

ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ ТРАВМЫ ЛОКТЕВОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ

Анна Николаевна Савицкая^{1✉}, Толибджон Абдуллаевич Ахадов², Валерий Афанасьевич Митиш³,
Илья Андреевич Мельников⁴, Ольга Васильевна Божко⁵, Максим Вадимович Ублинский⁶,
Дмитрий Михайлович Дмитренко⁷, Наталья Юрьевна Серова⁸

^{1, 2, 4, 5, 6, 7, 8} Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии, Москва, Россия

³ Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А. В. Вишневского, Москва, Россия

¹ savitskayaan@zdrav.mos.ru✉, <https://orcid.org/0009-0006-1319-3480>

² akhadov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3235-8854>

³ mitish01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6411-0709>

⁴ ilyamed@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2910-3711>

⁵ bozhko_olga@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4709-9461>

⁶ maxublinsk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4627-9874>

⁷ dmitrenich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1260-4509>

⁸ serova_tu@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-2527-2956>

Аннотация. Представлен анализ результатов за 2022 г. использования в условиях неотложной амбулаторной и стационарной помощи различных методов лучевой диагностики травм локтя у 878 детей от 1 года до 17 лет (7,2 + 3,9). По результатам рентгенографии, в сумме переломы кости составили: плечевой – 63,58 %, лучевой – 14,2 %, локтевой – 12,3 %, а по данным компьютерной томографии, переломы кости: плечевой – 39,65 %, локтевой – 36,68 %, лучевой – 23,73 %. Магнитно-резонансная томография выявила повреждение связок и мышц во всех случаях. Оценка повреждений локтевого сустава всегда должна начинаться с обычной прямой и боковой рентгенографии и использованием дополнительных методов, если диагноз вызывает сомнения. Компьютерную томографию целесообразно использовать для получения детальной картины оскольчатых и внутрисуставных переломов и для планирования хирургического вмешательства. Магнитно-резонансная томография показана для оценки повреждений мягких тканей, наличия вне- и внутрисуставных свободных костно-хрящевых тел, при подозрении на скрытые переломы.

Ключевые слова: локтевой сустав, дети, травма, рентгенография, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография

Шифр специальности: 3.1.25. Лучевая диагностика.

Для цитирования: Савицкая А. Н., Ахадов Т. А., Митиш В. А., Мельников И. А., Божко О. В., Ублинский М. В., Дмитренко Д. М., Серова Н. Ю. Вопросы диагностики травмы локтевого сустава у детей // Вестник СурГУ. Медицина. 2024. Т. 17, № 2. С. 26–33. DOI 10.35266/2949-3447-2024-2-3.

Original article

DIAGNOSTIC ISSUES OF ELBOW JOINT INJURY IN CHILDREN

Anna N. Savitskaya^{1✉}, Tolibdzhon A. Akhadov², Valeriy A. Mitish³, Ilya A. Melnikov⁴,
Olga V. Bozhko⁵, Maksim V. Ublinsky⁶, Dmitry M. Dmitrenko⁷, Natalya Yu. Serova⁸

^{1, 2, 4, 5, 6, 7, 8} Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Traumatology, Moscow, Russia

³ National Medical Research Center of Surgery named after A. Vishnevsky, Moscow, Russia

¹ savitskayaan@zdrav.mos.ru✉, <https://orcid.org/0009-0006-1319-3480>

² akhadov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3235-8854>

³ mitish01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6411-0709>

⁴ ilyamed@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2910-3711>

⁵ bozhko_olga@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4709-9461>

⁶ maxublinsk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4627-9874>

⁷ dmitrenich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1260-4509>

⁸ serova_tu@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-2527-2956>

Abstract. The study examines the findings of applying various methods of radiation therapy in emergency outpatient and inpatient care of elbow injuries in 878 children aged 12 months to seventeen years (7.2 ± 3.9) in 2022. According to radiography findings, bone fractures included a total of 63.58 % of the humerus, 14.2 % of the radius, and 12.3 % of the ulna. According to computed tomography, bone fractures comprised 39.65 % of the humerus, 36.68 % of the radius, and 23.73 % of the ulna. Magnetic resonance imaging revealed ligament and muscle damage in all cases. The evaluation of elbow injuries should always begin with conventional anteroposterior and lateral views and other additional methods if the diagnosis is in doubt. Computed tomography is advised for obtaining a detailed image of comminuted and intraarticular fractures and when planning surgery. Magnetic resonance imaging is used to evaluate soft tissue injuries, detect extra- and intraarticular loose osteocartilaginous bodies, as well as in cases of suspected hidden fractures.

Keywords: elbow joint, children, trauma, radiography, computed tomography, magnetic resonance imaging

Code: 3.1.25. Radiation Therapy.

For citation: Savitskaya A. N., Akhadov T. A., Mitish V. A., Melnikov I. A., Bozhko O. V., Ublinsky M. V., Dmitrenko D. M., Serova N. Yu. Diagnostic issues of elbow joint injury in children. *Vestnik SurGU. Meditsina*. 2024;17(2):26–33. DOI 10.35266/2949-3447-2024-2-3.

