosis; quality of life.

To cite this article:

Tomov AD, Gabidullina LF, Shlyapnikova NS, Hachubarov H-MH, Popkov DA. Features of treatment of hip fractures in children with severe forms of cerebral palsy. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(4):457–466. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto569364>

Received: 13.09.2023

Accepted: 24.10.2023

Published: 22.12.2023

ОБОСНОВАНИЕ

Двигательные расстройства различной степени при детском церебральном параличе (ДЦП) сочетаются со многими другими патологическими состояниями. В ряде исследований отмечается повышенная частота встречаемости переломов у детей со спастическими параличами тяжёлой степени вследствие низкоэнергетической травмы [1–3]. Наиболее частой локализацией являются нижние конечности, в особенности бедренная кость [4, 5]. Надмыщелковые переломы с угловым смещением в сагиттальной плоскости (антекурвационной деформацией) обычно наблюдаются у детей при падении и/или перемещении с кресла-каталки [5, 6]. Другими видами переломов являются винтообразные диафизарные переломы и переломы на границе пластин, установленных при реконструкции тазобедренного сустава [5, 7, 8]. Повышенная частота переломов коррелирует с высоким уровнем нарушения глобальных моторных функций — уровни IV–V по Gross Motor Function Classification System (GMFCS) [1, 9]. I функциональному уровню соответствуют практически здоровые дети с хорошим двигательным потенциалом. II уровню — дети с ограничением ходьбы на длинные расстояния, которые не могут ходить по лестнице самостоятельно. III уровню — дети с низкой двигательной активностью, нуждающиеся в технических средствах реабилитации либо помощи окружающих даже для короткого передвижения. IV уровень — дети не ходят, могут сделать несколько шагов с посторонней помощью, передвигаются на коляске, но могут сидеть. И V уровень по GMFCS — это дети, у которых отсутствуют какие-либо навыки передвижения, самостоятельного сидения и вертикализации. Показаниями к ортопедическому лечению детей с IV и V уровнями являются: коррекция тяжёлых контрактур суставов конечностей, облегчение гигиенического ухода, профилактика и лечение болевого синдрома при формировании вывиха, возвращение возможности пассивной вертикализации ребёнка и проведение пострурального менеджмента. Важным предрасполагающим фактором, который коррелирует с повышенной встречаемостью переломов у детей с ДЦП, является низкая минеральная плотность костной ткани (исследованная с помощью двухфотонной абсорбционной денситометрии) [10, 11]. Другим фактором является эпилепсия, которая в целом сочетается с высоким риском переломов [12]. Кроме того, приём противоэпилептических препаратов коррелирует со снижением минеральной плотности скелета, механизмы чего пока дискутируются [1, 13]. Отмечается также предрасполагающее влияние деформаций и контрактур коленного и тазобедренного суставов на возникновение патологических переломов у детей с тяжёлыми формами ДЦП [3].

Что касается лечения переломов, то мнения исследователей остаются противоречивыми. Консервативное лечение требует длительной иммобилизации (в среднем 7 недель) в тазобедренной повязке, что сопровождается сложностями

ухода за пациентами, длительным нарушением реабилитационной программы, рисками трофических расстройств, несращений [4, 14]. Консервативное лечение рекомендуется при надмыщелковых переломах [5]. Оперативное лечение с применением внутренней фиксации позволяет сократить дополнительную иммобилизацию до 3 недель или избежать её, а также всех недостатков гипсовой повязки, снизить риск несращений [4, 5, 15]. Применение эластичного армирования без запрограммированного в последующем удаления интрамедуллярных стержней позволяет достичь не только костного сращения, но и в некоторых ситуациях коррекции положения сегментов конечности и/или предшествующих деформаций [15, 16].

Целью данной работы стали ретроспективный анализ собственных результатов лечения детей с переломами бедра на фоне тяжёлых форм ДЦП и сопоставление их с литературными данными.

МЕТОДОЛОГИЯ

Нами отобрана группа пациентов с ДЦП, которые были пролечены авторами данной статьи в период 2017–2021 гг. по поводу переломов бедренной кости.

Критериями включения явились диагноз ДЦП, локализация перелома на уровне бедра, в случае наличия в анамнезе выполнения какого-либо реконструктивного лечения включение в группу осуществлялось при условии не менее 1 года после операции и костного сращения и ремоделирования области остеотомии, констатированных в процессе предшествующих наблюдений. Критериями исключения были переломы бедренной кости при других заболеваниях (миеломенингоцеле, миопатии) либо переломы с периодом менее 12 месяцев после реконструктивной операции или вторичные смещения костных фрагментов в послеоперационном периоде. Изучались тип лечения (консервативное или оперативное), вид оперативных вмешательств, сроки иммобилизации и наступления костного сращения, встретившиеся осложнения, их лечение и исходы. Среди прочих параметров учитывались возраст пациента, уровень двигательных расстройств по шкале GMFCS, индекс массы тела, наличие у пациента эпилепсии и приём им противоэпилептических препаратов. Результаты оценивали в период не менее 6 месяцев после окончания лечения. Полученные количественные данные подвергали статистической обработке с использованием программ AtteStat 12.0.5. Статистическое исследование включало описательную статистику: средние значения (M) и стандартное отклонение (SD).

