

**Болезнь Легга-Кальве-Пертеса и асептический некроз головки бедренной кости:
МРТ-семиотика терминальных стадий заболевания с исходом в деформирующий артроз**

Г.В. Дьячкова, М.П. Тепленький, К.А. Дьячков, Т.А. Ларионова

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия

**Legg-Calvet-Perthes disease and aseptic necrosis of the femoral head:
MRI-semiotics of the terminal disease stage with outcome in deforming arthrosis**

G.V. Diachkova, M.P. Teplenky, K.A. Diachkov, T.A. Larionova

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

Введение. Изменения, возникающие в головке бедренной кости при болезни Легга-Кальве-Пертеса и асептическом некрозе на ранних стадиях, описаны достаточно подробно. **Цель исследования** заключалась в изучении состояния тазобедренного сустава у больных болезнью Легга-Кальве-Пертеса и асептическим некрозом головки бедренной кости методом магнитно-резонансной томографии (МРТ) в терминальных стадиях заболевания и при формировании симптомокомплекса деформирующего артроза. **Материалы и методы.** В ретроспективное одноцентровое исследование (серия случаев) методом магнитно-резонансной томографии (МРТ) включено 15 пациентов с асептическим некрозом головки бедренной кости и болезнью Легга-Кальве-Пертеса. **Результаты.** В исследуемой группе больных преобладали больные с III-IV стадиями заболевания. У пяти больных в третьей – четвертой стадии заболевания имела место полная горизонтализация хрящевой губы в результате смещения головки кнаружи. У семи больных горизонтализация была выражена меньше, и угол хрящевой губы составлял от 5 до 10°. Изучение хрящевого ацетабулярно-головчатого индекса показало, что у 9 из 13 пациентов его величина была менее 75–77 %. При наличии III–IV стадии изменения формы головки, ее латерализация выражены больше. **Дискуссия.** Комплекс патологических изменений в тазобедренном суставе при болезни Легга-Кальве-Пертеса и асептическом некрозе головки бедренной кости, особенно у детей, наиболее полно выявляется методом МРТ, позволяя оценить состояние головки бедренной кости, вертлужной впадины, всех мягкотканых и хрящевых образований сустава. Одним из наиболее важных показателей является латерализация суставной губы, которая отражает степень механического напряжения в ней в результате смещения головки бедренной кости.

Ключевые слова: тазобедренный сустав, асептический некроз головки бедренной кости, болезнь Легга-Кальве-Пертеса, МРТ

Introduction The changes that occur in the femoral head in Legg-Calvet-Perthes disease and aseptic necrosis in the early stages have been described sufficiently. The **aim** of the work was to study the condition of the hip joint in patients with Legg-Calvet-Perthes disease and aseptic necrosis of the femoral head with magnetic resonance imaging (MRI) in the terminal stages of the disease and by formation of a symptomatic complex of deforming arthrosis. **Materials and methods** A retrospective single-centre MRI study (case series) included 15 patients with aseptic necrosis of the femoral head and Legg-Calvet-Perthes disease. **Results** Among the studied group of patients, patients with stages III–IV of the disease prevailed. Five patients in the third - fourth stage of the disease had complete horizontalization of the cartilaginous labrum as a result of the outward displacement of the head. In seven patients, horizontalization was less pronounced, and the angle of the cartilaginous labrum ranged from 5 to 10°. The study of the cartilaginous acetabular index showed that in 9 out of 13 patients its value was less than 75–77 %. In stages III–IV, changes in the shape of the head and its lateralization is more pronounced. **Discussion** The complex of pathological changes in the hip joint in Legg-Calvet-Perthes disease and aseptic necrosis of the femoral head, especially in children, is most fully revealed with MRI, allowing to assess the state of the femoral head, acetabulum, all soft tissue and cartilaginous formations of the joint. One of the most important indicators is the lateralization of the cartilaginous labrum which reflects the severity of the mechanical stress in it resulting in displacement of the femoral head.

Keywords: hip joint, aseptic necrosis of the femoral head, Legg-Calvet-Perthes disease, MRI

ВВЕДЕНИЕ

По данным литературы, частота встречаемости болезни Легга-Кальве-Пертеса отличается не только в различных странах, но и в рамках сравнительно небольших территорий одного города, и колеблется от 0,4/100000 до 29,0/100000 случаев [1–5]. Большинство исследований связывают процесс заболевания с комбинированными эффектами генетической предрасположенности, повышением уровня лептина, измененной дифференцировкой мезенхимальных стволовых клеток, мутацией фактора V системы гемостаза и другими изменениями [1, 6–8]. Изменения, возникающие в головке бедренной кости при болезни Легга-Кальве-Пертеса на ранних стадиях, изучены с применением комплекса современных методов диагностики (МСКТ, МРТ, УЗИ) [9–11].