ВВЕДЕНИЕ

Травмы локтевого сустава у детей составляют 40–50 % от общего числа повреждений опорно-двигательного аппарата или 15–20 % всех переломов верхней конечности [1, 2]. Характер травм локтевого сустава у детей зависит от механизма и стадии зрелости скелета. Локтевой сустав имеет сложную анатомию, поэтому оценка его повреждения непростая задача. Для локтевого сустава характерны следующие травматические виды повреждений: ушибы, вывихи, растяжения связочного аппарата, переломы костей. У детей чаще всего встречаются три вида перелома локтевого сустава: надмыщелковый (50–70 %), латеральный мыщелковый (17–34 %) и медиальный надмыщелковый перелом (10 %), а переломы проксимального отдела лучевой кости (включая, но не ограничиваясь переломами шейки лучевой кости) встречаются реже (5–10 %). Переломы бывают закрытые (99 %) и открытые без смещения и со смещением отломков [3–5]. Большинство переломов происходит в результате падения с высоты собственного роста (более 60 %) или в результате занятий спортом (около 15 %) [6].

Для постановки диагноза и лечения переломов локтя достаточно рентгенографии в прямой и боковой проекциях, при необходимости дополненных косой проекцией, реже для сравнения выполняют рентгенографию контралатерального неповрежденного сустава. Рентгенологическая диагностика переломов локтевого сустава у детей трудна из-за относительно поздно появляющихся центров окостенения локтевого сустава, возможной ошибочной оценкой нормальных анатомических вариантов незрелого скелета [7]. Однако есть установленные ориентиры, помогающие избежать ошибки.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) локтевого сустава является эффективным методом распознавания травмы хрящей и сухожилий: двуглавой, трехглавой мышц, сгибателей и разгибателей, хуже – коллатеральных связок локтевого сустава [8]. Метод имеет дополнительное преимущество, позволяя оценить структуры локтевого сустава при функционировании. Однако частота ложноотрицательных результатов и операторозависимость ограничивают использование УЗИ как метода выбора при оценке повреждений локтевого сустава [2].

Компьютерная томография (КТ) нередко используется для оценки переломов в острых случаях. Метод особенно эффективен для визуализации внутрисуставных переломов, определения смещения отломков костей и мелких фрагментов перелома внутри и рядом с суставной щелью и лучше других может визуализировать «ужасную триаду» (сочетание перелома венечного отростка локтевой кости, головки лучевой кости и вывих костей предплечья кзади), при которой может потребоваться хирургическое вмешательство [9–11]. Внутривенное контрастирование может быть использовано как дополнение при подозрении на повреждения сосудов.

Магнитно-резонансная томография (МРТ), как оптимальный метод визуализации мягких тканей, стандартно используется для оценки визуализации опорных структур локтевого сустава. МРТ лучше выполнять на томографах мощности 3 Тл, так как они обладают большим пространственным разрешением по сравнению с исследованиями при меньшей напряженности магнитного поля [12, 13]. Стандартная неконтрастная МРТ, особенно с подавлением сигнала жира, позволяет проводить полную оценку связок, сухожилий, мышц, костей и сосудисто-нервных пучков локтевого сустава. Контрастное усиление используется для повышения чувствительности для обнаружения тонких частичных разрывов связок и скрытых переломов [9, 12, 13].

В итоге, при большинстве травм локтя, обычно костных, для постановки диагноза и лечения часто достаточно рентгенографии. КТ и МРТ являются полезным диагностическим дополнением [2, 14, 15]. В данной статье приведен опыт лучевой диагностики в условиях неотложной амбулаторной и стационарной помощи детям с травмой локтя.

Цель – изучить диагностическую значимость рентгенографии, компьютерной и магнитно-резонансной томографии на современном этапе для установления мультимодального протокола исследования при травме локтевого сустава у детей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование одобрено Комитетом по этике исследований НИИ Неотложной детской хирургии

и травматологии. От всех участников или их законных представителей после объяснения преимуществ и рисков процедуры было получено информированное согласие.

В течение одного года исследовано 878 детей от 1 года до 17 лет (средний возраст $7,2 \pm 3,9$ лет) с повреждениями локтевого сустава, из них мальчиков – 657 (74,8 %), девочек – 221 (25,2 %).

Всем 878 пациентам исходно выполнена стандартная рентгенография локтевого сустава в прямой и боковой проекциях. Для решения спорных случаев были получены косые проекции у 28, а у 42 детей – контралатеральные рентгенограммы.

КТ использована у 78 детей с рентгенологически данными сложного для стандартной оценки внутрисуставного перелома локтевого сустава, а также у детей с тупой травмой и болями, локализующимися в области локтевого сустава при отрицательных данных рентгенографии. КТ на 128-срезовом томографе (Philips) с мультипланарной реконструкцией (MPR), проекцией максимальной интенсивности (MIP) и 3D-изображениями была проведена у всех 78 детей с толщиной среза 0,75 мм и интервалом реконструкции 2 мм. Параметры рентгеновской трубки аппарата (kV и mAs) выбирались и максимально снижались в зависимости от веса и возраста пациента, также использовалась программа iDose4.