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ СЛУЧАЕВ

Пример 1. Лечение надмыщелкового перелома бедренной кости гипсовой лонгетой

Ребёнок с ДЦП, IV уровень по GMFCS. Получает терапию по поводу эпилепсии, ремиссия более 2 лет. Индекс



Рис. 1. Лечение надмыщелкового перелома у ребёнка с детским церебральным параличом, IV уровень по GMFCS: *a, b* — перелом бедренной кости; *c, d* — рентгенограмма через 6 недель.

Fig. 1. Treatment of a supracondylar fracture in a child with cerebral palsy, level IV according to GMFCS: *a, b* — fracture of the femur; *c, d* — radiograph after 6 weeks.

массы тела 13,2 кг/м². Выполнено реконструктивное вмешательство по поводу вывиха бедра. В раннем послеоперационном периоде (через неделю после снятия гипса) на лечебной физкультуре (ЛФК) произошёл надмыщелковый перелом бедренной кости. На рентгенограмме угол смещения незначительный. Выполнена гипсовая иммобилизация. Сращение через 6 недель (рис. 1).

Пример 2

Ребёнок, 10 лет, ДЦП, IV уровень по GMFCS. Ремиссия эпилепсии длительностью 3,5 года, продолжает принимать противосудорожные препараты. Перелом произошёл во время ЛФК. На рентгенограмме косяк винтообразный перелом диафиза бедренной кости

со смещением. Первичная попытка лечения путём закрытой репозиции и гипсовой иммобилизации. На контрольной рентгенограмме выраженное смещение отломков. В процессе хирургического лечения репозиция отломков не удавалась из-за выраженной ретракции подвздошно-поясничной мышцы и длинной приводящей. Выполнено хирургическое лечение: тенотомия подвздошно-поясничной мышцы справа и удлинение сгибателей коленного сустава для правильного позиционирования ребёнка, коррекции сгибательной контрактуры коленного сустава и одномоментное устранение смещения, металлоостеосинтез эластичными тенами. На контрольной рентгенограмме положение отломков удовлетворительное. Через 12 месяцев полная консолидация в зоне перелома (рис. 2).



Рис. 2. Пример лечения винтообразного диафизарного перелома у пациента 10 лет, рентгенограммы: *a* — перелом с выраженным смещением; *b* — иммобилизация гипсовой повязкой, отсутствие коррекции смещения; *c* — выполнение интрамедуллярного эластичного армирования; *d* — через 12 месяцев после операции.

Fig. 2. An example of treatment of a helical diaphyseal fracture in a 10-year-old patient, radiographs: *a* — fracture with pronounced displacement; *b* — immobilization with a plaster cast, no correction of displacement; *c* — performing intramedullary elastic reinforcement; *d* — 12 months after surgery.

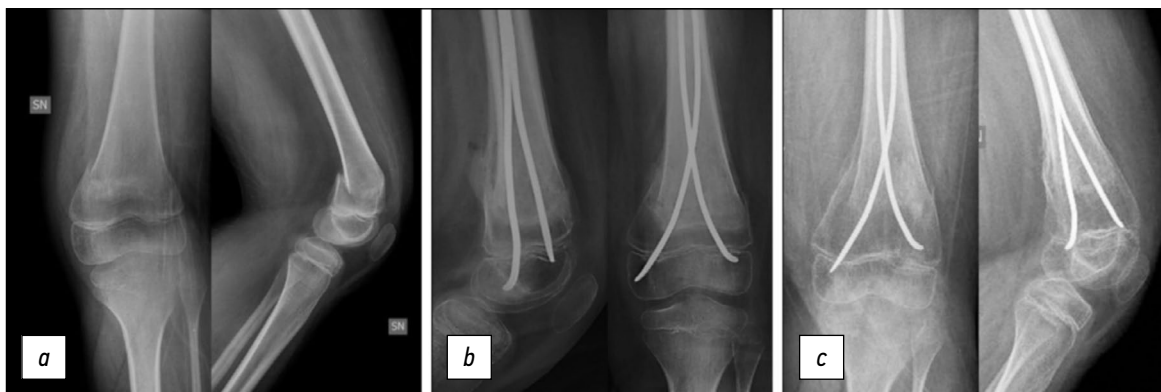


Рис. 3. Пациент А., 11 лет. Закрытый надмыщелковый перелом бедренной кости, рентгенограммы бедра: *a* — перелом; *b* — 4 недели после операции, стержни введены антеградно до дистального эпифиза; *c* — через полтора года после операции: видно возобновление роста кости, ремоделирование костной мозоли.