Для определения стадии заболевания болезни Легга-Кальве-Пертеса применяют различные классификации [10, 12–14]. Для выявления ранней стадии заболевания наиболее эффективной является МРТ [10, 15, 16].

Большое количество работ посвящено и асептическому некрозу (АН) головки бедренной кости [17, 18, 19]. Ключевым моментом патологической цепи событий при развитии нетравматического асептического некроза является нарушение кровообращения в микроциркуляторном русле, провоцирующее ишемию и деструкцию участка костной ткани [8, 10, 20, 21]. Одна из главных проблем, которая обсуждается рентгенологами и ортопедами, – это классификация степени повреждения головки бедренной кости при асептическом некрозе для решения вопроса о необходимости, сроках и методе

Роль трехмерной визуализации при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава / Г.В. Дьячкова, М.П. Тепленький, К.А. Дьячков, Т.А. Ларионова // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 3. С. 370–375. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-3-370-375

Diachkova G.V., Teplenky M.P., Diachkov K.A., Larionova T.A. Legg-Calvet-Perthes disease and aseptic necrosis of the femoral head: MRI-semiotics of the terminal disease stage with outcome in deforming arthrosis. *Genij Ortopedii*, 2020, vol. 26, no 3, pp. 370–375. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-3-370-375

лечения [9, 22, 23]. Существует как минимум 16 различных классификационных схем [12, 24, 25, 26]. Появление магнитно-резонансной томографии (МРТ), как метода выбора при исследовании АН, и ее широкое использование привело к появлению системы классификации остеонекроза Steinberg, University of Pennsylvania osteonecrosis classification system, Association Research Circulation Osseous на основе данных МРТ. Стадии с I по IV классифицируются по проценту поражения головки бедренной кости: А < 15 %, В 15–30 %, С > 30 % [26]. Однако имеет значение не только степень поражения го-

ловки, но и всех составляющих тазобедренного сустава (вертлужной впадины, капсулы, мышц), что определяет выбор метода лечения и диктует применение МРТ как наиболее эффективного метода не только ранней, но и детальной визуализации патологических изменений в тазобедренном суставе.

Цель исследования. Изучить состояние тазобедренного сустава у больных болезнью Легга-Кальве-Пертеса и АН головки бедренной кости методом МРТ в терминальных стадиях заболевания и при формировании симптомокомплекса деформирующего артроза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ретроспективное одноцентровое исследование (серия случаев с января 2018 по январь 2020 года) года включено 15 пациентов с АН головки бедренной кости и болезнью Легга-Кальве-Пертеса в возрасте от 5 до 18 лет (уровень доказательности: серия отдельных случаев (V); исследование серии случаев с определенным диагнозом не предполагает контрольной группы) [27].

У двух больных было двустороннее поражение. Больные обследованы методом МРТ. Исследование выполнено на магнитно-резонансном томографе Magnetom Symphony фирмы Siemens (1,5 Тл). Использовали режимы t2 tse и t1 fl2d, без и с подавлением сигнала жира. На фронтальных, аксиальных и сагиттальных срезах проводили измерение толщины суставного хряща, высоты зоны роста, изучали структуру головки бедренной кости, вертлужной впадины, также оценивали МР-сигнал в сравнении с контралатеральной стороной. Кроме того, определяли угол хрящевой губы, который, в зависимости от изменения контуров головки и ее латерализации, уменьшался до нулевого значения при полной горизонтализации хрящевой губы или имел отрицательное значение (рис. 1).

Исследование выполнено в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Все лица, участвующие в исследовании, или их законные представители подписали информированное согласие на участие и публикацию данных без идентификации личности. Критерии включения: дети с болезнью Легга-Кальве-Пертеса и асептическим некрозом головки бедренной кости в возрасте 5–18 лет. Критерии исключения: лица старше 18 лет.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета анализа данных Microsoft EXCEL-2010 и программы Attestat-2001. Для определения нормальности распределения выборки использовали критерий Шапиро–Уилка. При нормальном распределении количественных показателей использовали t-критерий Стьюдента. В остальных случаях использовали непараметрические методы (критерий Манна–Уитни, критерий Вилкоксона). Принятый уровень значимости – $p < 0,05$.

