

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2021
УДК 616-001.6

Божко О.В., Ахадов Т.А., Мельников И.А., Дмитренко Д.М., Костикова Т.Д., Ублинский М.В., Валиуллина С.А., Воробьев Д.А.

Визуализация свободных костно-хрящевых фрагментов в полости коленного сустава при вывихе надколенника у детей

ГБУЗ «НИИ неотложной детской хирургии и травматологии» Департамента здравоохранения города Москвы, 119180, Москва, Россия

Цель: определение возможностей магнитно-резонансной (МРТ) и компьютерной (КТ) томографии в визуализации свободных костно-хрящевых фрагментов (КХФ) в полости коленного сустава после латерального вывиха надколенника у детей.

Материалы и методы. КТ и МРТ были проведены 220 пациентам (127 девочек и 93 мальчика) в возрасте 12–18 лет (средний возраст 14,5 года) с острым латеральным вывихом надколенника.

Результаты. Латеральный вывих надколенника в 25% случаев приводил к появлению свободных КХФ. При КТ были выявлены и подтверждены при операции свободные КХФ у 55 (100%) человек, при МРТ — у 50 (90%) человек. Местом отрыва КХФ были медиальная фасетка надколенника у 22 (38,8%) пациентов, наружный край латерального мыщелка бедренной кости — у 33 (58,2%), надколенник и латеральный мыщелок бедренной кости — у 2 (3%). Свободные КХФ, не выявленные при КТ, обнаружены при МРТ у 2 пациентов.

Заключение. Вывих надколенника является травмой, которая с большой вероятностью потребует хирургического вмешательства. Объем остеохондрального и мягкотканного поражения может быть с максимальной степенью вероятности установлен при МРТ, тогда как выявление мелких КХФ наиболее достоверно при КТ. Сочетание этих двух методов исследования дает максимально возможную информацию об объеме повреждения, что позволяет своевременно решить вопрос о тактике лечения.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; коленный сустав; надколенник; костно-хрящевой фрагмент

Для цитирования: Божко О.В., Ахадов Т.А., Мельников И.А., Дмитренко Д.М., Костикова Т.Д., Ублинский М.В., Валиуллина С.А., Воробьев Д.А. Визуализация свободных костно-хрящевых фрагментов в полости коленного сустава при вывихе надколенника у детей. *Российский педиатрический журнал*. 2021; 24(5): 317–322.
<https://doi.org/10.46563/1560-9561-2021-24-5-317-322>

Для корреспонденции: Максим Вадимович Ублинский, канд. биол. наук, науч. сотр., НИИ НДХиТ, maxublinsk@mail.ru

Участие авторов: Ахадов Т.А., Божко О.В., Мельников И.А., Валиуллина С.А. — концепция и дизайн исследования; Дмитренко Д.М., Костикова Т.Д. — сбор и обработка материала; Ублинский М.В., Божко О.В. — статистическая обработка; Ахадов Т.А., Божко О.В. — написание текста; Ахадов Т.А., Божко О.В., Ублинский М.В. — редактирование; Ахадов Т.А., Божко О.В., Мельников И.А., Валиуллина С.А. — утверждение окончательного варианта статьи; Ахадов Т.А., Божко О.В. — ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 20.09.2021
Принята в печать 28.10.2021
Опубликована 15.11.2021

Olga V. Bozhko, Tolibdzhon A. Akhadov, Ilya A. Melnikov, Dmitry M. Dmitrenko, Tatyana D. Kostikova, Maxim V. Ublinskiy, Svetlana A. Valiullina, Denis A. Vorobyev

Visualization of osteochondral fragments in the cavity of the knee joint in case of patellar dislocation in children

Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, 119180, Russian Federation

The objective was to assess the capabilities of MRI and CT in visualizing free bone and cartilage fragments in the knee cavity after lateral dislocation of the patella.

Materials and methods. CT and MRI were performed in 220 patients, including 127 girls and 93 boys aged 12 to 18 years (mean age 14.5 years), with acute lateral patellar dislocation.