Fig. 3. Patient A., 11 years old. Closed supracondylar fracture of the femur, radiographs of the femur: *a* — fracture; *b* — 4 weeks after surgery, rods were inserted antegrade to the distal epiphysis; *c* — one and a half years after surgery: resumption of bone growth and callus remodeling are visible.

Пример 3

Ребёнок, 11 лет, ДЦП, IV уровень по GMFCS. Эпилепсии в анамнезе нет. Во время ЛФК произошёл перелом дистального отдела бедренной кости с выраженным угловым смещением. Учитывая высокие риски формирования сгибательной контрактуры, выполнено оперативное лечение: закрытая репозиция перелома, остеосинтез эластичными титановыми стержнями. Гипсовая иммобилизация на 3 недели с последующим удалением и началом разработки. Через 18 месяцев видны полная перестройка зоны перелома и сохранение оси конечности (рис. 3).

Пример 4

Ребёнок, 8 лет, IV уровень по GMFCS, оперирована по поводу вывиха правого тазобедренного сустава. Индекс массы тела варьировал от 16,8 кг/м². Ремиссия по эпилепсии 2,5 года. Терапию отменили. Во время вертикализации ребёнок упал на пол с небольшой высоты.

На рентгенограмме перелом бедренной кости на границе накостной пластины. Учитывая нестабильное положение отломков, неполную консолидацию в области остеотомии, нами был предложен оригинальный способ остеосинтеза: дистальный винт удалён, ретроградно выполнен остеосинтез эластичными титановыми стержнями до проксимального винта, концы стержней были ориентированы для поддержания оси бедра. Иммобилизация гипсовой повязкой на 4 недели позволила достичь консолидации и сращения перелома без потери коррекции (рис. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Лечение переломов у детей, страдающих спастическим параличом, является проблемой, требующей комплексного лечения. Кроме точной репозиции, остеосинтеза погружными титановыми эластичными стержнями, в ряде случаев требуется одномоментное выполнение

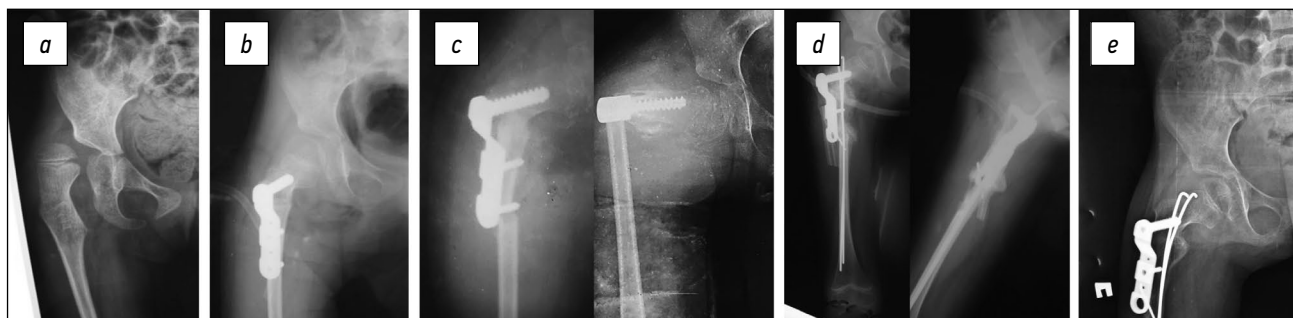


Рис. 4. Перелом на границе накостной пластины у девочки 8 лет, рентгенограммы: *a* — перед реконструктивной операцией; *b* — после деротационно-варизирующей остеотомии; *c* — перелом бедра через 8 месяцев после операции; *d* — введение эластичных стержней для репозиции и фиксации перелома; *e* — через 1 год: костное сращение и ремоделирование, результат реконструктивного вмешательства также сохраняется.

Fig. 4. Fracture at the border of the bone plate in an 8-year-old girl, radiographs: *a* — before reconstructive surgery; *b* — after derotational-variation osteotomy; *c* — hip fracture 8 months after surgery; *d* — insertion of elastic rods for repositioning and fixation of the fracture; *e* — after 1 year: bone fusion and remodeling, the result of reconstructive intervention is also preserved.

миопластики для возможности правильной репозиции и снижения тракционных мышечных усилий. При уровнях нарушений глобальных моторных функций I–III по GMFCS частота встречаемости и локализация переломов не отличаются от таковых у здоровых сверстников, при этом характерны переломы верхней конечности [1, 9]. Отмечено, что с возрастом в группе детей, способных к самостоятельному передвижению, частота переломов данной локализации снижается [2].

Совершенно по-иному выглядит ситуация для детей с уровнями нарушения IV–V по GMFCS, которые и являются объектами данного исследования. Риски переломов возрастают в 2,9–5,6 раза, особенно в периоды интенсивного роста, критичные для формирования скелета [17], в сравнении со здоровой популяцией. Уровни IV–V являются факторами, значительно повышающими риски переломов, в сравнении с уровнями I–III по GMFCS [9].