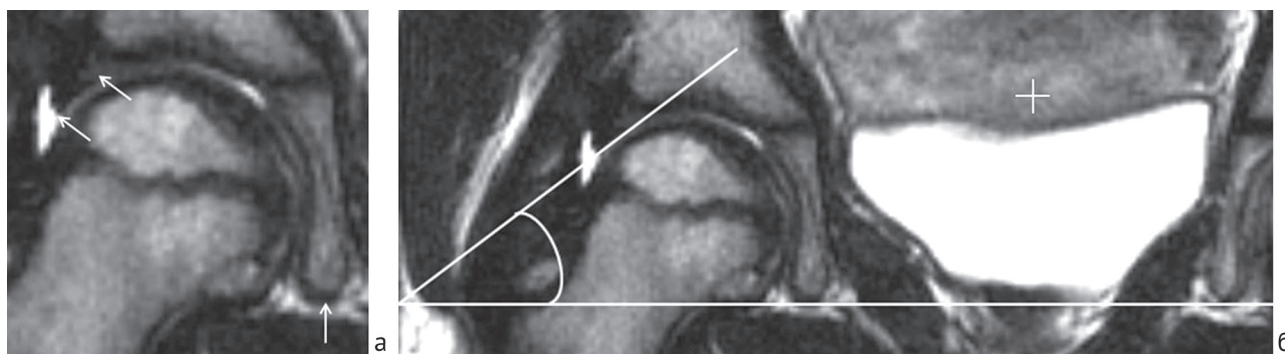


Рис. 1. МРТ тазобедренных суставов, корональный срез Т2ВИ. Измерение угла губы (УГ). Угол образован пересечением линии, связывающей наиболее дистальную точку (белая стрелка, а) обеих фигур слезы, и линии, соединяющей наиболее проксимальную и дистальную точки (две стрелки, а), где верхняя губа контактирует с проксимальным эпифизом бедра (б) [10]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характер изменений головки бедренной кости у больных с болезнью Легга-Кальве-Пертеса определялся стадией процесса и индивидуальными особенностями течения заболевания. Однако многие пациенты оказываются в поле зрения врача тогда, когда изменения в головке бедренной кости выходят далеко за рамки 1–2 стадии, и рентгеноморфологические и МРТ – изменения в головке невозможно оценить с помощью предложенных количественных схем (3–4 стадии). Первая стадия заболевания, которая наиболее ярко визуализируется методом МРТ, не была выяв-

лена ни у одного из обследованных нами пациентов. У двух больных имела место вторая стадия заболевания, которая характеризовалась демаркацией участка некроза (табл. 1).

Интенсивность изображения некротического участка в различных последовательностях может отличаться в зависимости от характера изменений, выявленных в зоне деструкции, в связи с чем выделяют четыре типа МР-изображения. В представленном примере некротический фокус имел гипоинтенсивный сигнал на Т1ВИ и на Т2ВИ (рис. 2).

Таблица 1

Распределение больных с болезнью Легга-Кальве-Пертеса в зависимости от возраста и стадии заболевания

Стадия заболевания	Возраст (лет)		
	5–8	9–12	13–18
2	2	–	–
3	1	3	–
3–4	–	2	8

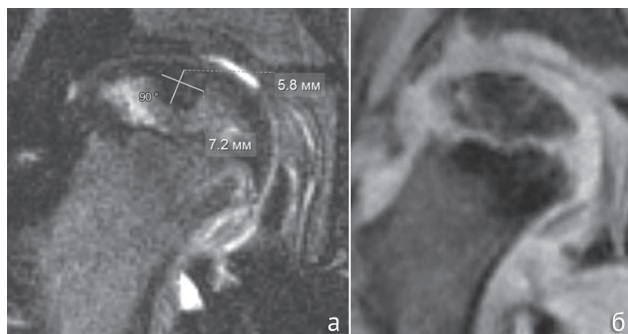


Рис. 2. МР-томограмма тазобедренных суставов больного И., 8 лет. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса, 2 ст.; t2 tse cor fs (а); t1-fl2d fs, коронарная плоскость (б)

Головка бедренной кости умеренно уплощена, расширена, ее диаметр – 3,9 см (с противоположной стороны – 3,5 см). Ядро окостенения неоднородной структуры, фрагментировано в передне-медиальном отделе, размерами 2,6 × 2,6 × 1,08 см. Суставной хрящ локально утолщен до 3,9 мм (с противоположной стороны – 2,3–2,9 мм). Эпифизарная ростковая зона имела неравномерную высоту – от 1,2 до 2,0 мм. На здоровой конечности высота ростковой зоны на всем протяжении составляла 2,8 мм. В суставной полости на стороне некроза – умеренный выпот.