Results. Lateral dislocation of the patella in 25% of cases led to the appearance of osteochondral fragments. CT scan revealed and confirmed osteochondral fragments surgery in 55 people (100%), MRI scan — in 50 people (90%). The sites of the detachment of the osteochondral fragments were: a medial facet of the patella in 22 (38.8%), the outer edge of femur lateral condyle in 33 (58.2%), t patella and lateral condyle of the femur in 2 patients (3%). Free cartilage fragments not detected by CT were detected by MRI in 2 patients.

Conclusion. Patellar dislocation is an injury that is likely to require surgery. The volume of osteochondral and soft tissue lesions can be established with the maximum degree of probability by MRI while detecting small osteochondral fragments is most reliable with CT. Combining these two observation methods provides the complete possible information about the extent of damage, which allows timely resolution of treatment tactics.

Keywords: magnetic resonance imaging; knee joint; patella; osteochondral fragment

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

For citation: Bozhko O.V., Akhadov T.A., Melnikov I.A., Dmitrenko D.M., Kostikova T.D., Ublinskiy M.V., Valiullina S.A., Vorobyev D.A. Visualization of osteochondral fragments in the cavity of the knee joint in case of patellar dislocation in children. *Rossiyskiy Pediatricheskiy Zhurnal (Russian Pediatric Journal)*. 2021; 24(5): 317–322. (in Russian). <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2021-24-5-317-322>

For correspondence: Maxim V. Ublinskiy, MD, PhD, radiologist, scientific researcher, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, 119180, Russian Federation, axublinsk@mail.ru

Contribution: Akhadov T.A., Bozhko O.V., Melnikov I.A., Valiullina S.A. — research concept and design; Dmitrenko D.M., Kostikova T.D. — collection and analysis of data; Ublinskiy M.V., Bozhko O.V. — statistical analysis; Akhadov T.A., Bozhko O.V. — writing text; Akhadov T.A., Bozhko O.V., Ublinskiy M.V. — editing; Akhadov T.A., Bozhko O.V., Melnikov I.A., Valiullina S.A. — approval of the final version of the article; Akhadov T.A., Bozhko O.V. — responsibility for the integrity of all parts of the article.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

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

Information about the authors:

Melnikov I.A., <https://orcid.org/0000-0002-2910-3711>

Ublinskiy M.V., <https://orcid.org/0000-0002-4627-9874>

Valiullina S.A., <https://orcid.org/0000-0002-1622-0169>

Received: September 20, 2021

Accepted: October 28, 2021

Published: November 15, 2021

Введение

Латеральный вывих надколенника — распространённая травма у подростков, приводящая к комплексу повреждений в суставе, включающему частичный или полный разрыв медиального удерживателя надколенника, остеохондральное повреждение надколенника и латерального мыщелка бедренной кости, гемартроз. Остеохондральное повреждение в наиболее тяжёлых случаях — это остеохондральный перелом, приводящий к появлению костно-хрящевых фрагментов (КХФ), фиксированных к связке или свободно располагающихся в полости сустава. По данным различных авторов, остеохондральный перелом при вывихе надколенника встречается в 63–76%, случаев [1–4]. При этом в 13–42% случаев в полости сустава образуются свободные КХФ [3, 5, 6].

Поскольку местом отрыва обычно являются суставные поверхности (медиальная фасетка надколенника, латеральный мыщелок бедренной кости), дефекты суставного хряща в коленном суставе являются причиной раннего развития артроза. Этот факт в сочетании с тем фактом, что основные пострадавшие — это подростки, повышает важность ранней диагностики этих состояний [7]. В настоящее время существует несколько хирургических методов восстановления суставного хряща. Лечение костно-хрящевого перелома при вывихе надколенника различается в зависимости от характера травмы и предпочтений хирурга и пациента и включает фиксацию КХФ, хирургическое удаление рыхлых тел, мозаичную пластику и имплантацию хондроцитов [8, 9].