MPT была выполнена только в четырех случаях, когда данные КТ были малоинформативны или их было недостаточно для оценки повреждения мышц и/или связок. МР-исследования проводились на томографе Philips Achieva 3T dStream с использованием многопроекционного протокола сканирования для оценки состояния локтевого сустава: мультипланарные PD TSE, T1 TSE, T2 TSE с толщиной среза 3 мм. PD-, T1- и T2ВИ были получены в аксиальной и коронарной плоскостях, а PD TSE были дополнены сагиттальной плоскостью. Кроме того, PD и T2 TSE выполнялись с подавлением сигнала от жира (SPAIR). Контрастное усиление при травме локтя не применялось. Сканирование проведено с помощью гибкой кольцевой катушки с фазированной решеткой, которые обеспечивают соответствующее отношение сигнал/шум

и адекватный сигнал от имеющегося объема ткани. Исследования проводились без фиксирующей гипсовой лонгеты в положение лежа на спине с прямой рукой, поднятой над головой, или с рукой сбоку с супинированным предплечьем и выпрямленным локтем.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У всех обследованных детей отмечались признаки механической блокировки или ущемления локтевого сустава. Самой частой причиной травмы локтя были: падение с высоты собственного роста – 45 % ($n = 395$) наблюдений, далее следовала спортивная травма – 28,5 % ($n = 250$), и травма, полученная при игре на детской площадке – 11,3 % ($n = 99$); другие причины: бытовая травма – 70 (7,97 %), падения с небольшой высоты у младших детей – 43 (4,9 %), школьная – 20 (2,3 %), травма при невыясненных обстоятельствах – 1 (0,1 %) были значительно реже.

Как и другие методы исследования, рентгенография позволяет визуализировать нарушение конгруэнтности костных структур, сопровождающееся вывихами или подвывихами, а также нарушение целостности кортикальной пластинки за исключением переломов без смещения, которые на фоне суммации рентгеновских лучей могут быть не видны на рентгенограммах (скрытые переломы). Рентгенограмма в боковой проекции позволяет визуализировать выпот в полости локтевого сустава за счет возвышенного положения жировых подушечек. Рентгенография также преимущественно используется в качестве контрольных снимков после реконструктивных операций (рис. 1в, г).

КТ позволяет более детально оценить смещение отломков относительно основной костной оси за счет мультипланарной и 3D-реконструкций (рис. 1, 2), произвести оценку параартикулярных мягких тканей. Маленький интервал реконструкции позволяет визуализировать мелкие свободные и фиксированные костные фрагменты, указать точную их локацию (рис. 1). В результате КТ используется для характеристики внутрисуставных и околоуставных переломов при планировании хирургического вмешательства.

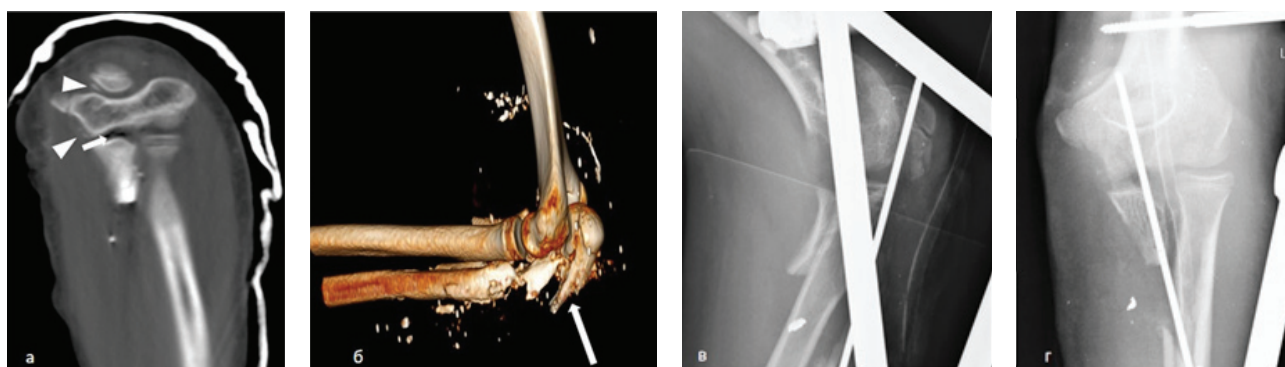


Рис. 1. Подросток 14 лет, состояние после минно-взрывной травмы.

На компьютерной томографии в аксиальной плоскости (а) и в 3D-реконструкции (б) при согнутом положении левого локтевого сустава визуализируется внутрисуставное повреждение: многооскольчатый перелом верхней трети левой локтевой кости со смещением (длинная стрелка), костные фрагменты (наконечник стрелки) и воздушные включения (короткая стрелка) в полости сустава. На рентгенограммах в боковой (в) и прямой (г) проекциях (при согнутом локте), состоянии после установки аппарата внешней фиксации и металлоостеосинтеза спицей локтевой кости, удаления части костных фрагментов локтевой кости, визуализируются множественные фрагменты металлической плотности в толще мягких тканей

Примечание: фото авторов.

