



Особенности диагностики внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей нижней конечности у детей (обзорная статья)

Дмитрий Олегович ГОРЕЛКИН , Виктор Николаевич МЯЛИН  ✉

ГБУЗ «Тамбовская областная детская клиническая больница»
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Рылеева, 80

✉ myalinvictor@rambler.ru

Аннотация. Представлен обзор отечественных и зарубежных научных трудов, опубликованных в общедоступных электронных специализированных медицинских изданиях, посвященных изучению проблем диагностики внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей нижней конечности у пациентов детского возраста. Травматология, как и медицина в целом, развивается в ногу со временем, что обуславливает значительное расширение диагностических возможностей в травматологической практике. Вместе с тем, опорно-двигательная система имеет множество возрастных особенностей. Рост и развитие детского организма обуславливают специфическое течение различных патологических процессов и большую вариативность их клинических проявлений. В связи с этим существуют характерные для пациентов детского возраста клинические формы внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей нижней конечности, затруднения в распознавании которых до сих пор может приводить к диагностическим ошибкам. Рассмотрены клинические проявления возможных форм внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей нижней конечности у детей, актуальные на сегодняшний день методы инструментального исследования, такие как: рентгенография, компьютерная томографии, ультразвуковое исследование, артроскопия, компьютерное моделирование и другие, способствующие корректной диагностике данных форм.

Ключевые слова: детская травматология; сустав; внутрисуставной перелом; нижняя конечность; диагностика

Для цитирования: *Горелкин Д.О., Мялин В.Н.* Особенности диагностики внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей нижней конечности у детей (обзорная статья). Тамбовский медицинский журнал. 2022;4(1):33-40. DOI [10.20310/2782-5019-2022-4-1-33-40](https://doi.org/10.20310/2782-5019-2022-4-1-33-40)

Diagnostic features of intraarticular fractures of long tubular bones of the lower limb among children (review article)

Dmitry O. GORELKIN , Victor N. MYALIN  ✉

Tambov Regional Children's Clinical Hospital
80 Ryleeva St., Tambov 392000, Russian Federation

✉ myalinvictor@rambler.ru

Abstract. We present review of national and foreign scientific works published in publicly available electronic specialized medical journals devoted to the study of diagnosis issues on intraarticular fractures of long tubular bones of the lower limb among children. Traumatology, as well as medicine in general, is developing up to date, which leads to a significant expansion of diagnostic capabilities in traumatology practice. At the same time, the musculoskeletal system has many age-related features. The growth and development of the child's body determine the specific course of various pathologi-

cal processes and the great variability of their clinical manifestations. In this regard, there are clinical forms of intraarticular fractures of the long tubular bones of the lower limb characteristic of children, difficulties in recognizing which can still lead to diagnostic errors. This study examines the clinical manifestations of possible forms of intraarticular fractures of the long tubular bones of the lower limb in children, current methods of instrumental research, such as radiography, computed tomography, ultrasound, arthroscopy, computer modeling and other methods that contribute to the correct diagnosis of these forms.

Keywords: pediatric traumatology; joint; intraarticular fracture; lower limb; diagnostics

For citation: Gorelkin D.O., Myalin V.N. Diagnostic features of intraarticular fractures of long tubular bones of the lower limb among children (review article). *Tambovskiy meditsinskiy zhurnal = Tambov Medical Journal*. 2022;4(1):33-40. (In Russian). DOI [10.20310/2782-5019-2022-4-1-33-40](https://doi.org/10.20310/2782-5019-2022-4-1-33-40)

ВВЕДЕНИЕ

Опорно-двигательная система имеет множество возрастных особенностей. Рост и развитие детского организма обуславливают специфическое течение различных патологических процессов и большую вариативность их клинических проявлений. В связи с этим существуют характерные для пациентов детского возраста клинические формы внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей нижней конечности, затруднения в распознавании которых до сих пор может приводить к диагностическим ошибкам.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основными анатомо-физиологическими особенностями трубчатых костей в детском возрасте является хрупкость метафизов и наличие ростковых зон, незримых для рентгенографии, и ядер окостенения. Это обуславливает специфические для детской травмы эпифизолизы и остеоэпифизолизы. Эпифизолиз – нарушение целостности кости, полностью или частично локализованное в хрящевой ткани ростковой зоны. Остеоэпифизолиз – травматический отрыв и смещение эпифиза с частью метафиза по линии росткового хряща [1–11]. У новорожденных и детей грудного возраста рентгенологическая диагностика эпифизолизов и остеоэпифизолизов без смещения осложняется слабой выраженностью или полным отсутствием эпифизарных ядер окостенения. Для уточнения диагноза выполняется сравнительная рентгенография обеих конечностей в двух проекциях. При обследовании детей старшего возраста диагностика данных пато-

логий значительно облегчается наличием отрыва костного фрагмента метафиза на рентгеновском снимке [1–4; 12].