Цель работы: определение возможностей магнитно-резонансной (МРТ) и компьютерной (КТ) томографии в визуализации свободных КХФ в полости коленного сустава после латерального вывиха надколенника у детей.

Материалы и методы

Исследование проводилось в соответствии с Этическими принципами проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъектов (Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации). Все испытуемые (если их возраст на момент исследова-

ния достиг 15 лет) или их законные представители подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

В НИИ неотложной детской хирургии и травматологии за 2019 г. было проведено КТ и МРТ 220 пациентам (127 девочек и 93 мальчика) в возрасте 12–18 лет (средний возраст 14,5 года) с острым латеральным вывихом надколенника.

КТ проводилась на двухэнергетическом 128-срезовом томографе фирмы «Philips», МРТ — на томографе 3,0 Тл («Philips»). Протокол МРТ включал получение изображений в сагиттальной проекции PDBI и STIR, корональной проекции PDBI и PDBI SPAIR, аксиальной проекции T2ВИ-SPAIR с толщиной среза 3–4 мм.

Результаты

Все 220 пациентов с клиническими симптомами вывиха надколенника исследованы с помощью КТ и МРТ, которые должны были подтвердить или снять подозрение о поражении, установить и оценить капсульно-связочные повреждения. Из 220 пациентов 122 человека были прооперированы.

По результатам оперативного лечения остеохондральное повреждение с формированием свободных фрагментов в полости коленного сустава выявлено у 55 (25%) пациентов, при этом у 2 пациентов обнаружены только хрящевые фрагменты, у 55 — КХФ. Места отрыва КХФ: медиальная фасетка надколенника — у 22 (38,8%) пациентов, наружный край латерального мыщелка бедренной кости — у 33 (58,2%), надколенник и латеральный мыщелок бедренной кости — у 2 (3%).

При КТ, проведённом 220 пациентам, КХФ выявлены у 55 (100% случаев, подтверждённых при оперативном вмешательстве) человек, по данным МРТ — у 50 (90%). У 2 пациентов при МРТ в полости сустава были выявлены хрящевые фрагменты, не определяемые при КТ.

При МРТ остеохондральные дефекты имели характерную картину: контур хряща в зоне дефекта резко обрывался, губчатое вещество кости в области отрыва имело гиперинтенсивный МР-сигнал на STIR, T2-ВИ-SPAIR, PDBI-SPAIR, обусловленный отёком. При КТ зона отрыва суставного хряща проявлялась поверхностным дефектом кости (рис. 1).

Свободные КХФ при КТ визуализировались как точечные или линейные участки костной плотности в полости сустава. Размер визуализируемых фрагментов был более 1 мм. «Свежие» КХФ имели неровные контуры (рис. 2).

Для КХФ в отдалённом периоде травмы было характерно наличие ровных склерозированных контуров (рис. 3). При МРТ КХФ имеют больший размер, чем при КТ, за счёт хрящевой части. При свежих переломах в КХФ отчётливо дифференцируются костная и хрящевая части,

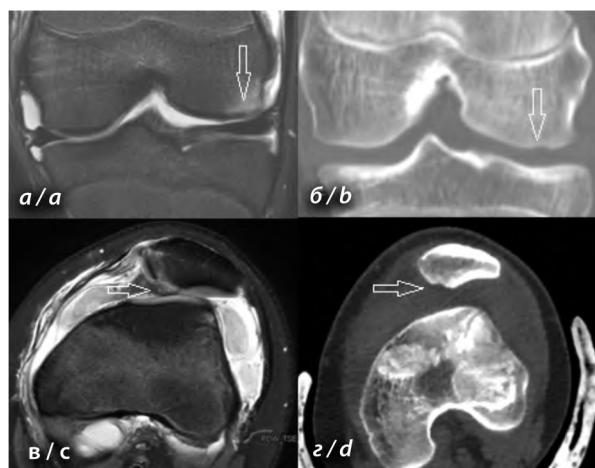


Рис. 1. Остеохондральный дефект (стрелки) в латеральном мыщелке бедренной кости (а, б) и надколеннике (в, г).