Linton с соавт. [1] приводят отношение рисков перелома 1,29 для детей с уровнем IV и 1,89 с уровнем V по сравнению с детьми с уровнем I по GMFCS.

Повышение частоты переломов у детей с тяжёлыми формами ДЦП объясняется остеопенией, когда средняя Z-оценка может опускаться до -3,45 [11, 18]. Silva с соавт. [5] наблюдали остеопению у 86% детей данной категории, у которых произошёл перелом.

Общепризнано, что наиболее часто при тяжёлых формах ДЦП у детей происходят переломы бедра — надмыщелковые или винтообразные диафизарные [1, 4, 5, 9]. В публикации Kannikeswaran с соавт. [3] отмечено, что среди переломов в данной популяции 2/3 приходится на нижние конечности и среди них 44% составляют переломы дистального отдела бедренной кости. Whitney с соавт. [17] не отмечают доминирующего влияния возраста ребёнка на встречаемость переломов при тяжёлых формах ДЦП. Такие переломы в 67–99% случаев являются результатом низкоэнергетической травмы [1, 3, 4]. Обстоятельствами травмы являются падение ребёнка или только конечности в момент перемещения из кровати на кресло-каталку или наоборот, пассивный разворот туловища при фиксированной конечности, в ряде случаев (вплоть до 48%) механизм травмы остаётся неясным [1, 5].

Важными моментами, предрасполагающими к увеличению риска переломов, являются эпилепсия и приём противосудорожных препаратов [1, 9]. Наличие у ребёнка с IV–V уровнем двигательных расстройств эпилепсии увеличивает частоту наступления переломов в 7 раз [1]. При этом наблюдаются два возрастных периода повышения травматизма — до 2 и после 8 лет.

Пациенты, которые вошли в наше исследование, относятся к группе риска по переломам: уровень IV–V по GMFCS, эпилепсия как коморбидное состояние, низкоэнергетическое воздействие, приведшее к перелому с типичной локализацией.

Среди методов лечения преимущество отдаётся оперативным методам. Persiani с соавт. [4] указывают

на приоритет оперативного лечения с точки зрения предотвращения несращений и ложных суставов при переломах дистального отдела бедра, скорейшего восстановления функциональных (пассивных и активных) возможностей ребёнка, предотвращения пролежней. Ранняя активизация пациента важна и для предотвращения соматических осложнений [20]. Тем не менее Silva с соавт. [5] высказываются о показаниях к консервативному лечению надмыщелковых переломов и оперативному — диафизарных. Особенностью остеосинтеза при переломах у детей с тяжёлыми неврологическими состояниями, миопатиями является применение титановых эластичных стержней, удаление которых не программируется, и они служат армированием кости, предрасположенной к повторным переломам, и в отдалённом периоде [15, 16].

Наша небольшая серия позволила выявить и подтвердить несовершенство гипсовой повязки при лечении винтообразных диафизарных переломов бедра. Методы стабилизации положения интрамедуллярным армированием позволили достичь требуемой фиксации костных фрагментов при коротком периоде дополнительной гипсовой иммобилизации. Тем не менее положительный исход лечения надмыщелковых переломов консервативными методами может быть достигнут при условии обеспечения профилактики пролежней и осложнений, связанных с длительным периодом ношения гипсовой повязки.

Отдельным типом перелома бедра является перелом после ранее выполненной реконструктивной операции, когда происходит концентрация механических стрессовых усилий на границе с пластиной вследствие значительной разницы коэффициентов эластичности костной ткани и металла [7, 8]. Об актуальности проблемы свидетельствуют данные Silva с соавт. [5] о том, что среди всех переломов бедра у детей с тяжёлыми формами ДЦП переломы при наличии пластины составляют до 25%.

Во всех этих случаях рекомендуется выполнение оперативного лечения, заключающегося в удалении ранее наложенной пластины и выполнении нового остеосинтеза [5, 7, 8]. Наш подход подразумевает более щадящее решение проблемы с меньшей операционной травматизацией и выполнением армирования кости на её протяжении для профилактики повторных переломов или как минимум предотвращения значимого смещения костных фрагментов при повторных переломах.

В конце обсуждения уделим немного внимания способам профилактики переломов бедра у детей с ДЦП IV–V уровней по GMFCS.

Повышению минеральной плотности скелета, снижению остеопении у детей с тяжёлыми формами ДЦП способствует назначение бисфосфонатов. Granild-Jensen с соавт. сообщают о повышении до 0,8 SD Z-оценки при применении золендроновой кислоты в сравнении с группой плацебо [11]. Метаанализ литературы демонстрирует,

что подобный эффект наблюдали многие исследователи [21]. Однако публикации о непосредственном влиянии повышения минеральной плотности кости на снижение частоты переломов у детей с ДЦП IV–V уровней по GMFCS отсутствуют.