Переломы проксимального отдела бедра у детей хоть и встречаются значительно реже, чем у взрослых пациентов, все равно сохраняют свою актуальность. Согласно классификации А.В. Каплана (1967), к внутрисуставным переломам относятся травматический эпифизолиз и остеоэпифизолиз головки бедра, чрезшеечный и базальный переломы.

Диагностика эпифизолизов головки бедренной кости при отсутствии смещения непосредственно в остром периоде травмы осложняется отсутствием рентгенологических признаков повреждения. На снимке можно определить только незначительное расширение ростковой зоны между головкой и шейкой бедренной кости [1–8; 12]. «Уточнить диагноз и установить характер смещения помогает сравнительный анализ рентгенограмм здоровой и больной конечности в прямой проекции. Если интерпретация полученных данных затруднена, назначают компьютерную томографию. В процессе динамического наблюдения диагноз подтверждается на контрольной рентгенографии спустя 20–25 дней после травмы, где отмечается зона просветления в области эпифиза или вторичное смещение головки бедренной кости» [13].

Диагностировать эпифизолиз головки бедренной кости со смещением намного проще. При рентгенологическом исследовании устанавливают смещение эпифиза по ростковой зоне вниз и кзади. Нередко вместе с ним смещается и сама головка. При остеоэпифизолизе от шейки бедра отрывается костный

фрагмент, чаще в форме треугольника, что также упрощает диагностику.

Диагностика перелома шейки бедра во многом зависти от степени смещения отломков. Если оно отсутствует, то клинические проявления сводятся к умеренной боли в области тазобедренного сустава, небольшой ротации конечности и хромоте со стороны повреждения. Если же отломки сместились, у больного ярко наблюдаются типичные симптомы перелома шейки бедра: нарушение функции травмированной нижней конечности, ее наружная ротация, болезненность при попытках движения, отек паховой области, симптом «прилипшей пятки» [1–3; 5–7; 9–10; 14].

У новорожденных детей на перелом шейки бедра может указывать беспокойство ребенка, умеренный отек верхней трети бедра, укорочение и иногда видимая деформация конечности, отсутствие активных движений в тазобедренном суставе и резкая болезненность при пассивных. Нога находится в вынужденном положении – ротирована наружу, согнута в тазобедренном и коленном суставах.

В инструментальной диагностике переломов проксимального отдела бедра у новорожденных и детей грудного возраста предпочтение отдается ультразвуковому исследованию, результаты которого позволяют установить точный диагноз [1–3; 15–17].

У детей старшего возраста переломы шейки бедренной кости диагностируют при помощи рентгенографии. Ее проводят в переднезадней, иногда и в аксиальной проекциях. При анализе полученных снимков определяют шеечно-диафезарный и эпифизо-диафезарный углы, разница которых указывает на наличие перелома. Зачастую на снимках отмечается линия перелома в области шейки, смещение отломков чаще всего под открытым назад углом, что также подтверждает диагноз. В случае затруднения интерпретации рентгенограмм целесообразно проведение КТ, МРТ, компьютерное моделирование [1–3; 5–7; 9–10; 12; 14; 18; 19].

В нижней трети бедренной кости переломы, как правило, встречаются у детей школьного возраста. Пациенты предъявляют жалобы на боль в области травмы, ограничение движений в коленном суставе, иногда и нарушение

функции нижней конечности в целом. Если перелом осложнен смещением отломков, клиническая картина расширяется выраженным отеком и наличием уменьшения длины конечности. «При осмотре можно выявить специфичное западение контуров бедра выше надколенника, сопровождающееся гематомой, болезненное выпячивание в подколенной ямке. Крайне важно оценить состояние пульса и иннервации дистального отдела конечности, так как данная травма нередко сопровождается повреждением сосудисто-нервного пучка» [13]. Рентгенографическая диагностика данного перелома не представляет трудностей, на снимках отчетливо видны линия перелома и смещение отломков [1–7; 9–12; 14].