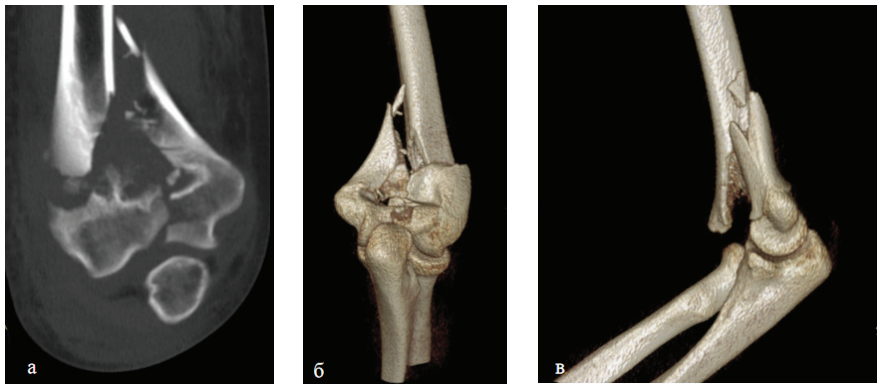


Рис. 2. Подросток 15 лет, упал, катаясь на катке. На компьютерной томограмме правого локтевого сустава в прямой плоскости (а) и при 3D-реконструкции (б, в) визуализируется внутрисуставной многооскольчатый чрезмыщелковый Т-образный перелом плечевой кости со смещением отломков, гемартроз, отек окружающих мягких тканей
Примечание: фото авторов.

КТ с MPR, MIP и 3D-изображениями после рентгенографии была проведена у 78 из 878 детей. По данным стандартной рентгенографии и КТ, были выявлены

следующие повреждения, которые представлены в таблице.

Таблица

Виды травмы локтевого сустава, выявленные при рентгенографии и компьютерной томографии у детей

Вид повреждения	Метод исследования	
	рентгенография, абс. (%)	компьютерная томография, абс. (%)
Чрезмыщелковый перелом плечевой кости	397 (42)	11 (10,9)
Перелом головчатого возвышения плечевой кости	124 (13,1)	1 (0,99)
Перелом медиального надмыщелка плечевой кости	49 (5,2)	14 (13,9)
Перелом латерального мыщелка плечевой кости	9 (0,95)	3 (2,97)
Перелом латерального надмыщелка плечевой кости	7 (0,74)	2 (1,98)
Перелом медиального мыщелка плечевой кости	7 (0,74)	3 (2,97)
Перелом блока плечевой кости	3 (0,32)	3 (2,97)
Надмыщелковый перелом плечевой кости	3 (0,32)	1 (0,99)
Оскольчатый перелом дистальной части плечевой кости	2 (0,21)	2 (1,98)
Фрагментарный метафизарный перелом дистального отдела плечевой кости	1 (0,1)	–
Перелом локтевого отростка локтевой кости	92 (9,7)	23 (22,8)
Перелом венечного отростка локтевой кости	24 (2,5)	12 (11,9)
Перелом проксимального метафиза локтевой кости	1 (0,1)	1 (0,99)
Переломовывих по типу Монтеджи I	2 (0,21)	1 (0,99)
Перелом шейки лучевой кости	117 (12,4)	17 (16,8)
Перелом головки лучевой кости	7 (0,74)	4 (3,96)
Метаэпифизеолиз лучевой кости	5 (0,53)	2 (1,98)
Эпифизеолиз головки лучевой кости	3 (0,32)	1 (0,99)
Вывихи костей предплечья	63 (6,67)	17 (16,83)
Подвывихи	29 (3,1)	–

Примечание: составлено авторами.

Как видно из таблицы, общее число переломов трех костей превышает число детей, так как у ряда детей было несколько повреждений костей локтевого сустава. Наиболее частыми были: различные переломы дистального отдела плечевой кости (n = 602), далее следовали переломы лучевой (n = 119) и локтевой (n = 132) костей. Аналогичными были результа-

ты КТ, но с той разницей, что переломов локтевой кости было больше, чем лучевой кости. Вывихов костей предплечья, по сравнению с переломами, было значительно меньше, но у всех детей они сочетались с переломами. Выявленные по данным КТ у 18 детей костные фрагменты были подтверждены результатами рентгенографии в 5 случаях.

У 17 детей в остром периоде после травмы локтя проведено ультразвуковое исследование, при котором были выявлены: гемартроз (14); повреждение медиального ($n = 11$) и латерального ($n = 8$) комплексов связочного аппарата; внутрисуставные фиксированные костно-хрящевые фрагменты ($n = 11$); свободные костно-хрящевые фрагменты ($n = 2$); перелом медиального надмыщелка ($n = 4$); вывих костей ($n = 2$).

Полные и частичные разрывы связок и сухожилий на МРТ оцениваются на T2ВИ с жироподавлением, которые в норме имеют гомогенный гипоинтенсивный сигнал. При частичном разрыве в пределах по-

вреждения появляется гиперинтенсивный сигнал. При полном нарушении целостности гиперинтенсивный сигнал дает картину с потерей непрерывности сухожилия, появляются признаки снижения натяжения за счет ретракции волокон. Детям за счет наличия вторичных центров оссификации, куда крепятся мышечно-сухожильные узлы, свойственны авульсивные повреждения, в результате которых связка отрывается вместе с апофизом (рис. 3). На фоне выпота в суставе на T2ВИ хорошо визуализируются костные/костно-хрящевые свободные и фиксированные фрагменты.