В обоих случаях при второй стадии заболевания был выявлен вторичный экссудативный синовит, а также проявления хронического воспалительного процесса в виде гипертрофии синовиальной оболочки, различной степени выраженности изменений капсулы и хряща. Суставной хрящ вертлужной впадины имел различную толщину, в теле подвздошной кости на Т1ВИ определялись очаги различной интенсивности.

У четырех больных имела место III стадия заболевания (стадия импрессионного перелома). На МР-томограммах определялось уплощение, фрагментация эпифиза. Гиалиновый хрящ, покрывающий головку бедренной кости и вертлужную впадину, неравномерной толщины, неоднородной структуры. Количество вы-

пота в суставной полости увеличено. У пяти больных были выражены изменения крыши вертлужной впадины: неровный деформированный контур, неоднородный сигнал, особенно по краю впадины, фрагментация хряща. У двух пациентов на фоне неровного контура крыши вертлужной впадины имели место краевые дефекты. У пяти больных в третьей – четвертой стадии заболевания имела место полная горизонтализация хрящевой губы в результате смещения головки кнаружи, при этом хрящевая губа находилась на одном уровне с крышей вертлужной впадины (рис. 3).

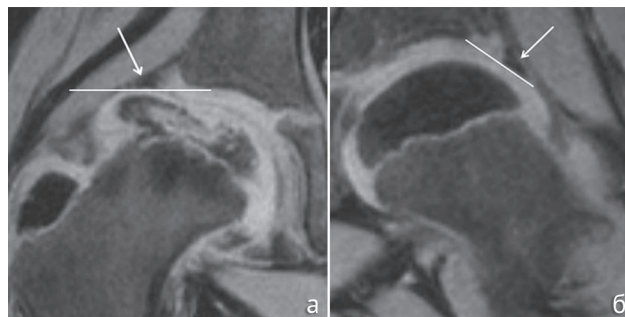


Рис. 3. МР-томограмма тазобедренных суставов больного П., 10 лет. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса, 3 ст.; t1 fl2d fs, коронарная плоскость. Горизонтализация хрящевой губы вертлужной впадины (а) в сравнении со здоровой стороной (б)

У семи больных горизонтализация была выражена меньше, и угол хрящевой губы составлял от 5 до 10°. В двух случаях угол хрящевой губы имел отрицательную величину в результате значительного смещения головки. Изучение хрящевого ацетабулярно-головчатого индекса показало, что у 9 из 13 пациентов его величина была менее 75–77 % (табл. 2)

Таблица 2

Распределение больных по величине хрящевого ацетабулярно-головчатого индекса

Стадия заболевания	Величина индекса		
	< 75 %	< 77 %	> 77 %
2	–	1	1
3	3	3	–
3–4	5	3	–

У четырех больных имел место асептический некроз головки бедренной кости. К одному из симптомов асептического некроза головки бедренной кости относят увеличение ширины «фигуры слезы», которая у одного из пациентов на стороне поражения составляла 9 мм, с противоположной – 6,5 мм (рис. 4).



Рис. 4. МР-томограмма тазобедренных суставов больного П., 10 лет. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса, 3 ст.; t2 tse, коронарная плоскость. Увеличение ширины «фигуры слезы», горизонтализация хрящевой губы вертлужной впадины

По данным МРТ в поздних стадиях заболевания в 11 суставах отмечена деформация головки, субхондрально расположенный фрагмент, отделенный от головки бедренной кости зоной высокой интенсивности сигнала на T2-ВИ и зоной низкоинтенсивного сигнала на T1-ВИ, что подтверждало преобладание вторичных дегенеративных изменений в тазобедренном суставе (кокстартоза 3–4 стадии). Особенно тяжелые изменения отмечались у больных с двусторонним асептическим некрозом, как у больного Д., 14 лет, с третьей стадией заболевания справа и второй слева. Справа головка бедренной кости субтотально коллабирована, расширена, с неровным контуром, фрагментирована, смещена латерально, покрытие головки до 50 %. Угол хрящевой губы имел отрицательную величину (-15°). Суставные хрящи головки и вертлужной впадины визуализировались фрагментарно. Имел место незначительный отек костного мозга в структуре головки и шейки, участок некроза в верхней трети бедренной кости размером до

2 см. Количество синовиальной жидкости в полости сустава увеличено. Слева головка уплощена с вдавлением суставной поверхности и неровным ее контуром. Умеренная гипотрофия ягодичных мышц (рис. 5).

