



Анализ эффективности применения томосинтеза при диагностике остеохондропатии головки бедренной кости (болезнь Легга – Кальве – Пертеса)

Васильев А.Ю.¹ • Карпов С.С.²

Актуальность. Несмотря на то что на долю остеохондропатии головки бедренной кости приходится 2,9% от всех заболеваний костно-мышечной системы и 25% патологии тазобедренного сустава, эта проблема требует особого внимания, так как несвоевременная диагностика приводит к инвалидизации пациента. **Цель** – сравнение и уточнение рентгенологической семиотики болезни Легга – Кальве – Пертеса при стандартной цифровой рентгенографии и томосинтезе. **Материал и методы.** Восемьдесят шесть пациентов в возрасте от 5 до 12 лет с остеохондропатией головки бедренной кости были распределены в две группы: 43 пациентам из первой группы выполнялась стандартная цифровая рентгенография в двух проекциях (в прямой и по Лаунштейну) и 43 из второй – только томосинтез в прямой проекции. Исследование проведено на рентгенодиагностическом аппарате FDR AcSelerate 200 (Fujifilm, Япония) с функцией томосинтеза. Рентгенологические признаки патологии оценивали по группам, выделенным в зависимости от стадии заболевания: у 24 пациентов была диагностирована I стадия, у 20 – II, у 20 – III и у 22 – IV и V. **Результаты.** При I стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса стандартная цифровая рентгенография не

выявила патологических изменений костной ткани ни в одном случае ($n_1=12$, 100%). Однако при использовании томосинтеза у всех пациентов группы ($n_2=12$, 100%) отмечалось минимальное уплотнение костной структуры на стороне поражения. Еще в 9 (75%) случаях методикой томосинтеза обнаружено изменение субхондрального отдела головки пораженного бедра в виде кистоподобной перестройки костно-трабекулярной структуры, а у 2 (17%) пациентов визуализировалось уплощение внутреннего полюса эпифиза. Во II стадии заболевания в ходе стандартной цифровой рентгенографии в 8 (80%) случаях определялось сдавление головки и расширение суставной щели, в 6 (60%) – отсутствие субхондрального просветления и в 4 (40%) – уплотнение структуры головки бедра. При использовании методики томосинтеза у всех пациентов ($n_2=10$, 100%) визуализировались признаки внутрисуставного выпота, в 6 (60%) наблюдениях выявлены участки остеонекроза, в 8 (80%) определялось нарушение конгруэнтности края головки бедра и вертлужной впадины. В III стадии заболевания у всех пациентов, которым была выполнена стандартная рентгенография ($n_1=10$, 100%), отмечалось гомогенное затемнение головки бедренной кости с отсутствием ее костного

рисунка, в 6 (60%) случаях визуализировалось укорочение шейки. При использовании томосинтеза у всех пациентов ($n_2=10$, 100%) отмечался внутрисуставной выпот, у 9 (90%) – фрагментация головки, у 7 (70%) – укорочение и утолщение шейки бедренной кости. У пациентов обеих групп с IV и V стадиями заболевания выявлено одинаковое количество встречающихся признаков, за исключением подвывиха головки бедра кнаружи (при стандартной цифровой рентгенографии – 63,6%, при томосинтезе – 81,8%). Точность, чувствительность и специфичность при стандартной рентгенографии составили 73,3, 70,3 и 71,2%, а при томосинтезе – 91,8, 92,4 и 93,1% соответственно. **Заключение.** Методика томосинтеза превосходит по точности, чувствительности, специфичности и прогностичности положительного и отрицательного результатов стандартную цифровую рентгенографию. Можно рекомендовать использование томосинтеза в качестве метода выбора в диагностике остеохондропатии головки бедренной кости.

Ключевые слова: томосинтез, рентгенография, дети и подростки, остеохондропатия, болезнь Легга – Кальве – Пертеса

doi: 10.18786/2072-0505-2017-45-1-14-22



По данным официальной статистики, в структуре общей патологии населения Российской Федерации болезни костно-мышечной системы занимают третье место, при этом в 2014 г. заболеваемость составила 13562,9 на 100 тыс. населения, а темп прироста за пятилетний период – 8,5% [1].

Несмотря на то что на долю остеохондропатии головки бедренной кости приходится 2,9% от всех заболеваний костно-мышечной системы и 25% патологии тазобедренного сустава, эта проблема требует особого внимания, поскольку несвоевременная диагностика приводит к инвалидизации пациента [2].

Болезнь Легга – Кальве – Пертеса – патология головки бедренной кости, патогенез которой заключается в нарушении кровоснабжения хряща бедренной кости с постепенным развитием некроза эпифиза. В разное время в качестве причин ее возникновения рассматривали нарушение симпатической иннервации внутрикостных сосудов головки, наличие триггерного инфекционного агента и ряд других, однако все выдвигавшиеся гипотезы были опровергнуты, не найдя практического подтверждения. Сегодня предполагается полиэтиологичность процесса [3].

Наиболее часто клинические проявления болезни Легга – Кальве – Пертеса отмечаются в возрастном периоде с 4 до 8 лет [4].