Осевая нагрузка, пассивная вертикализация, активизация пациентов благоприятно влияют на повышение минеральной плотности костной ткани [22], в том числе в послеоперационном периоде, снижая частоту переломов, в то время как длительная иммобилизация без ранней осевой нагрузки повышает частоту патологических переломов на фоне вторичной остеопении в послеоперационном периоде до 10–29% [23, 24]. Ранняя вертикализация и мобилизация позволяют снизить частоту таких осложнений до 0,67–4% [25, 26]. В нашем собственном исследовании, когда пациентам производили реконструкции тазобедренных суставов в рамках многоуровневых вмешательств, сочетающихся с ранней мобилизацией и вертикализацией, данное осложнение составило 4,1% [27].

Мнения о профилактическом плановом удалении пластин после деротационно-варизирующих остеотомий противоречивы. Silva с соавт. объясняют необходимость удаления пластин профилактикой переломов бедра на границе с имплантатом [5]. С другой стороны, исследования Tgiong с соавт. [7] показали отсутствие значимых различий исходов между группой пациентов, которым пластины удаляли планово, и группой удаления пластин при наступлении осложнений, что поддерживает мнение об отсутствии необходимости планового удаления пластин. Статистические расчёты на основе их исследования продемонстрировали, что при удалении пластин лишь в одном из 25 случаев предотвращается потенциальное осложнение, связанное с имплантатами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Факторами, предрасполагающими к переломам, у детей с ДЦП являются остеопения, уровень нарушения глобальных моторных функций IV–V по GMFCS, эпилепсия, приём противоэпилептических препаратов.

Оперативное лечение является предпочтительным, обеспечивая достаточную стабилизацию перелома, снижение времени гипсовой иммобилизации и вероятность связанных с ней рисков, предотвращение замедленной консолидации и несращений.

Эластичное интрамедуллярное армирование, используемое при лечении переломов на фоне остеопении, является методом профилактики повтора переломов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Linton G., Häggglund G., Czuba T., Alriksson-Schmidt A.I. Epidemiology of fractures in children with cerebral palsy: a Swedish

в отдалённом периоде либо предотвращения значимого смещения отломков. Основные требования к остеосинтезу следующие:

- титановый сплав для возможности проведения МРТ-исследования;
- внутрикостное проведение, что исключает необходимость повторного оперативного вмешательства для удаления и создаёт эффект армирования кости.

Ранняя вертикализация и мобилизация пациентов после реконструктивных операций на тазобедренном суставе снижают риски переломов, связанных с имплантатами. В случае же наступления таких переломов предложенный нами способ оперативного вмешательства с применением эластичного армирования позволяет добиться репозиции и фиксации костных фрагментов, а также уменьшает тяжесть операции, исключая удаление/замену накостного имплантата.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных и фотографий.

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

population-based registry study // BMC Musculoskelet Disord. 2022. Vol. 23, № 1. P. 862. doi: 10.1186/s12891-022-05813-9