При запущенной форме процесса МРТ, как и все методы лучевой диагностики, выявляла признаки дистрофического процесса в суставе при 4 стадии заболевания и деформирующем артрозе 3 ст. У трех больных отмечалась грибовидная деформация головки, которая имела структуру «кроны баобаба» (термин предложен проф. Г.В. Дьячковой), имело место укорочение шейки бедренной кости, уплощение вертлужной впадины. Суставные хрящи головки и вертлужной впадины были неравномерно истончены. Покрытие головки – до 70 %. Суставная капсула утолщена, растянута, образует завороты в переднем и нижнем отделах сустава. Синовиальная оболочка диффузно утолщена. Количество синовиальной жидкости в полости сустава увеличено, что особенно наглядно визуализируется на рисунке 6, в.

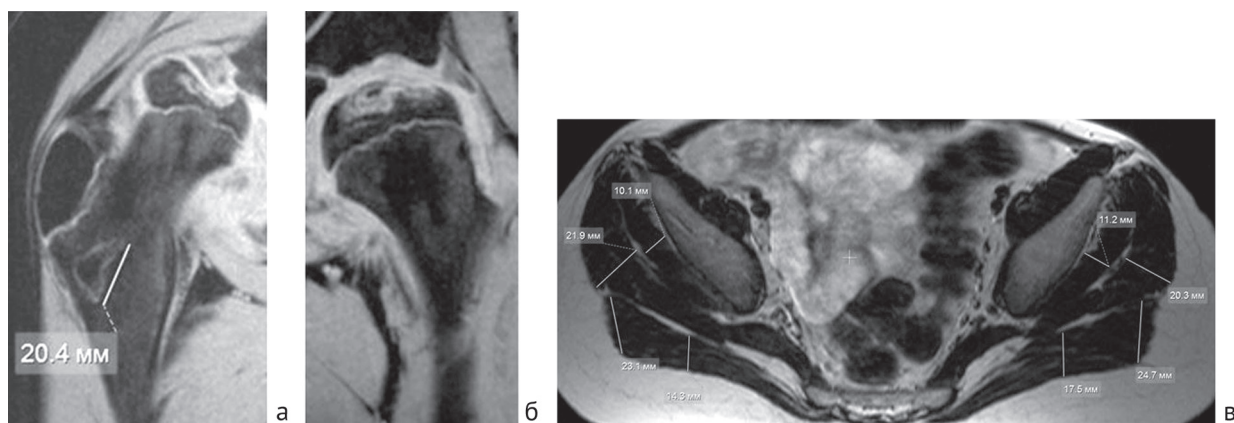


Рис. 5. МРТ тазобедренных суставов больного Д., 14 лет. Асептический некроз головки бедренной кости, 3 стадия справа (а – t1 fl2d fs cor, б – t2 tse cor), 2 стадия слева (в – t2 tse tra). Подвывих головки справа. Синовит. Участки патологического сигнала в структуре бедренных костей (очаги некроза). Гипотрофия ягодичных мышц (в)

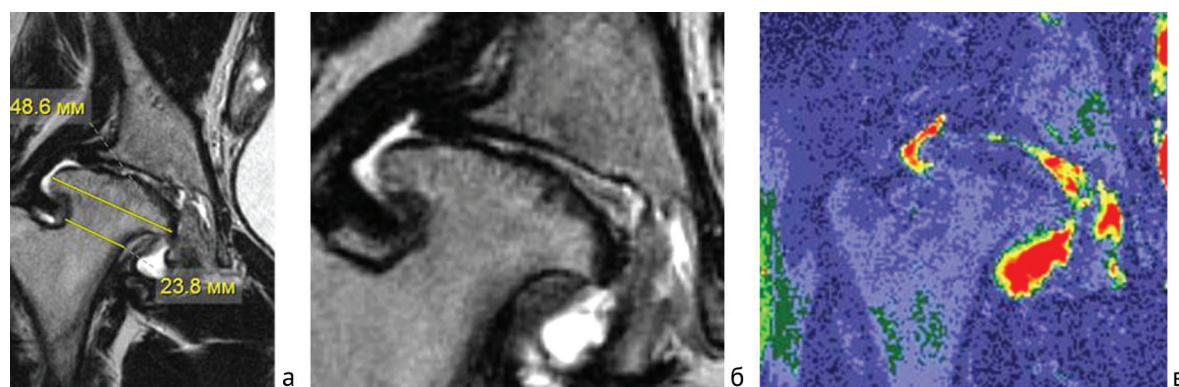


Рис. 6. МР-томограммы тазобедренных суставов больного Б., 17 лет. Фронтальная плоскость (а, б – t2 tse cor). Цветовая карта (в). Асептический некроз головки бедренной кости, 4 стадия справа, ДОА 3 ст.