К одному из существенных факторов, влияющих на характер и исход лечения, а также прогноз заболевания, относят полную и своевременную диагностику. Особенно важно выявление заболевания на ранних стадиях – именно в этом случае при назначении адекватной терапии можно достичь наиболее полного восстановления костных структур у большинства пациентов и избежать инвалидизации. Ранняя диагностика заболеваний костно-суставной системы у детей и подростков представляет еще большие трудности, чем у взрослых пациентов. Это связано с возрастными особенностями строения суставов, а также незавершенным процессом оссификации [5].

Рентгенологическое исследование в двух проекциях остается одним из наиболее востребованных методов визуализации, поскольку выполняет роль первичной диагностики. Однако нередко ограничения метода преобладают над диагностической ценностью. Сложности вызывает интерпретация изображения объемного объекта вследствие суммационного эффекта, что требует использования дополнительных укладок и прицельных снимков и ведет к увеличению дозы облучения [6, 7].

Преодолеть суммационный эффект позволяет новая рентгеновская методика томосинтеза, представляющая собой развитие линейной томографии, где вместо рентгеновской пленки используется плоская панель-детектор, фиксирующая низкодозовые экспозиции, которые математически обрабатываются в серию тонких срезов, благодаря чему четко визуализируется структура ткани [8]. Сегодня применение методики томосинтеза в ортопедии у детей и подростков весьма ограничено, вероятнее всего, вследствие недостатка теоретических аспектов и алгоритмов ее использования [9].

Цель – уточнение рентгеновской семиотики болезни Легга – Кальве – Пертеса при стандартной цифровой рентгенографии и томосинтезе на разных стадиях заболевания, а также сравнение диагностической эффективности методик.

Материал и методы

Обследованы 86 пациентов в возрасте от 5 до 12 лет с остеохондропатией головки бедренной кости в различных стадиях болезни Легга – Кальве – Пертеса. Стадии заболевания – с I по V – были выставлены клинически на основании подробно собранного анамнеза, жалоб, клинического осмотра и данных рентгенологического исследования. Большинство были мальчики – 65 (76%), девочек была 21 (24%). По стадиям заболевания пациенты распределились следующим образом: I стадия диагностирована у 24, II – у 20, III – у 20, IV и V стадии – у 22 больных.

Пациенты были разделены на две равные по численности группы ($n_1=43$, $n_2=43$). Детям из первой группы были сделаны стандартные рентгеновские снимки в двух проекциях (в прямой и по Лаунштейну), а из второй выполнен томосинтез в прямой проекции. Исследование проведено на рентгенодиагностическом аппарате FDR AcSelerate 200 (Fujifilm, Япония) с функцией томосинтеза. Укладка и исследование пациентов при стандартной рентгенографии и томосинтезе выполнены в соответствии с разработанным общепринятым международным стандартом этических норм и качества научных исследований. Проведение исследования одобрено Межвузовским комитетом по этике (протокол № 10-14 от 27.11.2014). Родителями всех пациентов подписано информированное согласие на проведение исследования.

Использованы следующие физико-технические параметры съемки:

- расстояние облучения (SID) – расстояние сканирования от трубки до плоской панели – 100 см;

Васильев Александр Юрьевич – д-р мед. наук, профессор, генеральный директор¹

Карпов Сергей Сергеевич – аспирант кафедры лучевой диагностики²
 ✉ 121108, г. Москва, ул. Пивченкова, 3/1–6, Российская Федерация.
 Тел.: +7 (906) 747 76 31.
 E-mail: sergey.s.karpov@gmail.com

¹ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики»; 109431, г. Москва, ул. Авиаконструктора Миля, 15/1, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России; 127473, г. Москва, ул. Делегатская, 20–1, Российская Федерация

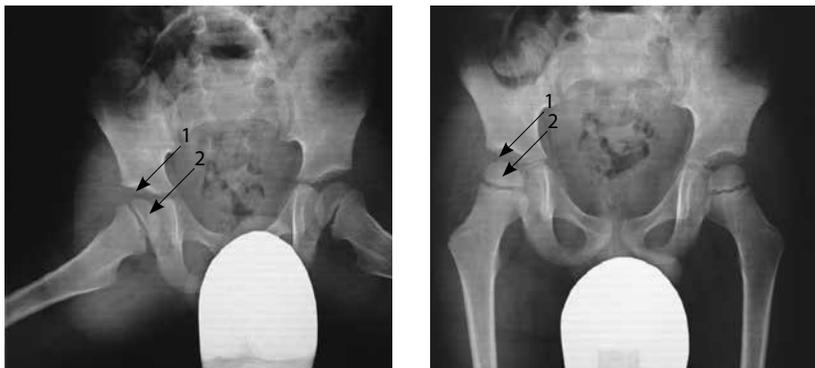


Рис. 1. Рентгенологические признаки I стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса; 1 – минимальное расширение суставной рентгеновской щели, 2 – сохранение формы головки бедренной кости



Рис. 2. Признаки I стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса, выявленные с помощью методики томосинтеза; 1 – минимальное уплотнение головки правой бедренной кости, 2 – уплощение внутреннего полюса эпифиза правой бедренной кости

- угол отклонения трубки – 35 градусов;
- расстояние центрального среза (мм) – в зависимости от возраста пациента;
- высота сканируемого объекта (мм) – в зависимости от возраста пациента;
- интервал между срезами – толщина среза – 4 мм;
- ток рентгеновской трубки при стандартной рентгенографии – 170 мА, при томосинтезе – 200 мА;
- напряжение при использовании стандартной рентгенографии и томосинтезе – 81 кВ;
- размер кадра (раскрытие коллиматорной щели) – 18 × 20 см.