Рис. 3. Мальчик 11 лет, упал на левую руку. На рентгенограмме (а), компьютерной томограмме (б), МРТ локтевого сустава (в) в прямых проекциях визуализируется авульсивный перелом медиального надмыщелка левой плечевой кости в месте крепления общего сухожилия сгибателей пронаторов с формированием фиксированного костного фрагмента (красный круг), повреждение медиальной коллатеральной связки (белые стрелки), гемартроз левого локтевого сустава, отек окружающих мягких тканей
Примечание: фото авторов.

МРТ потребовалось выполнить 4 из 878 пострадавших детей в связи с имевшимися признаками повреждения мягких тканей (мышцы, связки). При этом у 2 детей выявлено 2 повреждения латеральной коллатеральной связки локтевого сустава, один случай частичного разрыва трехглавой мышцы плеча, один – частичный разрыв плечевой мышцы и общего сухожилия разгибателей.

Травма локтевого сустава у ребенка может привести к повреждению кости, хряща и/или мягких тканей. Переломы локтевого сустава у детей встречаются чаще и с большим вариантом характера переломов, по сравнению со взрослыми [1]. В данном исследовании установлено, что рентгенография по-прежнему остается основным методом первоначальной оценки травмы локтевого сустава. Возникающие затруднения в оценке переломов у детей можно решить за счет знания сроков появления центров окостенения локтевого сустава, а также наличия положительного симптома заднего жирового тела, даже если линия перелома не видна рентгенологически. Рентгенография локтевого сустава при чувствительности 84 % и специфичности 71 %, по данным литературы, в нашем исследовании продемонстрировала более высокие показатели – 91,1 и 92 % соответственно. В результате, как свидетельствует наш опыт и данные других исследователей, рентгенологическое достоверное и полное распознавание повреждений

по локализации, морфологии и тяжести повреждения помогает принять оптимальное клиническое решение для хирургического вмешательства [7]. Кроме того, для более точной оценки также могут быть получены косые проекции, снимки со сгибанием и разгибанием, боковой проекцией головки лучевой кости и кубитального туннеля локтя, а также сравнение с сохранным локтевым суставом.

Установлено, что при наличии выпота в локтевом суставе и отсутствии рентгенографических признаков перелома при МРТ могут быть выявлены скрытые переломы, в основном надмыщелковые без смещения [16]. С учетом этого, и исходя из собственных наблюдений, считаем, что более благоразумно и эффективно при наличии ограничения движений и боли в локте, но при отсутствии рентгенологических признаков перелома, для решения вопроса следует использовать КТ значительно реже МРТ.

УЗИ – важный инструмент оценки травмы локтевого сустава. Преимущества метода – хорошее пространственное разрешение; динамическая оценка с клинической корреляцией аномалий; возможность одновременно исследовать контралатеральный локоть для сравнения с нормальной анатомией; непосредственный контакт с пациентом. Однако УЗИ является операторозависимым методом и дает высокую частоту как ложноотрицательных, так и ложноположительных результатов [17–19]. Кроме того,

из-за наличия, как правило, выраженного болевого синдрома и затрудненного контакта с пациентами КТ и МРТ облегчают диагностическую проблему и позволяют более достоверно и наглядно, чем УЗИ установить правильный диагноз. На практике, хотя ультразвуковая оценка локтевого сустава проводится редко, исследования выполняются по четырем позициям: передней, латеральной, медиальной и задней, что позволяет визуализировать мышечно-сухожильные повреждения, выпот и костно-хрящевые фрагменты, сосуды и нервы.

КТ в настоящее время является одним из самых эффективных методов диагностики повреждений локтевого сустава у детей [20]. В нашем случае метод использован всего в 13,4 % случаев, в основном для оценки внутрисуставных и периапартулярных переломов или для скрытых переломов, когда есть клиническое подозрение на перелом, а на первоначальных рентгенограммах перелом не определяется. Это обусловлено высокой лучевой нагрузкой данной методики. Внутрисуставной перелом должен быть подтвержден с помощью КТ, чтобы иметь полную его характеристику. Кроме того, КТ следует выполнять при любых метафизарных переломах и спиральных переломах дистального отдела диафиза плечевой кости, предполагающих хирургическое лечение, поскольку эти переломы, как показывает опыт, имеют тенденцию демонстрировать внутрисуставное распространение. КТ в подобных случаях обеспечивает более эффективную оценку внутрисуставных переломов, определяя смещения отломков костей внутри и рядом с суставной щелью, раскрывает сочетание перелома венечного отростка локтевой кости, головки лучевой кости и вывихов костей предплечья кзади («ужасная триада»), что согласуется с общепринятой практикой [10, 11, 21, 22]. Установлено, что оптимальная пространственная оценка характеристики переломов достигается при 3D-реконструкции. В то же время могут быть полезными и другие проекции, такие как внутренняя косая проекция и аксиальная проекция дистального отдела плечевой кости, что позволяет лучше всего визуализировать свободные костно-хрящевые тела и даже определить размер венечных переломов [21, 22]. При этом во внутривенном контрастировании в подобных случаях нет необходимости, оно может быть использовано при подозрении на повреждения сосудов.