ОБСУЖДЕНИЕ

Изучению эпидемиологии, этиологии, диагностики, лечения больных с АН головки бедренной кости и болезнью Легга-Кальве-Пертеса постоянно уделяется особое внимание, проведено большое количество исследований [1, 5, 6, 16]. Многие из них посвящены проблемам ранней диагностики указанной патологии, возможностям современных методов исследования [10, 15, 19]. Применение МРТ позволило значительно изменить ситуацию с ранним выявлением АН головки бедренной кости и болезни Легга-Кальве-Пертеса, открыло

возможности мониторировать изменения в структуре головки, детально изучать костные и мягкотканые образования тазобедренного сустава, а также визуализировать наличие выпота в суставе [10, 11, 15, 28, 29]. В ряде работ описаны протоколы исследования тазобедренного сустава при наличии признаков воспаления в головке бедренной кости, определения зоны и размеров некротизированных участков, целостности поверхности сустава и наличия субхондральных переломов, изучена МРТ – семиотика ранних стадий заболевания [10, 17,

19, 29, 30]. Однако чаще всего в ортопедические клиники поступают больные с выраженными изменениями в тазобедренном суставе, когда имеет место 3–4 стадия процесса, и задача лучевых методов исследования заключается уже не в выявлении начальных изменений в головке бедренной кости, а в определении тяжести анатомо-топографических нарушений в суставе для определения тактики лечения. Данная ситуация имела место в наших наблюдениях, когда у 12 из 15 больных была 3–4 стадия заболевания с выраженными изменениями всех компонентов тазобедренного сустава. Многие авторы считают, что в этих случаях достаточно использовать классическую рентгенографию, тогда как необходимость выполнения МРТ, по нашему мнению, диктуется многими причинами: возможностью выявить степень покрытия головки у детей, наличие и выраженность синовита, состояние капсулы, визуализировать зону отека, оценить состояние суставного хряща, изменения костного мозга. При изучении рентгенологических изменений у больных с болезнью Пертеса обращают внимание, как правило, на состояние головки бедренной кости, тогда как вертлужная впадина не всегда является объектом исследования, однако есть работы, в которых описана горизонтализация хрящевой губы [10]. Более подробное исследование вертлужной впадины методом рентгено-

графии представлено в исследовании S. Huhnstock et al., 2017, где авторы высказали мнение, что расширение и гипертрофия вертлужной впадины могут быть вызваны гиперемией и более высокой метаболической активностью. Второй причиной служит изменение размеров головки бедренной кости, препятствующее естественному наклону вертлужной впадины и приводящее к горизонтализации латерального края [14]. Вторая причина, с нашей точки зрения, наиболее вероятна. Изучение методом МРТ вертлужной впадины в работе Y. Shirai et al. показало значительное уменьшение угла хрящевой губы, которое коррелировало с латеральным подвывихом и экструзией [10]. Это совпадает с нашими данными, поскольку полная горизонтализация хрящевой губы отмечена у пяти больных с третьей – четвертой стадией заболевания при выраженной латерализации головки. У двух больных угол хрящевой губы имел отрицательное значение, в этих случаях у пациентов головка была не только латерализована, но и смещена проксимально (экструзия). Применение МРТ позволило получить дополнительную информацию о состоянии вертлужной впадины, изучить ее в трех плоскостях, определить состояние и толщину суставного хряща, расположение хрящевой губы, наличие и расположение очагов отека и деструкции в головке бедренной кости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплекс патологических изменений в тазобедренном суставе при болезни Легга-Кальве-Пертеса и АН головки бедренной кости, особенно у детей, наиболее полно выявляется методом МРТ, позволяя оценить состояние головки бедренной кости, вертлужной впадины, всех мягкотканых и хрящевых образований сустава, степень выраженности синовита, дополняя данные рентгенографии при 3–4 стадии заболевания с признаками деформирующего артроза, когда применение ее не диктуется алгоритмами. Од-

ним из наиболее важных показателей, который наиболее точно определяется на МР-томограммах, является латерализация суставной губы, а также хрящевой ацетабулярно-головчатый индекс.