а — МРТ, PD-SPAIR, фронтальный срез; б — мультиспиральная КТ, фронтальная реконструкция; в — МРТ, PD-SPAIR, аксиальный срез; г — КТ, аксиальный срез.

Fig. 1. Osteochondral defect (arrows) in the lateral condyle of the femur (a, b), patella (c, d).

а) MRI, PD-SPAIR, frontal plane; б) MSCT, frontal reconstruction; в) MRI, PD-SPAIR, axial plane; г) CT, axial plane.

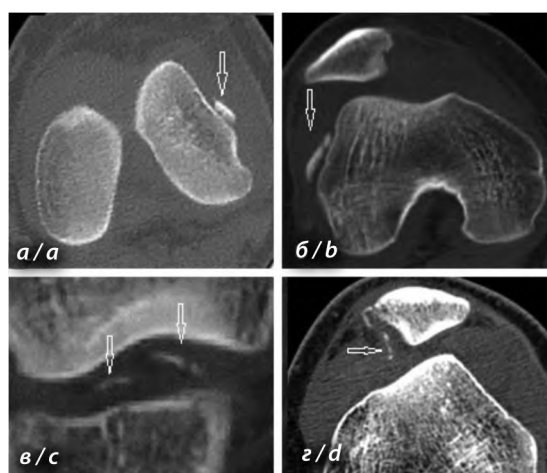


Рис. 2. КТ коленного сустава, аксиальная проекция (а, б, г) и реконструированная фронтальная проекция (в).

Свободные остеохондральные фрагменты (стрелки) в полости коленного сустава имеют вид линейных участков высокой плотности с неровными контурами.

Fig. 2. CT of the knee joint, axial projection (a, b, d) and reconstructed frontal projection (c).

Free osteochondral fragments (arrows) in the cavity of the knee joint appear as linear high-density areas with irregular contours.

контуры таких фрагментов четкие, суставной хрящ или костная пластинка могут быть фрагментированы. КХФ надколенника обычно 2–3 мм толщиной, надколенника — 1–2 мм (рис. 4).

Хрящевые фрагменты визуализировались только на МРТ, если их размеры были более 3–4 мм (рис. 5).

В отдалённом периоде травмы КХФ вследствие дегенерации хряща обычно имел закруглённые контуры, нечёткую дифференциацию на костную и хрящевую составляющие (рис. 6).

Важным является выявление частично фиксированных КХФ. Обычно такие фрагменты визуализируются в области нижнемедиального края надколенника (рис. 7).

Фрагменты могут смещаться от места отрыва, соответственно, могут выявляться в различных отделах полости сустава, поэтому необходимо тщательный анализ всех отделов полости сустава. При МРТ сложно бывает выявить КХФ на фоне сгустков крови при острой травме. Использование КТ помогает локализовать эти фрагменты (рис. 8).

Обсуждение

Вывих надколенника — это травма, при которой надколенник смещается латерально, при этом медиальный удерживатель надколенника растягивается или рвётся, надколенник ударяется медиальным краем о наружную поверхность латерального мыщелка бедра. В местах соударения — медиальном отделе надколенника и наружном отделе латерального мыщелка бедра — обнаруживаются контузионные изменения, импрессионный перелом и/или отрывной остеохондральный перелом. Остеохондральный перелом и наличие свободных КХФ в полости сустава — это показание к оперативному вмешательству. Фрагмент, образовавшийся в ходе травмы, должен быть фиксирован к месту отрыва в сроки от 10 дней до 2 мес, задержка в постановке диагноза влияет на способность к заживлению после репозиции этих повреждений, поэтому важна своевременная диагностика данного повреждения [10].