Эпифизолизы и остеоэпифизолизы нижней трети бедра при отсутствии выраженного смещения заподозрить сложно, так как их клиника сводится к умеренной боли в области эпифиза, что можно принять как проявление ушиба мягких тканей. При наличии смещения отломков предположить диагноз наоборот достаточно просто, так как в том случае значительно выражен болевой синдром, движения в коленном суставе невозможны, а при его осмотре можно выявить резкую деформацию. Также характерно наличие гемартроза [1–11; 15; 20].

Рентгенографическая диагностика эпифизолиза без смещения также весьма затруднительна, что связано с большими размерами ростковой зоны. «В данном случае единственным признаком эпифизолиза может быть расширение ростковой зоны. Поэтому, чтобы избежать возможных ошибок, вновь прибегают к сравнительному анализу рентгенограмм травмированной и здоровой конечностей. При затруднении интерпретации полученных результатов прибегают к КТ, МРТ, компьютерному моделированию [1–3; 5–7; 9–10; 12; 14; 18; 19]. «Если при подозрении на эпифизолиз не удастся получить достоверные данные ни сравнительным рентгенологическим исследованием, ни КТ, необходимо повторить сравнительную рентгенографию коленных суставов через 10–12 дней. В этот период на снимке можно будет обнаружить костный «мостик» – тени обызвествления надкостницы, наличие которых подтверждает диагноз» [13].

При отрыве костно-хрящевых фрагментов мышелка бедренной кости основными клиническими проявлениями являются боль и чувство распирания в области коленного сустава, ограничение движений в нем. Нередко наблюдаются отек и признаки гемартроза [1–7; 9–10; 14].

Структура оторванных фрагментов в основном состоит из нераспознаваемой рентгенологически хрящевой ткани, что делает рентгенодиагностику малоинформативной. Поэтому для постановки диагноза целесообразно применение УЗИ и артроскопии коленного сустава [1–3; 16–17; 21–24].

Перелом надколенника у пациентов детского возраста возникает вследствие прямого травматического воздействия на область надколенника, чаще всего при падении на колено. Иногда данная патология может наблюдаться в результате резкого разгибания в коленном суставе, что связано со значительным напряжением четырехглавой мышцы бедра [1–3; 5–7; 10–11; 15; 20].

Основные клинические проявления данного перелома – резкая боль при пальпации в области надколенника и разгибании колена [1–3; 5–7; 10–11; 15; 20].

При рентгенодиагностике перелома надколенника у детей необходимо учитывать его определенные возрастные особенности. Формирование структуры надколенника происходит за счет множества ядер окостенения, с возрастом сливающихся в единый массив. Часть этих ядер образуется только после 8 лет. В связи с этим нормальная рентгенографическая картина может быть интерпретирована как травматическое изменение. Характерное отличие состоящего из нескольких частей надколенника от картины его перелома – сглаженность контуров ядер окостенения. Для уточнения диагноза проводят сравнительный анализ с рентгенограммой здорового надколенника [1–4; 5–7; 12; 10–11].

На данный момент при внутрисуставных повреждениях коленного сустава широко распространено применение артроскопии. С ее помощью можно установить отрыв костно-хрящевых фрагментов надколенника, а также его переломы с незначительным смещением отломков [1–3; 21–24].

Переломы межмышцелкового возвышения большеберцовой кости могут возникать в результате бокового или ротационного смещения большеберцовой кости при согнутом колене, из-за чего происходит прямой удар межмышцелкового возвышения об мышелку бедра. Также перенапряжение передней крестообразной связки нередко вызывает отрыв медиального бугорка. Ребенок жалуется на умеренную боль в области колена при любой нагрузке на конечность. Визуально отмечаются признаки гемартроза [1–4; 5–7; 15; 20].

Рентгенография коленного сустава в стандартных проекциях часто бывает малоинформативной. Это связано с вариативностью анатомически нормальной формы межмышцелкового возвышения большеберцовой кости. Поэтому для диагностики целесообразнее применять методы компьютерной томографии или артроскопию [1–3; 12; 15; 20–24].