Статья выполнена в рамках темы "Оптимизация лечения детей и пациентов молодого возраста с некрозом головки бедра различной этиологии и его последствиями" государственного задания на осуществление научных исследований и разработок ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крутикова Н.Ю., Виноградова А.Г. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса // Вопросы современной педиатрии. 2015. Т. 14, № 5. С. 548-552. DOI: 10.15690/VSP.V14I5.1437.
2. Aetiology of Legg-Calvé-Perthes disease: A systematic review / V. Pavone, E. Chisari, A. Vescio, C. Lizzio, G. Sessa, G. Testa // World J. Orthop. 2019. Vol. 10, No 3. P. 145-165. DOI: 10.5312/wjo.v10.i3.145.
3. Loder R.T., Skopelja E.N. The epidemiology and demographics of Legg-Calvé-Perthes' disease // ISRN Orthop. 2011. Vol. 2011. P. 504393. DOI: 10.5402/2011/504393.
4. Mullan C.J., Thompson L.J., Cosgrove A.P. The Declining Incidence of Legg-Calvé-Perthes' Disease in Northern Ireland: An Epidemiological Study // J. Pediatr. Orthop. 2017. Vol. 37, No 3. P. e178-e182. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000819.
5. Ibrahim T., Little D.G. The Pathogenesis and Treatment of Legg-Calvé-Perthes Disease // JBJS Rev. 2016. Vol. 4, No 7. P. 01874474-201607000-00003. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.15.00063.
6. Кожевников О.В., Лысиков В.А., Иванов А.В. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса: этиология, патогенез, диагностика и лечение // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2017. № 1. С. 77-87.
7. Мустафин Р.Н., Хуснутдинова Э.К. Аvascularный некроз головки бедренной кости // Тихоокеанский медицинский журнал. 2017. № 1 (67). С. 27-35.
8. Lespasio M.J., Sodhi N., Mont M.A. Osteonecrosis of the Hip: A Primer // Perm J. 2019. Vol. 23. P. 18-100. DOI: 10.7812/TPP/18-100.
9. Radiological analysis of cystic lesion in osteonecrosis of the femoral head / F. Gao, J. Han, Z. He, Z. Li // Int. Orthop. 2018. Vol. 42, No 7. P. 1615-1621. DOI: 10.1007/s00264-018-3958-z.
10. MRI appearance in the early stage of Legg-Calvé-Perthes disease to predict lateral pillar classification: A retrospective analysis of the labral horizontalization / Y. Shirai, K. Wakabayashi, I. Wada, Y. Tsuboi, M. Ha, T. Otsuka // J. Orthop. Sci. 2018. Vol. 23, No 1. P. 161-167. DOI: 10.1016/j.jos.2017.11.009.
11. MRI and sonography in Legg-Calvé-Perthes disease: clinical relevance of containment and influence on treatment / N.M. Jandl, T. Schmidt, M. Schulz, W. Rütther, M.H.F. Stuecker // J. Child. Orthop. 2018. Vol. 12, No 5. P. 472-479. DOI: 10.1302/1863-2548.12.180033.
12. Which Classification System is Most Useful for Classifying Osteonecrosis of the Femoral Head? / K. Takashima, T. Sakai, H. Hamada, M. Takao, N. Sugano // Clin. Orthop. Relat. Res. 2018. Vol. 476, No 6. P. 1240-1249. DOI: 10.1007/s11999.00000000000000245.
13. ARCO (Association Research Circulation Osseous): Committee on Terminology and Classification. ARCO News. 1992. Vol. 4. P. 41-46.
14. Radiographic classifications in Perthes disease / S. Huhnstock, S. Svenningsen, E. Merckoll, A. Catterall, T. Terjesen, O. Wiig // Acta Orthop. 2017. Vol. 88, No 5. P. 522-529. DOI: 10.1080/17453674.2017.1340040.
15. Westhoff B., Lederer C., Krauspe R. Morbus Perthes – Neuigkeiten in der Diagnostik und Behandlung // Orthopade. 2019. Vol. 48, No 6. P. 515-522. DOI: 10.1007/s00132-019-03737-2.