Как показывает наш опыт и данные других авторов, стандартная рентгенография малоэффективна, т.к. позволяет выявить КХФ в небольшом числе случаев (30%) [11–13]. Клинически значимую информацию о наличии свободных КХФ в полости сустава можно получить при КТ, при которой возможно выявление

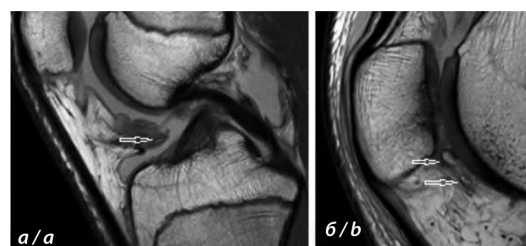


Рис. 3. КТ коленного сустава: аксиальная (а) и сагиттальная (б) проекции.

Длинные стрелки — свободные КХФ, короткая стрелка — фиксированный в медиальном удерживателе надколенника КХФ.

Fig. 3. CT of the knee joint, axial, projection (a) and sagittal projection (b). Osteochondral fragments (long arrow), bone-cartilaginous fragments fixed in the medial patella retainer (short arrow).

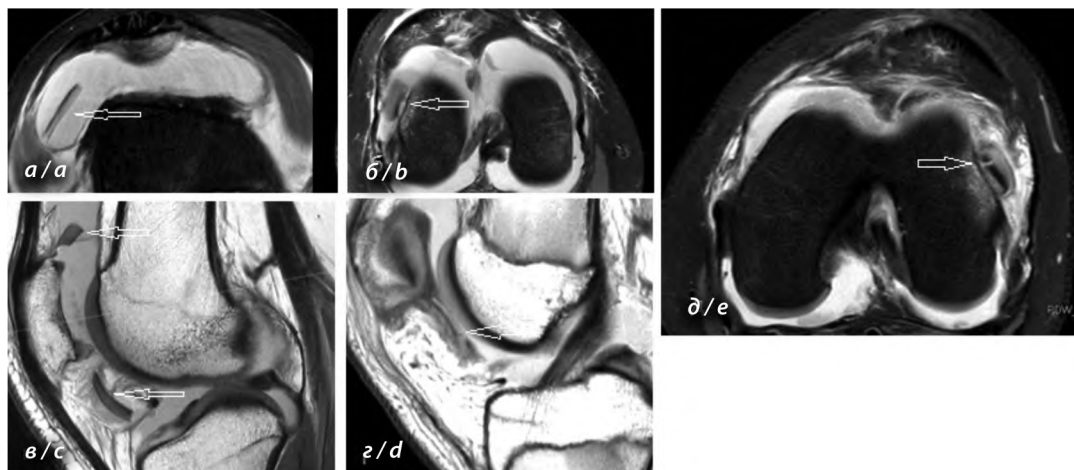


Рис. 4. МРТ коленного сустава, аксиальные срезы PD-SPAIR (а, б, д), сагиттальные срезы PDWI (в, е). Свободные «свежие» КХФ в полости коленного сустава.

Fig. 4. MRI of the knee joint, axial sections of PD-SPAIR (a, b, d), sagittal sections, PDWI (c, e). Free recent bone-cartilaginous fragments in the knee joint cavity.

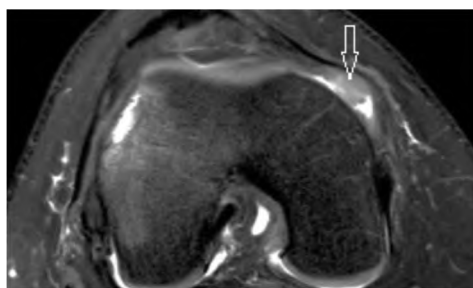


Рис. 5. МРТ коленного сустава, аксиальные срезы PD-SPAIR. Стрелка — свободные «свежие» хрящевые полости коленного сустава.

Fig. 5. MRI of the knee joint, PD-SPAIR axial sections. Free recent cartilaginous cavities of the knee joint.