Эпифизолизы и остеоэпифизолизы проксимального отдела большеберцовой кости в большинстве случаев встречаются у подростков в возрасте 14–18 лет, когда ростковая зона близка к полному окостенению, в период, близкий к полному замыканию ростковой зоны. Возникают чаще всего при прямом травматическом воздействии на диафиз или проксимальный метафиз большеберцовой кости [1–4; 5–7; 15; 20]. Пациентов беспокоит боль в области коленного сустава, нарушение функции нижней конечности. При осмотре отмечается отек и болезненность при пальпации в верхней трети голени, движения в коленном суставе резко ограничены из-за боли. Иногда клиническая картина схожа с таковой при заднем вывихе костей голени в коленном суставе. Наличие признаков гемартроза не является характерным признаком травмы, так как наблюдается не всегда [1–4, 15; 20; 23–24].

Рентгенографическое исследование коленного сустава в прямой и боковой проекциях при незначительном смещении эпифиза большеберцовой кости выявляет лишь расширение ростковой зоны. В данном случае необходимо провести сравнительное исследование здорового коленного сустава. Ярко выраженное смещение эпифиза лучше всего отмечается в боковой проекции и указывает на диагноз [1–3; 12; 15; 20]. Рентгенодиагностика остеоэпифи-

зеолиза не представляет трудностей, так как практически всегда удается определить линию перелома, проходящую через ростковую зону и часть костной ткани метафиза. При сомнительной рентгенографической картине целесообразно проведение повторного исследования через 10 дней, во время которого можно будет обнаружить характерный для эпифизолиза признак – периостальную полосу, соединяющую метафиз с эпифизом [1–4; 12; 15; 20].

Эпифизолизы и остеоэпифизолизы дистального конца большеберцовой кости наоборот наиболее часто возникают в результате непрямого воздействия травмы. Выделяют ротационный механизм перелома – вращение стопы при фиксированной голени или, наоборот, в данном случае эпифизолиз сопровождается косым переломом малоберцовой кости, флекссионный механизм – чрезмерное сгибание стопы, эпифиз при этом смещается кзади, экстензионный механизм – чрезмерное разгибание, эпифиз смещается кпереди, абдукционно-пронационный механизм – чрезмерное отведение стопы, эпифиз смещается кнаружи [1–8; 15; 20].

Возможно возникновение данной травмы и при прямом воздействии силы на надлодыжечную область голени, при котором происходит смещение метадиафиза по отношению к эпифизу большеберцовой кости. При его смещении более чем на 1 см возникает картина остеоэпифизолиза [1–8; 20].

Клинически эпифизолизы и остеоэпифизолизы дистального конца большеберцовой кости характеризуются наличием боли и отека в области передней и внутренней поверхностях голеностопного сустава. Со временем данные признаки распространяются на всю поверхность нижней трети голени. Движения в голеностопном суставе ограничены из-за боли, сустав деформирован. При наличии значительного смещения отломков визуально травму можно принять за вывих стопы. Однако при эпифизолизе деформация не изменяется во время движения стопы, благодаря чему можно дифференцировать данное повреждение [1–8; 15; 20].

Рентгенологическое исследование голеностопного сустава в двух проекциях позволяет уточнить диагноз. На снимках можно отметить

смещение отломков по ширине, либо их угловое смещение, отображающееся в виде «открытого клюва птицы» [1–4; 8; 12; 15; 20]. При отсутствии выраженного смещения определяется расширение зоны роста. В данном случае целесообразно проведение сравнительной рентгенографии голеностопных суставов. Проходящая через метафиз и эпифиз линия перелома указывает на остеоэпифизолиз [1–3; 8; 12; 15; 20].

В случае сомнительной рентгенологической картины проводят компьютерную томографию голеностопного сустава, по результатам которой установка правильного диагноза не вызывает затруднений [1–3; 5–8; 15; 20].

Эпифизолиз и остеоэпифизолиз дистального конца малоберцовой кости чаще всего является результатом чрезмерной ротации или супинации стопы [1–3; 5–8; 15; 20].

Ребенок предъявляет жалобы на умеренную боль в области голеностопного сустава при движениях и ходьбе. Визуально определяется локализованный в проекции наружной лодыжки отек, пальпация данной области болезненна [1–8; 15; 20].