2. Whitney D.G. 5-year fracture risk among children with cerebral palsy // *Pediatr Res.* 2023. Vol. 93, № 4. P. 996–1002. doi: 10.1038/s41390-022-02207-4
3. Kannikeswaran S., French Z.P., Walsh K., Swallow J., Caird M.S., Whitney D.G. Fracture characteristics by age, sex, and ambulatory status among individuals with cerebral palsy: a descriptive study // *Disabil Rehabil.* 2022. Vol. 44, № 17. P. 4806–4812. doi: 10.1080/09638288.2021.1921860
4. Persiani P., Murgia M., Ranaldi F.M., Mazza O., Mariani M., Crostelli M., Villani C. The treatment of femoral fractures in children with cerebral palsy // *Clin Ter.* 2018. Vol. 169, № 1. P. e18–e22. doi: 10.7417/T.2018.2049
5. Silva L.C.A., Asma A., Uslualoglu A.C., Rogers K.J., Bowen J.R., Howard J.J., Shrader M.W., Miller F. Closed displaced femur fractures in children with nonambulatory cerebral palsy // *J Pediatr Orthop B.* 2022. Vol. 32, № 5. P. 452–460. doi: 10.1097/BPB.0000000000001048
6. Gray B., Hsu J.D., Furumasu J. Fractures caused by falling from a wheelchair in patients with neuromuscular disease // *Dev Med Child Neurol.* 1992. Vol. 34, № 7. P. 589–92. doi: 10.1111/j.1469-8749.1992.tb11489.x
7. Truong W.H., Novotny S.A., Novacheck T.F., Shin E.J., Howard A., Narayanan U.G. Should Proximal Femoral Implants be Removed Prophylactically or Reactively in Children With Cerebral Palsy? // *J Pediatr Orthop.* 2019. Vol. 39, № 8. P. e629–e635. doi: 10.1097/BPO.0000000000001082
8. Chung M.K., Kwon S.S., Cho B.C., Lee G.W., Kim J., Moon S.J., Lee J.W., Chung C.Y., Sung K.H., Lee K.M., Park M.S. Incidence and risk factors of hardware-related complications after proximal femoral osteotomy in children and adolescents // *J Pediatr Orthop B.* 2018. Vol. 27, № 3. P. 264–270. doi: 10.1097/BPB.0000000000000448
9. Granild-Jensen J.B., Pedersen A.B., Kristiansen E.B., Langdahl B., Møller-Madsen B., Søndergaard C., Farholt S., Vestergaard E.T., Rackauskaite G. Fracture Rates in Children with Cerebral Palsy: A Danish, Nationwide Register-Based Study // *Clin Epidemiol.* 2022. Vol. 14. P. 1405–1414. doi: 10.2147/CLEP.S381343
10. Henderson R.C., Berglund L.M., May R., Zemel B.S., Grossberg R.I., Johnson J., Plotkin H., Stevenson R.D., Szalay E., Wong B., Kecskemethy H.H., Harcke H.T. The relationship between fractures and DXA measures of BMD in the distal femur of children and adolescents with cerebral palsy or muscular dystrophy // *J Bone Miner Res.* 2010. Vol. 25, № 3. P. 520–6. doi: 10.1359/jbmr.091007
11. Granild-Jensen J.B., Møller-Madsen B., Rackauskaite G., Farholt S., Søndergaard C., Sørensen T.H., Vestergaard E.T., Langdahl B.L. Zoledronate increases bone mineral density in non-ambulant children with cerebral palsy: A randomized, controlled trial // *J Clin Endocrinol Metab.* 2023. Vol. 108, № 11. P. 2840–2851. doi: 10.1210/clinem/dgad299
12. Vestergaard P. Epilepsy, osteoporosis and fracture risk — a meta-analysis // *Acta Neurol Scand.* 2005. Vol. 112, № 5. P. 277–86. doi: 10.1111/j.1600-0404.2005.00474.x
13. Presedo A., Dabney K.W., Miller F. Fractures in patients with cerebral palsy // *J Pediatr Orthop.* 2007. Vol. 27, № 2. P. 147–153. doi: 10.1097/BPO.0b013e3180317403
14. Granata C., Giannini S., Villa D., Bonfiglioli Stagni S., Merlini L. Fractures in myopathies // *Chir Organi Mov.* 1991. Vol. 76, № 1. P. 39–45.
15. Huber H., André G., Rumeau F., Journeau P., Haumont T., Lascombes P. Flexible intramedullary nailing for distal femoral fractures in patients with myopathies // *J Child Orthop.* 2012. Vol. 6, № 2. P. 119–23. doi: 10.1007/s11832-012-0399-x
16. Lascombes P. Flexible intramedullary nailing in children: the Nancy University manual. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010.
17. Whitney D.G., Hurvitz E.A., Caird M.S. Critical periods of bone health across the lifespan for individuals with cerebral palsy: Informing clinical guidelines for fracture prevention and monitoring // *Bone.* 2021. Vol. 150. P. 116009. doi: 10.1016/j.bone.2021.116009
18. Paksu M.S., Vurucu S., Karaoglu A., et al. Osteopenia in children with cerebral palsy can be treated with oral alendronate // *Childs Nerv Syst.* 2012. Vol. 28, № 2. P. 283–286. doi: 10.1007/s00381-011-1576-9
19. Sees J.P., Sitoula P., Dabney K., et al. Pamidronate treatment to prevent reoccurring fractures in children with cerebral palsy // *J Pediatr Orthop.* 2016. Vol. 36, № 2. P. 193–197. doi: 10.1097/BPO.0000000000000421
20. Whitney D.G., Xu T., Berri M. Post-fracture pneumonia risk and association with health and survival outcomes for adults with cerebral palsy: A retrospective cohort study // *Bone.* 2022. Vol. 159. P. 116390. doi: 10.1016/j.bone.2022.116390
21. Granild-Jensen J.B., Pedersen L.K., Langdahl B., Starup-Linde J., Rackauskaite G., Farholt S., Søndergaard C., Vestergaard E.T., Møller-Madsen B. Cerebral palsy and bisphosphonates — and what can be learned from other types of secondary osteoporosis in children: A scoping review // *Acta Paediatr.* 2023. Vol. 112, № 4. P. 617–629. doi: 10.1111/apa.16671
22. Barbier V., Goëb V., Klein C., Fritot S., Mentaverri R., Sobhy Danial J., Fardellone P., Le Monnier L. Effect of standing frames used in real life on bone remodeling in non-walking children with cerebral palsy // *Osteoporos Int.* 2022. Vol. 33, № 9. P. 2019–2025. doi: 10.1007/s00198-022-06436-5
23. Sturm P.F., Alman B.A., Christie B.L. Femur fractures in institutionalized patients after hip spica immobilization // *J Pediatr Orthop.* 1993. Vol. 13, № 2. P. 246–248.
24. Mubarak S.J., Valencia F.G., Wenger D.R. One-stage correction of the spastic dislocated hip. Use of pericapsular acetabuloplasty to improve coverage // *J Bone Joint Surg Am.* 1992. Vol. 74, № 9. P. 1347–1357.
25. Miller F., Girardi H., Lipton G., et al. Reconstruction of the dysplastic spastic hip with peri-iliac pelvic and femoral osteotomy followed by immediate mobilization // *J Pediatr Orthop.* 1997. Vol. 17, № 5. P. 592–602. doi: 10.1097/00004694-199709000-00005
26. Amen J., Perkins O., Kafchitsas K., Reed D., Norman-Taylor F., Kokkinakis M. Bony hip reconstruction for displaced hips in patients with cerebral palsy: Is postoperative immobilization indicated? // *J Child Orthop.* 2023. Vol. 17, № 3. P. 268–275. doi: 10.1177/18632521231164983
27. Попков Д.А., Чибиров Г.М., Томов А.Д. Реконструктивные вмешательства при вывихе бедра у детей с церебральным параличом // *Гений ортопедии.* 2021. Т. 27, № 4. С. 481–486. doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-4-481-486