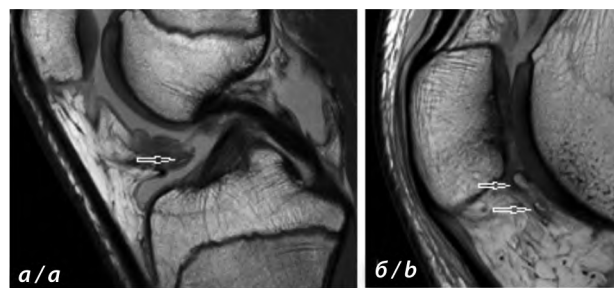


Рис. 6. МРТ коленного сустава, сагиттальные срезы PDWI (а, б). Стрелки — свободные «старые» КХФ в полости коленного сустава.

Fig. 6. MRI of the knee joint, sagittal, sections, PDWI (a, b). Free former bone-cartilaginous fragments in the knee joint cavity (arrows).

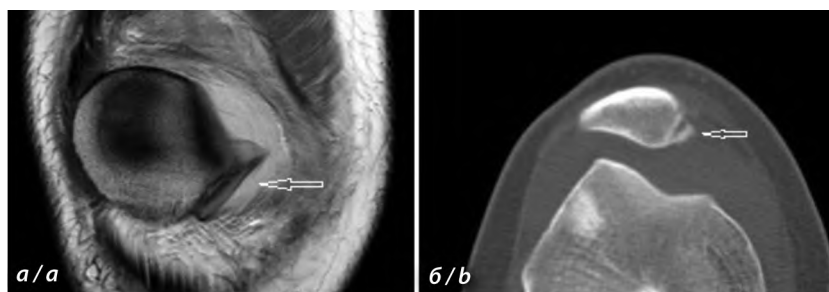


Рис. 7. МРТ коленного сустава, фронтальный срез PDWI (а); КТ, аксиальный срез (б). Стрелки — частично фиксированные к надколеннику КХФ.

Fig. 7. MRI of the knee joint, frontal section, PDWI (a). CT, axial slice (b). A bone-cartilaginous fragment partially fixed to the patella (arrow).

мелких (от 1 мм) КХФ и субхондральных дефектов кости. КТ широко используется для выявления не только последствий, но и причин вывиха надколенника, поскольку демонстрирует костную патологию и позволяет выявить особенности анатомического строения коленного сустава, которые приводят к нестабильности

надколенника [14–17]. Из сопутствующих такому виду травмы поражений, кроме костной патологии, при КТ дополнительно хорошо выявляются липо- и гемартроз, отёк мягких тканей, в то время как такой важный признак, как состоятельность связочного аппарата, остаётся за рамками возможностей метода. К тому же, назна-

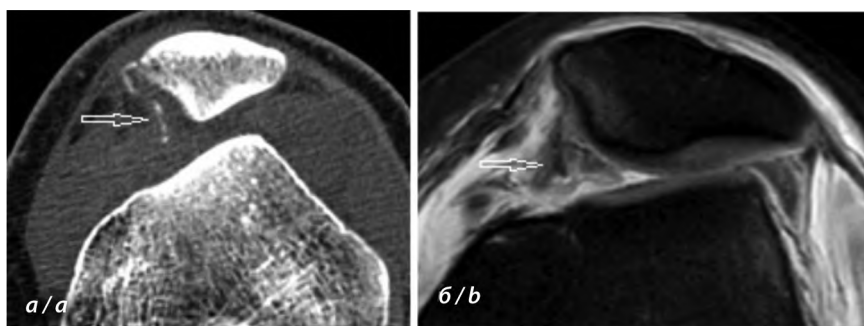


Рис. 8. Аксиальный срез КТ (а) и МРТ, PDWI (б) коленного сустава.
Стрелки — свободный КХФ в полости сустава на фоне транسخондральной гематомы.

Fig. 8. Axial section of CT (a) and MRI, PDWI (b) of the knee joint.

An osteochondral fragment in the joint cavity (arrow) against the background of a transchondral hematoma.

чая КТ, врач всегда должен помнить об ионизирующем действии рентгеновского излучения.