Переломы обычно сопровождаются разрывами капсульно-связочного аппарата и мышц, отрывами костных фрагментов. Особенностью повреждений

капсульно-связочного аппарата в детском возрасте является возможность растяжения, а также полного или частичного отрыва связки или сухожилия от места прикрепления к кости совместно с костно-хрящевым фрагментом, подозрение на наличие и оценка которых является одним из показаний к МРТ [23, 24]. При наличии суставного выпота для их выявления достаточно обычной МРТ. В конечном результате МРТ предпочтительна для диагностики костно-хрящевых свободных тел, определения их стабильности и жизнеспособности. Общая чувствительность и специфичность обнаружения свободных тел локтевого сустава составляет 88–100 % и 20–70 % соответственно [25–27].

В ряде работ [28, 29] показано, что при задних вывихах и подвывихах лучевой и локтевой кости с боковым смещением, переломе Монтеджи при диагностической рентгенографической неопределенности или безуспешности лечения МРТ выявляет ущемление кольцевой связки между головкой лучевой и головчатой возвышением плечевой кости, отек и кровоизлияние с нормальным расположением костей.

Ушиб локтя является самым частым видом травмы и часто сочетается с повреждениями сухожилий, синовиальной оболочки, фиброзной капсулы, подлежащей костной ткани или суставного хряща. При МРТ на Т2ВИ с подавлением сигнала от жира четко выявляется отек костного мозга в виде гиперинтенсивного сигнала [30], который был у всех четырех детей в нашем исследовании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка визуальной информации при диагностике травмы локтевого сустава у детей всегда должна начинаться с обычной прямой и боковой рентгенографии. Если диагноз вызывает сомнения, следует использовать дополнительные методы – КТ и МРТ. Компьютерную томографию лучше использовать для получения детальной картины осколчатых и внутрисуставных переломов и для планирования хирургического вмешательства. Магнитно-резонансная томография показана для оценки повреждений мягких тканей, наличия вне- и внутрисуставных свободных костно-хрящевых тел, при подозрении на скрытые переломы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Patel D. R., Yamasaki A., Brown K. Epidemiology of sports-related musculoskeletal injuries in young athletes in United States // *Translational Pediatrics*. 2017. Vol. 6, no. 3. P. 160–166.
2. Gupta G., Makadia A. S., Shah M. M. An unreported variant of convergent dislocation of elbow // *Journal of Orthopaedic Case Reports*. 2018. Vol. 8, no. 6. P. 79–81.
3. Kim H. H., Gauguier J. M. Pediatric elbow injuries // *Seminars in Ultrasound, CT, and MR*. 2018. Vol. 39, no. 4. P. 384–396.
4. DeFroda S. F., Goodman A. D., Gil J. A. et al. Epidemiology of elbow ulnar collateral ligament injuries among baseball players: National collegiate athletic association injury surveillance

REFERENCES

1. Patel D. R., Yamasaki A., Brown K. Epidemiology of sports-related musculoskeletal injuries in young athletes in United States. *Translational Pediatrics*. 2017;6(3):160–166.
2. Gupta G., Makadia A. S., Shah M. M. An unreported variant of convergent dislocation of elbow. *Journal of Orthopaedic Case Reports*. 2018;8(6):79–81.
3. Kim H. H., Gauguier J. M. Pediatric elbow injuries. *Seminars in Ultrasound, CT, and MR*. 2018;39(4):384–396.
4. DeFroda S. F., Goodman A. D., Gil J. A. et al. Epidemiology of elbow ulnar collateral ligament injuries among baseball players: National collegiate athletic association injury surveillance