Рентгенография голеностопного сустава в двух стандартных проекциях позволяет выявить смещение эпифиза, что позволяет подтвердить диагноз. При отсутствии смещения единственным признаком эпифизолиза является расширение зоны роста дистального конца малоберцовой кости, которое устанавливается при сравнении рентгенограмм травмированного и здорового голеностопных суставов. Наличие доходящего до ростковой зоны метафизарного перелома указывает на остеоэпифизолиз [1–8; 12; 15; 20].

Переломы лодыжек наиболее характерны для детей старшего школьного возраста. Могут возникать в результате прямого травматического воздействия, чрезмерного отведения, приведения или наружной ротации стопы. Наиболее часто наблюдается перелом внутренней лодыжки [1–3; 5–7; 15; 20; 25].

При отсутствии значительного смещения перелом лодыжки проявляется лишь умеренной болью при движениях в голеностопном суставе, незначительным отеком и болезненной пальпацией на стороне повреждения. Для перелома со смещением характерны выражен-

ный отек и деформация в области голеностопного сустава, ограничение движений в нем. Любая нагрузка на травмированную ногу резко болезненна [1–3; 5–7; 15; 20; 25].

Диагноз подтверждается на основании рентгенографии голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях, при помощи которого четко отмечается локализация перелома и степень смещения отломков [1–3; 5–7; 12; 15; 20; 25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Без учета анатомо-физиологических особенностей детского возраста корректная диагностика внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей нижней конечности у детей практически невозможна, так как данные особенности обуславливают специфическое клиническое течение патологии.

Рентгенологическое исследование по-прежнему является самым простым и доступным методом диагностики переломов у детей, в том числе и внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей нижней конечности,

сохраняя при этом высокую информативность. Однако характерные особенности опорно-двигательного аппарата растущего организма способны значительно осложнить анализ результатов рентгенографии. В связи с этим особую важность приобретают более сложные методы диагностики, такие как компьютерная томография, компьютерное создание визуальных моделей, а также артроскопия.

Современные инструментальные методы исследования, такие как артроскопия КТ, компьютерное моделирование, значительно упрощают диагностику внутрисуставных переломов при затруднительных клинических случаях у детей, дополняя результаты рентгенографии или вовсе заменяя ее при имеющихся противопоказаниях, благодаря возможности более детального анализа локализации и характера повреждения костей и смещения отломков.

При помощи методов УЗИ можно оценить сопутствующие переломам повреждения мягких тканей, кровеносных сосудов, связочного аппарата сустава. Однако для оценки повреждений непосредственно костной ткани данный метод недостаточно информативен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жила Н.Г., Комиссаров И.А., Зорин В.И. Детская травматология. М., ГЭОТАР-Медиа; 2017.
2. Белецкий А.В., Корень М.Н., Герасименко М.А. Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. СПб.; 2004.
3. Богосьян А.Б., Кочемасов В.М. Патология крупных суставов и другие актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. СПб.; 1998.
4. Филиппов М.П. Травматические эпифизеолизы и их рентгенологическая оценка. В кн.: Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. Барнаул; Новосибирск; 2011.
5. Чижик-Полейко А.Н., Мякушев В.Л., Шалагинов В.Б. и др. Диагностика и лечение околосуставных и внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей у детей. Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2008;(33):82-6.
6. Баиров Г.А., Дмитриев М.Л. Травматология детского возраста. Л., Медицина; 1976.
7. Корж А.А., Бондаренко Н.С. Повреждения костей и суставов у детей. Харьков; 1994.
8. Бухны А.Ф. Повреждения эпифизарных зон у детей. М., Медицина; 1973.
9. Salter R.B. Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System: an Introduction to Orthopaedics, Fractures, and Joint Injuries, Rheumatology, Metabolic Bone Disease, and Rehabilitation. Baltimore: Williams & Wilkins; 1999.
10. Beaty J.H., Kasser J.R. Fractures in Children. Lippincott, Williams and Wilkins; 2009.
11. Benson M. et al. Children's Orthopedics and Fractures. N.Y., Springer; 2009.
12. Садофьева В.И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы у детей. Л., Медицина; 1990.
13. Горелкин Д.О., Мялин В.Н. Особенности диагностики переломов бедра у детей (обзор литературы). Медицина и физическая культура: наука и практика. 2021;3(11):17-25. DOI [10.20310/2658-7688-2021-3-3\(11\)-17-25](https://doi.org/10.20310/2658-7688-2021-3-3(11)-17-25)