МРТ — метод, который эффективен для оценки поражения хряща, выявления повреждения связок и других мягкотканых структур. Отёк губчатого вещества кости также хорошо визуализируется, указывает на зоны контузии при травме и служит хорошим ориентиром для поиска возможных костно-хрящевых дефектов. МРТ обладает чувствительностью 86% и специфичностью 97% при выявлении дефектов гиалинового хряща в колене [18]. КХФ имеют при МРТ размеры больше, чем при КТ, за счёт хрящевого компонента, не визуализируемого при КТ. Однако визуализация КХФ при МРТ ограничена их размерами. По нашим данным, КХФ размерами менее 4 мм не удастся обнаружить, они теряются на фоне сгустков крови, утолщенной синовиальной оболочки. В таких случаях судить о наличии свободных КХФ можно по косвенному признаку — наличию дефектов суставного хряща. Обнаружение КХФ невозможно при КТ и затруднено при МРТ, ограничено размерами фрагмента.

Таким образом, вывих надколенника является травмой, которая с большой вероятностью потребует хирургического вмешательства. Поэтому важным является получение наиболее полной картины посттравматических изменений. Объём остеохондрального и мягкотканного поражения может быть с максимальной степенью вероятности установлен при МРТ, тогда как мелкие КХФ достоверно определяются при КТ. Сочетание этих двух методов исследования даёт максимально возможную информацию об объёме повреждения, что позволяет своевременно решить вопрос о тактике лечения.

Литература

(п.п. 1-13; 15; 16; 18 см. References)

14. Гарбуния Р.И., Миронова З.С., Мионов С.П. Компьютерная томография в норме и привычном вывихе надколенника. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1986; (2): 20–3.
17. Саутенко А.А., Огарёв Е.В., Меркулов В.Н., Ельцин А.Г., Мининков Д.С. Современные методы лучевой диагностики нестабильности надколенника у детей. Выбор способа лечения. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2018; 6(2): 29–36. https://doi.org/10.17816/PTORS6229-36

References

1. Seeley M.A., Knesek M., Vanderhave K.L. Osteochondral injury after acute patellar dislocation in children and adolescents. *J. Pediatr. Orthop.* 2013; 33(5): 511–8. https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e318288b7a0
2. Nomura E., Inoue M., Kurimura M. Chondral and osteochondral injuries associated with acute patellar dislocation. *Arthroscopy*. 2003; 19(7): 717–21. https://doi.org/10.1016/s0749-8063(03)00401-8
3. Zaidi A., Babyn P., Astori I., White L., Doria A., Cole W. MRI of traumatic patellar dislocation in children. *Pediatr. Radiol.* 2006; 36(11): 1163–70. https://doi.org/10.1007/s00247-006-0293-0
4. Franzone J.M., Vitale M.A., Shubin Stein B.E., Ahmad C.S. Is there an association between chronicity of patellar instability and patellofemoral cartilage lesions? An arthroscopic assessment of chondral injury. *J. Knee. Surg.* 2012; 25(5): 411–6. https://doi.org/10.1055/s-0032-1313747
5. Elias D.A., White L.M., Fithian D.C. Acute lateral patellar dislocation at MR imaging: injury patterns of medial patellar soft-tissue restraints and osteochondral injuries of the inferomedial patella. *Radiology*. 2002; 225(3): 736–43. https://doi.org/10.1148/radiol.2253011578
6. Guerrero P., Li X., Patel K., Brown M., Busconi B. Medial patellofemoral ligament injury patterns and associated pathology in lateral patella dislocation: an MRI study. *Sports Med. Arthrosc. Rehabil. Ther. Technol.* 2009; 1(1): 17. https://doi.org/10.1186/1758-2555-1-17
7. Laires P.A., Gouveia M., Canhao H., Rodrigues A., Gouveia N., Eusebio M., et al. Years of working life lost caused by osteoarthritis in Portugal. *Value Health*. 2015; 18(7): A642. https://doi.org/10.1016/j.jval.2015.09.2294
8. Gudas R., Simonaityte R., Cekanauskas E., Tamosiūnas R. A prospective, randomized clinical study of osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of osteochondritis dissecans in the knee joint in children. *J. Pediatr. Orthop.* 2009; 29(7): 741–8. https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3181b-8f6c7
9. Lee B.J., Christino M.A., Daniels A.H., Hulstyn M.J., Ebersson C.P. Adolescent patellar osteochondral fracture following patellar dislocation. *Knee Surg. Sports. Traumatol. Arthrosc.* 2013; 21(8): 1856–61. https://doi.org/10.1007/s00167-012-2179-z
10. Chotel F., Knorr G., Simian E., Dubrana F., Versier G. French Arthroscopy Society. Knee osteochondral fractures in skeletally immature patients: French multicenter study. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2011; 97(8 Suppl.): 154–9. https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.09.003
11. Milgram J.W., Rogers L.F., Miller J.W. Osteochondral fractures: mechanisms of injury and fate of fragments. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1978; 130(4): 651–8. https://doi.org/10.2214/ajr.130.4.651
12. Stanitski C.L., Paletta G.A. Articular cartilage injury with acute patellar dislocation in adolescents. Arthroscopic and radiographic correlation. *Am. J. Sports. Med.* 1998; 26(1): 52–5. https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e318259bc40