- program, 2009–2010 through 2013–2014 // *The American Journal of Sports Medicine*. 2018. Vol. 46, no. 9. P. 2142–2147.
5. Dizdarevic I., Low S., Currie D. W. et al. Epidemiology of elbow dislocations in high school athletes // *The American Journal of Sports Medicine*. 2016. Vol. 44, no. 1. P. 202–208.
 6. Owoeye O. B. A., Ghali B., Befus K. et al. Epidemiology of all-complaint injuries in youth basketball // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2020. Vol. 30, no. 12. P. 2466–2476.
 7. Nakamura K., Hirachi K., Uchiyama S. et al. Long-term clinical and radiographic outcomes after open reduction for missed Monteggia fracture-dislocations in children // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2009. Vol. 91, no. 6. P. 1394–404.
 8. Королева Н. Ю. Эхографическое исследование локтевого сустава у детей в норме и при травматических повреждениях. Литературный обзор // Вестник Российского научного центра рентгенодиагностики. 2010. № 10–1. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_15533138_95073678.pdf (дата обращения: 20.04.2024).
 9. Bucknor M. D., Stevens K. J., Steinbach L. S. Elbow imaging in sport: Sports imaging series // *Radiology*. 2016. Vol. 279, no. 1. P. 12–28.
 10. Konda S. R., Goch A. M., Leucht P. et al. The use of ultra-low-dose CT scans for the evaluation of limb fractures: Is the reduced effective dose using CT in orthopaedic injury (REDUCTION) protocol effective? // *The Bone & Joint Journal*. 2016. Vol. 98-B, no. 12. P. 1668–1673.
 11. Bazzocchi A., Aparisi Gómez M. P., Bartoloni A. et al. Emergency and trauma of the elbow // *Seminars in Musculoskeletal Radiology*. 2017. Vol. 21, no. 3. P. 257–281.
 12. Del Grande F., Aro M., Farahani S. J. et al. Three-Tesla MR imaging of the elbow in non-symptomatic professional baseball pitchers // *Skeletal Radiology*. 2015. Vol. 44. P. 115–123.
 13. Chin T. Y., Chou H., Peh W. C. G. The acutely injured elbow // *Radiologic Clinics of North America*. 2019. Vol. 57, no. 5. P. 911–930.
 14. Burnier M., Barlow J. D., Sanchez-Sotelo J. Shoulder and elbow fractures in athletes // *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2019. Vol. 12. P. 13–23.
 15. Saeed W., Waseem M. Elbow fractures overview // StatPearls. Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2023. URL: <https://europepmc.org/article/nbk/nbk441976> (дата обращения: 20.04.2024).
 16. Griffith J. F., Roebuck D. J., Cheng J. C. et al. Acute elbow trauma in children: Spectrum of injury revealed by MR imaging not apparent on radiographs // *American Journal of Roentgenology*. 2001. Vol. 176, no. 1. P. 53–60.
 17. Nishijima D. K., Mills T. J., Goldman M. Elbow fracture in the ED. 2021. URL: <https://emedicine.medscape.com/article/824654-overview?form=fpf> (дата обращения: 20.04.2024).
 18. Gustas C. N., Lee K. S. Multimodality imaging of the painful elbow: Current imaging concepts and image-guided treatments for the injured thrower's elbow // *Radiologic Clinics of North America*. 2016. Vol. 54, no. 5. P. 817–839.
 19. Stratchko L., Rosas H. Imaging of elbow injuries // *Clinics in Sports Medicine*. 2021. Vol. 40, no. 4. P. 601–623.
 20. Beckmann N. M., Brown K. N. Imaging of elbow trauma // *Atlas of emergency imaging from head-to-toe* / Patlas M. N., Katz D. S., Scaglione M., eds. Cham : Springer, 2021. P. 591–609.
 21. O'Driscoll S. W. Editorial commentary: It's the fracture, not the fragment, that causes the pain: Posteromedial elbow impingement in baseball players // *Arthroscopy*. 2018. Vol. 34, no. 1. P. 111–113.
 22. Matsuura T., Iwame T., Suzue N. et al. Clinical outcome of arthroscopic treatment for posteromedial elbow impingement program, 2009–2010 through 2013–2014. *The American Journal of Sports Medicine*. 2018;46(9):2142–2147.
 5. Dizdarevic I., Low S., Currie D. W. et al. Epidemiology of elbow dislocations in high school athletes. *The American Journal of Sports Medicine*. 2016;44(1):202–208.
 6. Owoeye O. B. A., Ghali B., Befus K. et al. Epidemiology of all-complaint injuries in youth basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2020;30(12):2466–2476.
 7. Nakamura K., Hirachi K., Uchiyama S. et al. Long-term clinical and radiographic outcomes after open reduction for missed Monteggia fracture-dislocations in children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2009;91(6):1394–404.
 8. Koroleva N. Yu. Sonography of the elbow joint in children in normal state and after traumas. *Vestnik of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology*. 2010;(10–1). URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_15533138_95073678.pdf (accessed: 20.04.2024). (In Russ.).
 9. Bucknor M. D., Stevens K. J., Steinbach L. S. Elbow imaging in sport: Sports imaging series. *Radiology*. 2016;279(1):12–28.
 10. Konda S. R., Goch A. M., Leucht P. et al. The use of ultra-low-dose CT scans for the evaluation of limb fractures: Is the reduced effective dose using CT in orthopaedic injury (REDUCTION) protocol effective? *The Bone & Joint Journal*. 2016;98-B(12):1668–1673.
 11. Bazzocchi A., Aparisi Gómez M. P., Bartoloni A. et al. Emergency and trauma of the elbow. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*. 2017;21(3):257–281.
 12. Del Grande F., Aro M., Farahani S. J. et al. Three-Tesla MR imaging of the elbow in non-symptomatic professional baseball pitchers. *Skeletal Radiology*. 2015;44:115–123.
 13. Chin T. Y., Chou H., Peh W. C. G. The acutely injured elbow. *Radiologic Clinics of North America*. 2019;57(5):911–930.
 14. Burnier M., Barlow J. D., Sanchez-Sotelo J. Shoulder and elbow fractures in athletes. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2019;12:13–23.
 15. Saeed W., Waseem M. Elbow fractures overview. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. URL: <https://europepmc.org/article/nbk/nbk441976> (accessed: 20.04.2024).
 16. Griffith J. F., Roebuck D. J., Cheng J. C. et al. Acute elbow trauma in children: Spectrum of injury revealed by MR imaging not apparent on radiographs. *American Journal of Roentgenology*. 2001;176(1):53–60.
 17. Nishijima D. K., Mills T. J., Goldman M. Elbow fracture in the ED. 2021. URL: <https://emedicine.medscape.com/article/824654-overview?form=fpf> (accessed: 20.04.2024).
 18. Gustas C. N., Lee K. S. Multimodality imaging of the painful elbow: Current imaging concepts and image-guided treatments for the injured thrower's elbow. *Radiologic Clinics of North America*. 2016;54(5):817–839.
 19. Stratchko L., Rosas H. Imaging of elbow injuries. *Clinics in Sports Medicine*. 2021;40(4):601–623.
 20. Beckmann N. M., Brown K. N. Imaging of elbow trauma. In: Patlas M. N., Katz D. S., Scaglione M., eds. *Atlas of emergency imaging from head-to-toe*. Cham: Springer; 2021. p. 591–609.
 21. O'Driscoll S. W. Editorial commentary: It's the fracture, not the fragment, that causes the pain: Posteromedial elbow impingement in baseball players. *Arthroscopy*. 2018;34(1):111–113.
 22. Matsuura T., Iwame T., Suzue N. et al. Clinical outcome of arthroscopic treatment for posteromedial elbow impingement