14. *Haller J.A., Beaver B.L.* An overview of pediatric trauma. In: Touloukian R.J., ed. *Pediatric Trauma*. N.Y.; 1978. P. 3-13.
15. *Маркс В.О.* Ортопедическая диагностика. Мн., Наука и техника; 1978.
16. *Васильев А.Ю., Ольхова Е.Б.* Ультразвуковая диагностика в детской практике. М., ГЭОТАР-Медиа; 2007.
17. *Зюзько А.В., Никонов В.М., Лукаш А.А.* Ультразвуковая диагностика переломов длинных трубчатых костей у детей (Обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2009;(5):53-9.
18. *Ямщиков О.Н., Норкин И.А., Марков Д.А., Абдулнасыров Р.К., Перегородов Д.Н., Заигралов А.Ю.* Компьютерное моделирование бедренной кости человека. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2012;17(3):904-7.
19. *King S.J., Carty H.M.L., Brady O.* Magnetic resonance imaging of knee injuries in children. *Pediatric Radiology*. 1996; 26(4):287-90.
20. *Тер-Еглизаров Г.М.* Ошибки и осложнения при лечении переломов длинных трубчатых костей у детей. М., Медицина; 1978.
21. *Выборнов Д.Ю., Петров М.А., Исаев И.Н.* Артроскопия при травме и заболеваниях коленного сустава у детей. *Детская хирургия*. 2012;(5):29-34.
22. *Авраменко В.В., Кузнецов И.А.* Артроскопия при внутренних повреждениях коленного сустава у детей и подростков (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2011;(4):131-9.
23. *Зар В.В.* Диагностика и лечение повреждений коленного сустава у детей и подростков: автореф. дис. канд. мед. наук. М.; 1995.
24. *Wilson-MacDonald J., Dodd C., Cockin J.* Arthroscopy in acute knee injuries: a prospective controlled trial. *Injury*. 1990;21(3):165-8.
25. *Кузнечихин Е.П., Немсадзе В.П.* Множественная и сочетанная травмы опорно-двигательной системы у детей. М., Медицина; 1999.

REFERENCES

1. Zhila N.G., Komissarov I.A., Zorin V.I. *Child Traumatology*. Moscow, GEOTAR-Media Publ.; 2017. (In Russian).
2. Beletskiy A.V., Koren M.N., Gerasimenko M.A. *Current Issues of Children Traumatology and Orthopedics*. St. Petersburg; 2004. (In Russian).
3. Bogosyan A.B., Kochemasov V.M. *Pathology of Large Joints and Other Topical Issues of Pediatric Traumatology and Orthopedics*. St. Petersburg; 1998. (In Russian).
4. Filippov M.P. Traumatic epiphyseolysis and their radiological assessment. In: *Current Issues of Forensic Medicine and Expert Practice*. Barnaul, Novosibirsk; 2011. (In Russian).
5. Chizhik-Poleyko A.N., Myakushev V.L., Shalaginov V.B. et al. Diagnosis and treatment of periarticular and intraarticular fractures of long tubular bones in children. *Nauchno-meditsinskiy vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya = Scientific and Medical Bulletin of the Central Chernozem Region*. 2008;(33):82-6. (In Russian).
6. Bairov G.A., Dmitriev M.L. *Pediatric Traumatology*. Leningrad, Meditsina Publ.; 1976. (In Russian).
7. Korzh A.A., Bondarenko N.S. *Injuries of Bones and Joints Among Children*. Kharkiv; 1994. (In Russian).
8. Bukhny A.F. *Injuries of Epiphyseal Zones Among Children*. Moscow, Meditsina Publ.; 1973. (In Russian).
9. Salter R.B. *Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System: an Introduction to Orthopaedics, Fractures, and Joint Injuries, Rheumatology, Metabolic Bone Disease, and Rehabilitation*. Baltimore, Williams & Wilkins; 1999.
10. Beaty J.H., Kasser J.R. *Fractures in Children*. Lippincott, Williams and Wilkins; 2009.
11. Benson M. et al. *Children's Orthopedics and Fractures*. New York, Springer; 2009.
12. Sadofeva V.I. *Normal X-Ray Anatomy of the Bone and Joint System Among Children*. Leningrad, Meditsina Publ.; 1990. (In Russian).
13. Gorelkin D.O., Myalin V.N. Features of hip fractures diagnostics among children (literature review). *Meditsina i fizicheskaya kul'tura: nauka i praktika = Medicine and Physical Education: Science and Practice*. 2021;3(11):17-25. (In Russian). DOI [10.20310/2658-7688-2021-3-3\(11\)-17-25](https://doi.org/10.20310/2658-7688-2021-3-3(11)-17-25)
14. *Haller J.A., Beaver B.L.* An overview of pediatric trauma. In: Touloukian R.J., ed. *Pediatric Trauma*. New York; 1978, pp. 3-13.
15. Marks V.O. *Orthopedic Diagnostics*. Minsk, Nauka i tekhnika Publ.; 1978. (In Russian).