13. Bohndorf K. Imaging of acute injuries of the articular surfaces (chondral, osteochondral and subchondral fractures). *Skeletal Radiol.* 1999; 28(10): 545–60. <https://doi.org/10.1007/s002560050618>
14. Garbuniya R.I., Mironova Z.S., Mironov S.P. Computer tomography in normal and habitual patellar dislocation. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie.* 1986; (2): 20–3. (in Russian)
15. Tavernier T., Dejour D. Knee imaging: what is the best modality. *J. Radiol.* 2001; 82(3 Pt. 2): 387–407. (in French)
16. Dejour H., Walch G., Nove-Josserand L., Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg. Sports. Traumatol. Arthrosc.* 1994; 2(1): 19–26. <https://doi.org/10.1007/BF01552649>
17. Sautenko A.A., Ogarev E.V., Merkulov V.N., El'tsin A.G., Mininkov D.S. Current methods of patellar instability imaging in children. Selection of the best treatment approach. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta.* 2018; 6(2): 29–36. <https://doi.org/10.17816/PTORS6229-36> (in Russian)
18. Disler D.G., McCauley T.R., Kelman C.G., Fuchs M.D., Ratner L.M., Wirth C.R., et al. Fat-suppressed three-dimensional spoiled gra-

dient-echo MR imaging of hyaline cartilage defects in the knee: comparison with standard MR imaging and arthroscopy. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1996; 167(1): 127–32. <https://doi.org/10.2214/ajr.167.1.8659356>

Сведения об авторах:

Божко Ольга Васильевна, канд. мед. наук, вед. науч. сотр. отдела лучевых методов диагностики, НИИ НДХиТ, bozhko_olga@mail.ru; **Ахадов Толибджон Абдуллаевич**, доктор мед. наук, проф., руководитель отдела лучевых методов диагностики, НИИ НДХиТ, akhadov@mail.ru; **Мельников Илья Андреевич**, канд. мед. наук, врач-рентгенолог отдела лучевых методов диагностики, НИИ НДХиТ, ilyamed@mail.ru; **Дмитренко Дмитрий Михайлович**, зав. отд.-нием рентгенодиагностики НИИ НДХиТ, dmitrenich@mail.ru; **Костикова Татьяна Дмитриевна**, врач-рентгенолог отдела лучевых методов диагностики, НИИ НДХиТ, kostikovatd@gmail.com; **Валиуллина Светлана Альбертовна**, доктор мед. наук, проф., первый заместитель директора НИИ НДХиТ, руководитель отдела реабилитации, vsa64@mail.ru; **Воробьев Денис Андреевич**, науч. сотр., НИИ НДХиТ.