REFERENCES

1. Linton G, Hägglund G, Czuba T, Aliksson-Schmidt AI. Epidemiology of fractures in children with cerebral palsy: a Swedish population-based registry study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23(1):862. doi: 10.1186/s12891-022-05813-9
2. Whitney DG. 5-year fracture risk among children with cerebral palsy. *Pediatr Res*. 2023;93(4):996–1002. doi: 10.1038/s41390-022-02207-4
3. Kannikeswaran S, French ZP, Walsh K, Swallow J, Caird MS, Whitney DG. Fracture characteristics by age, sex, and ambulatory status among individuals with cerebral palsy: a descriptive study. *Disabil Rehabil*. 2022;44(17):4806–4812. doi: 10.1080/09638288.2021.1921860
4. Persiani P, Murgia M, Ranaldi FM, Mazza O, Mariani M, Crostelli M, Villani C. The treatment of femoral fractures in children with cerebral palsy. *Clin Ter*. 2018;169(1):e18–e22. doi: 10.7417/T.2018.2049
5. Silva LCA, Asma A, Uslualoglu AC, Rogers KJ, Bowen JR, Howard JJ, Shrader MW, Miller F. Closed displaced femur fractures in children with nonambulatory cerebral palsy. *J Pediatr Orthop B*. 2022;32(5):452–460. doi: 10.1097/BPB.0000000000001048
6. Gray B, Hsu JD, Furumasu J. Fractures caused by falling from a wheelchair in patients with neuromuscular disease. *Dev Med Child Neurol*. 1992;34(7):589–92. doi: 10.1111/j.1469-8749.1992.tb11489.x
7. Truong WH, Novotny SA, Novacheck TF, Shin EJ, Howard A, Narayanan UG. Should Proximal Femoral Implants be Removed Prophylactically or Reactively in Children With Cerebral Palsy? *J Pediatr Orthop*. 2019;39(8):e629–e635. doi: 10.1097/BPO.0000000000001082
8. Chung MK, Kwon SS, Cho BC, Lee GW, Kim J, Moon SJ, Lee JW, Chung CY, Sung KH, Lee KM, Park MS. Incidence and risk factors of hardware-related complications after proximal femoral osteotomy in children and adolescents. *J Pediatr Orthop B*. 2018;27(3):264–270. doi: 10.1097/BPB.0000000000000448
9. Granild-Jensen JB, Pedersen AB, Kristiansen EB, Langdahl B, Møller-Madsen B, Søndergaard C, Farholt S, Vestergaard ET, Rackauskaite G. Fracture Rates in Children with Cerebral Palsy: A Danish, Nationwide Register-Based Study. *Clin Epidemiol*. 2022;14:1405–1414. doi: 10.2147/CLEP.S381343
10. Henderson RC, Berglund LM, May R, Zemel BS, Grossberg RI, Johnson J, Plotkin H, Stevenson RD, Szalay E, Wong B, Kecskemethy HH, Harcke HT. The relationship between fractures and DXA measures of BMD in the distal femur of children and adolescents with cerebral palsy or muscular dystrophy. *J Bone Miner Res*. 2010;25(3):520–6. doi: 10.1359/jbmr.091007
11. Granild-Jensen JB, Møller-Madsen B, Rackauskaite G, Farholt S, Søndergaard C, Sørensen TH, Vestergaard ET, Langdahl BL. Zoledronate increases bone mineral density in non-ambulant children with cerebral palsy: A randomized, controlled trial. *J Clin Endocrinol Metab*. 2023;108(11):2840–2851. doi: 10.1210/clinem/dgad299
12. Vestergaard P. Epilepsy, osteoporosis and fracture risk — a meta-analysis. *Acta Neurol Scand*. 2005;112(5):277–86. doi: 10.1111/j.1600-0404.2005.00474.x
13. Presedo A, Dabney KW, Miller F. Fractures in patients with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2007;27(2):147–153. doi: 10.1097/BPO.0b013e3180317403
14. Granata C, Giannini S, Villa D, Bonfiglioli Stagni S, Merlini L. Fractures in myopathies. *Chir Organi Mov*. 1991;76(1):39–45.
15. Huber H, André G, Rumeau F, Journeau P, Haumont T, Lascombes P. Flexible intramedullary nailing for distal femoral fractures in patients with myopathies. *J Child Orthop*. 2012;6(2):119–23. doi: 10.1007/s11832-012-0399-x
16. Lascombes P. *Flexible intramedullary nailing in children: the Nancy University manual*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2010.
17. Whitney DG, Hurvitz EA, Caird MS. Critical periods of bone health across the lifespan for individuals with cerebral palsy: Informing clinical guidelines for fracture prevention and monitoring. *Bone*. 2021;150:116009. doi: 10.1016/j.bone.2021.116009
18. Paksu MS, Vurucu S, Karaoglu A, et al. Osteopenia in children with cerebral palsy can be treated with oral alendronate. *Childs Nerv Syst*. 2012;28(2):283–286 doi: 10.1007/s00381-011-1576-9
19. Sees JP, Sitoula P, Dabney K, et al. Pamidronate treatment to prevent reoccurring fractures in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2016;36(2):193–197. doi: 10.1097/BPO.0000000000000421
20. Whitney DG, Xu T, Berri M. Post-fracture pneumonia risk and association with health and survival outcomes for adults with cerebral palsy: A retrospective cohort study. *Bone*. 2022;159:116390. doi: 10.1016/j.bone.2022.116390
21. Granild-Jensen JB, Pedersen LK, Langdahl B, Starup-Linde J, Rackauskaite G, Farholt S, Søndergaard C, Vestergaard ET, Møller-Madsen B. Cerebral palsy and bisphosphonates — and what can be learned from other types of secondary osteoporosis in children: A scoping review. *Acta Paediatr*. 2023;112(4):617–629. doi: 10.1111/apa.16671
22. Barbier V, Goëb V, Klein C, Fritot S, Mentaverri R, Sobhy Danial J, Fardellone P, Le Monnier L. Effect of standing frames used in real life on bone remodeling in non-walking children with cerebral palsy. *Osteoporos Int*. 2022;33(9):2019–2025. doi: 10.1007/s00198-022-06436-5
23. Sturm PF, Alman BA, Christie BL. Femur fractures in institutionalized patients after hip spica immobilization. *J Pediatr Orthop*. 1993;13(2): 246–248.
24. Mubarak SJ, Valencia FG, Wenger DR. One-stage correction of the spastic dislocated hip. Use of pericapsular acetabuloplasty to improve coverage. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74(9):1347–1357.
25. Miller F, Girardi H, Lipton G, et al. Reconstruction of the dysplastic spastic hip with peri-iliac pelvic and femoral osteotomy followed by immediate mobilization. *J Pediatr Orthop*. 1997;17(5):592–602. doi: 10.1097/00004694-199709000-00005
26. Amen J, Perkins O, Kafchitsas K, Reed D, Norman-Taylor F, Kokkinakis M. Bony hip reconstruction for displaced hips in patients with cerebral palsy: Is postoperative immobilization indicated? *J Child Orthop*. 2023;17(3):268–275. doi: 10.1177/18632521231164983
27. Popkov DA, Chibirov GM, Tomov AD. Reconstructive interventions for hip dislocation in children with cerebral palsy. *Genij ortopedii*. 2021;27(4):481–486. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-4-481-486