16. Vasilev A.Yu., Olkhova E.B. Ultrasound Diagnosis in Pediatric Practice. Moscow, GEOTAR-Media Publ.; 2007. (In Russian).
17. Zyuzko A.V., Nikonov V.M., Lukash A.A. Ultrasonography of long bones fractures in children (review article). *Meditsinskaya vizualizatsiya = Medical Visualization*. 2009;(5):53-9. (In Russian).
18. Yamshchikov O.N., Norkin I.A., Markov D.A., Abdunasyrov R.K., Peregorodov D.N., Zaigralov A.Yu. Computer modeling of human femur. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki = Tambov University Reports. Series Natural and Technical Sciences*. 2012;17(3):904-7. (In Russian).
19. King S.J., Carty H.M.L., Brady O. Magnetic resonance imaging of knee injuries in children. *Pediatric Radiology*. 1996; 26(4):287-90.
20. Ter-Eglizarov G.M. Errors and Complications in the Treatment of Healing of Long Tubular Bones Among Children. Moscow, Meditsina Publ.; 1978. (In Russian).
21. Vybornov D.Yu., Petrov M.A., Isaev I.N. Arthroscopy in children with knee joint injuries and diseases. *Detskaya khirurgiya = Russian Journal of Pediatric Surgery (Detskaya Khirurgiya)*. 2012;(5):29-34. (In Russian).
22. Avramenko V.V., Kuznetsov I.A. The use of arthroscopy for internal knee injuries in children and adolescents (review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2011;(4):131-9. (In Russian).
23. Zar V.V. Diagnostics and Treatment of Knee Injuries Among Children and Adolescents. Cand. med. sci. diss. thesis. Moscow; 1995. (In Russian).
24. Wilson-MacDonald J., Dodd C., Cockin J. Arthroscopy in acute knee injuries: a prospective controlled trial. *Injury*. 1990;21(3):165-8.
25. Kuznechikhin E.P., Nemsadze V.P. Multiple and Combined Injuries of the Musculoskeletal System Among Children. Moscow, Meditsina Publ.; 1999. (In Russian).

Информация об авторах

Горелкин Дмитрий Олегович, врач травматолог-ортопед. Тамбовская областная детская клиническая больница, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: dgorelckin97@yandex.ru

Вклад в статью: анализ полученных данных, написание статьи.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1427-9626>

Мялин Виктор Николаевич, врач травматолог-ортопед. Тамбовская областная детская клиническая больница, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: myalinvictor@rambler.ru

Вклад в статью: получение и обработка данных, анализ и интерпретация результатов, написание статьи.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5634-5540>

Конфликт интересов отсутствует.

Поступила в редакцию 24.06.2022 г.
Поступила после рецензирования 17.08.2022 г.
Принята к публикации 15.09.2022 г.

Information about the authors

Dmitry O. Gorelkin, Trauma Orthopaedist. Tambov Regional Children's Clinical Hospital, Tambov, Russian Federation. E-mail: dgorelckin97@yandex.ru

Contribution: obtained results analysis, article writing.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1427-9626>

Victor N. Myalin, Trauma Orthopaedist. Tambov Regional Children's Clinical Hospital, Tambov, Russian Federation. E-mail: myalinvictor@rambler.ru

Contribution: data acquisition and processing, results analysis and interpretation, article writing.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5634-5540>

There is no conflict of interests.

Received 24 June 2022
Revised 17 August 2022
Accepted 15 September 2022