16. Role of advanced imaging in the diagnosis and management of active Legg-Calvé-Perthes disease / J.C. Laine, B.D. Martin, S.A. Novotny, D.M. Kelly // J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2018. Vol. 26, No 15. P. 526-536. DOI: 10.5435/JAAOS-D-16-00856.
17. Bohndorf K., Roth A. Bildgebung und Klassifikation der aseptischen Hüftkopfnekrose // Orthopade. 2018. Vol. 47, No 9. P. 729-734. DOI: 10.1007/s00132-018-3615-7.
18. Imaging and histopathological aspects in aseptic osteonecrosis of the femoral head / M.R. Trăistaru, D. Kamal, K.C. Kamal, O.C. Rogoveanu, M. Popescu, S. Bondari, D.O. Alexandru, N. Ionovici, D.C. Grecu // Rom. J. Morphol. Embryol. 2015. Vol. 56, No 4. P. 1447-1453.
19. Бунов В.С., Тепленький М.П., Олейников Е.В. Особенности гемодинамики в шейке бедренной кости у детей с асептическим некрозом головки бедра // Гений ортопедии. 2016. № 4. С. 27-35.
20. Мартусевич Н.А., Гудкевич Е.В., Мурзич А.Э. Роль сосудистых и метаболических факторов в патогенезе нетравматического асептического некроза костной ткани // Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски. 2018. Т. 2, № 2. С. 427-431.
21. Факторный анализ биохимических и клинических показателей асептического некроза головки бедренной кости / С.В. Бородин, Е.Е. Волков, М.В. Гордеев, А.П. Голощапов // Гений ортопедии. 2018. Т. 24, № 4. С. 487-491.
22. Analysis of damage in relation to different classifications of pre-collapse osteonecrosis of the femoral head / Y. Zhang, K. Tian, X. Ma, L. Zhang, R. Sun, H. Wang, Y. Liu, G. Zhou // J. Int. Med. Res. 2018. Vol. 46, No 2. P. 693-698. DOI:10.1177/0300060517719625.
23. Pericollapse Stage of Osteonecrosis of the Femoral Head: A Last Chance for Joint Preservation / Q.Y. Zhang, Z.R. Li, F.Q. Gao, W. Sun // Chin. Med. J. (Engl). 2018. Vol. 131, No 21. P. 2589-2598. DOI: 10.4103/0366-6999.244111.
24. Брюханов А.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике асептического остеонекроза головки бедренной кости (лекция) // Радиология-практика. 2014. № 1. С. 38-47.
25. Grecula M.J. CORR Insights®: Which Classification System Is Most Useful for Classifying Osteonecrosis of the Femoral Head? // Clin. Orthop. Relat. Res. 2018. Vol. 476, No 6. P. 1250-1252. DOI: 10.1097/01.blo.0000533640.75452.45.
26. Steinberg M.E., Hayken G.D., Steinberg D.R. A quantitative system for staging avascular necrosis // J. Bone Joint Surg. Br. 1995. Vol. 77, No 1. P. 34-41.
27. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины / пер. с англ. под общ. ред. С.Е. Бащинского, С.Ю. Варшавского. М.: МедиаСфера, 1998. 352 с.
28. Quantitative MRI Helps to Detect Hip Ischemia: Preclinical Model of Legg-Calvé-Perthes Disease / C.P. Johnson, L. Wang, F. Tóth, O. Aruwajoye, C.S. Carlson, H.K.W. Kim, J.M. Ellermann // Radiology. 2018. Vol. 289, No 2. P. 386-395. DOI: 10.1148/radiol.2018180497.
29. Differences in magnetic resonance findings between symptomatic and asymptomatic pre-collapse osteonecrosis of the femoral head / H. Hatanaka, G. Motomura, S. Ikemura, Y. Kubo, T. Utsunomiya, S. Baba, K. Kawano, Y. Nakashima // Eur. J. Radiol. 2019. Vol. 112. P. 1-6. DOI: 10.1016/j.ejrad.2019.01.002.
30. Prognostic analysis of different morphology of the necrotic-viable interface in osteonecrosis of the femoral head / W. Wu, W. He, Q.-S. Wei, Z.-Q. Chen, D.-W. Gao, P. Chen, Q.-W. Zhang, B. Fang, L.-L. Chen, B.-L. Li // Int. Orthop. 2018. Vol. 42, No 1. P. 133-139. DOI: 10.1007/s00264-017-3679-8.

Рукопись поступила 25.03.2020

Сведения об авторах:

1. Дьячкова Галина Викторовна, д. м. н., профессор, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dgv_2003@list.ru
2. Тепленький Михаил Павлович, д. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
3. Дьячков Константин Александрович, д. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dka_doc@mail.ru
4. Ларионова Татьяна Адиславовна, к. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: lar_rad@mail.ru

Information about the authors:

1. Galina V. Diachkova, M.D., Ph.D., Professor, Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation, Email: dgv_2003@list.ru
2. Mikhail P. Teplenky, M.D., Ph.D., Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation
3. Konstantin A. Diachkov, M.D., Ph.D., Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation, Email: dka_doc@mail.ru
4. Tat'iana A. Larionova, M.D., Ph.D., Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation, Email: lar_rad@mail.ru