- in adolescent baseball players // *Arthroscopy*. 2018. Vol. 34, no. 1. P. 105–110.
23. Liman M. N. P., Avva U., Ashurst J. V. et al. Elbow trauma // *StatPearls*. Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2023. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542228/> (дата обращения: 20.04.2024).
24. Dines J. S., Williams P. N., ElAttrache N. et al. Platelet-rich plasma can be used to successfully treat elbow ulnar collateral ligament insufficiency in high-level throwers // *American Journal of Orthopedics (Belle Mead, N.J.)*. 2016. Vol. 45, no. 5. P. 296–300.
25. Andelman S., DiPrinzio E., Hausman M. Elbow injuries in the pediatric athlete // *Annals of Joint*. 2018. Vol. 3. P. 21.
26. Chauvin N. A., Gustas-French C. N. Magnetic resonance imaging of elbow injuries in children // *Pediatric Radiology*. 2019. Vol. 49, no. 12. P. 1629–1642.
27. Nguyen J. C., Degnan A. J., Barrera C. A. et al. Osteochondritis dissecans of the elbow in children: MRI findings of instability // *American Journal of Roentgenology*. 2019. Vol. 213, no. 5. P. 1145–1151.
28. Richardson M., Kuester V. G., Hoover K. The usefulness of MRI in atypical pulled/nursemaid's elbow: A case report // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2012. Vol. 32, no. 5. P. e20–e22.
29. Sullivan C. W., Herron T., Hayat Z. Olecranon fracture // *StatPearls*. Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2023. URL: <https://europepmc.org/article/NBK/nbk537295> (дата обращения: 20.04.2024).
30. Alrabaa R. G., Dantzker N., Ahmad C. S. Injuries and conditions affecting the elbow flexor/pronator tendons // *Clinics in Sports Medicine*. 2020. Vol. 39, no. 3. P. 549–563.
24. Dines J. S., Williams P. N., ElAttrache N. et al. Platelet-rich plasma can be used to successfully treat elbow ulnar collateral ligament insufficiency in high-level throwers. *American Journal of Orthopedics (Belle Mead, N.J.)*. 2016;45(5):296–300.
25. Andelman S., DiPrinzio E., Hausman M. Elbow injuries in the pediatric athlete. *Annals of Joint*. 2018;3:21.
26. Chauvin N. A., Gustas-French C. N. Magnetic resonance imaging of elbow injuries in children. *Pediatric Radiology*. 2019;49(12):1629–1642.
27. Nguyen J. C., Degnan A. J., Barrera C. A. et al. Osteochondritis dissecans of the elbow in children: MRI findings of instability. *American Journal of Roentgenology*. 2019;213(5):1145–1151.
28. Richardson M., Kuester V. G., Hoover K. The usefulness of MRI in atypical pulled/nursemaid's elbow: A case report. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2012;32(5):e20–e22.
29. Sullivan C. W., Herron T., Hayat Z. Olecranon fracture. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing; 2023. URL: <https://europepmc.org/article/NBK/nbk537295> (accessed: 20.04.2024).
30. Alrabaa R. G., Dantzker N., Ahmad C. S. Injuries and conditions affecting the elbow flexor/pronator tendons. *Clinics in Sports Medicine*. 2020;39(3):549–563.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. Н. Савицкая – врач-рентгенолог.

Т. А. Ахадов – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, заслуженный деятель науки РФ, руководитель отдела лучевых методов диагностики.

В. А. Митиш – кандидат медицинских наук, врач-хирург.

И. А. Мельников – кандидат медицинских наук, заведующий отделением КТ-МРТ диагностики.

О. В. Божко – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник.

М. В. Ублинский – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник.

Д. М. Дмитренко – заведующий отделением рентгенодиагностики.

Н. Ю. Серова – врач-травматолог.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

A. N. Savitskaya – Radiologist.

T. A. Akhadov – Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of Radiology Department.

V. A. Mitish – Candidate of Sciences (Medicine), Surgeon.

I. A. Melnikov – Candidate of Sciences (Medicine), Head of CT-MRI Department.

O. V. Bozhko – Candidate of Sciences (Medicine), Leading Researcher.

M. V. Ublinsky – Candidate of Sciences (Biology), Senior Researcher.

D. M. Dmitrenko – Head of Radiation Therapy Department.

N. Yu. Serova – Traumatologist.