ОБ АВТОРАХ

* **Томов Ахмед Даутович**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10;
ORCID: 0009-0001-2981-7722;
eLibrary SPIN: 2949-6153;
e-mail: doc0645@mail.ru

Габидуллина Лилия Фанировна;
e-mail: liliafg20rabota@gmail.co

Шляпникова Наталья Станиславовна;
e-mail: n.s.shlyapnikova@mail.ru

Хачубаров Хас-Магомед Хасиевич;
e-mail: xasik.06@mail.ru

Попков Дмитрий Арнольдович, д-р мед. наук, профессор РАН;
ORCID: 0000-0002-8996-867X;
eLibrary SPIN: 6387-0545;
e-mail: dpopkov@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Akhmed D. Tomov**, MD, Cand. Sci. (Med.);
address: 10 Priorova str., 127299, Moscow, Russia;
ORCID: 0009-0001-2981-7722;
eLibrary SPIN: 2949-6153;
e-mail: doc0645@mail.ru

Lilia F. Gabidullina;
e-mail: liliafg20rabota@gmail.co

Natalya S. Shlyapnikova;
e-mail: n.s.shlyapnikova@mail.ru

Has-Magomed H. Hachubarov;
e-mail: xasik.06@mail.ru

Dmitriy A. Popkov, MD, Dr. Sci. (Med.), professor of the RAS;
ORCID: 0000-0002-8996-867X;
eLibrary SPIN: 6387-0545;
e-mail: dpopkov@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author