Подсчет всех статистических показателей выполняли с помощью программы IBM SPSS Statistics v22. Для качественных данных рассчитывали абсолютные и относительные (в %) значения. Оценку информативности различных методов исследования у больных с верифицированным диагнозом проводили по следующим показателям: чувствительность, специфичность, точность, а также прогностическая ценность положительного и отрицательного результатов.

Результаты

При поступлении все дети с I стадией болезни Легга – Кальве – Пертеса ($n_1 = 12$, $n_2 = 12$) предъявляли жалобы на непостоянную боль в области тазобедренного сустава и периодическую хромоту. У 6 из них дополнительно при опросе выявлены жалобы на боль в области коленного сустава.

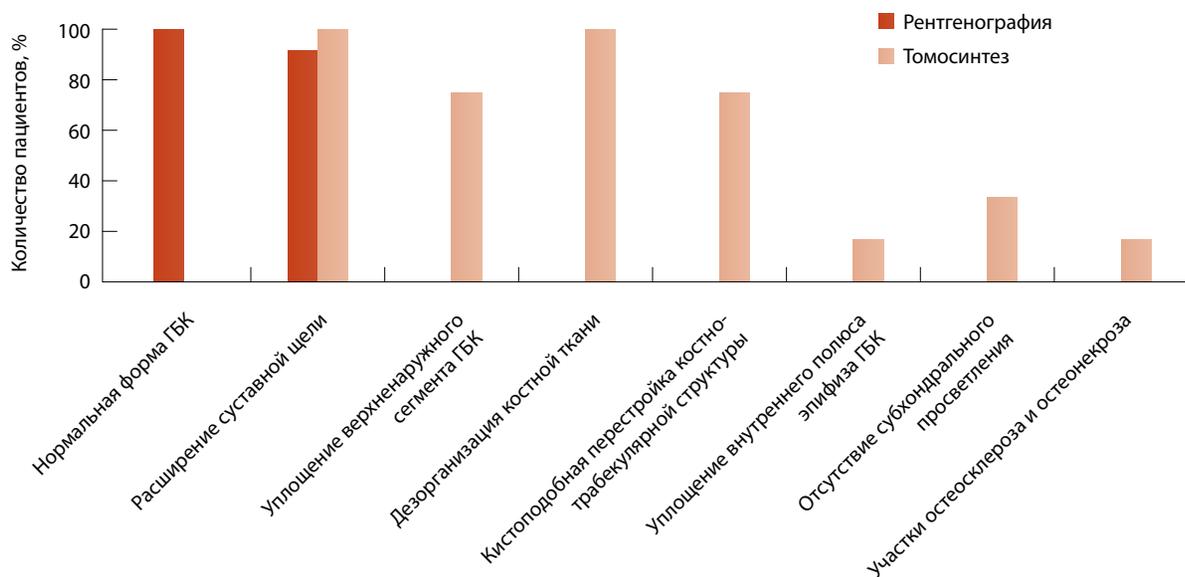


Рис. 3. Частота выявления изменений бедренной кости у пациентов с I стадией болезни Легга – Кальве – Пертеса с помощью стандартной цифровой рентгенографии и томосинтеза; ГБК – головка бедренной кости



Во всех случаях наблюдались умеренные болезненные ощущения при пальпации и перкуссии в проекции головки бедренной кости, а также большого вертела. Объем движений в тазобедренном суставе у всех пациентов данной группы был умеренно ограничен за счет отведения и внутренней ротации.

При оценке рентгенограмм патологические изменения костной ткани не обнаружены. Во всех случаях форма головки бедренной кости сохранялась в пределах нормы. При этом у большинства пациентов (91,7%) отмечено минимальное расширение рентгеновской суставной щели вследствие наличия выпота (рис. 1).

На снимках, полученных с помощью методики томосинтеза, у всех детей с I стадией болезни Легга – Кальве – Пертеса визуализировалось минимальное уплотнение костной структуры на стороне поражения в субхондральном отделе головки бедренной кости. У 9 пациентов наблюдалась кистоподобная перестройка костно-трабекулярной структуры. В 2 случаях отмечалось уплощение внутреннего полюса эпифиза и увеличение суставной щели до 3 мм, что указывало на начало «проседания» головки бедра. В 8 наблюдениях на снимке в прямой проекции отсутствовало субхондральное просветление. Кроме того, у 2 детей определялись четкие участки остеосклероза и мелкие участки остеонекроза в головке и шейке бедренной кости. Конгруэнтность суставных поверхностей во всех случаях была сохранена. Выпот в суставной

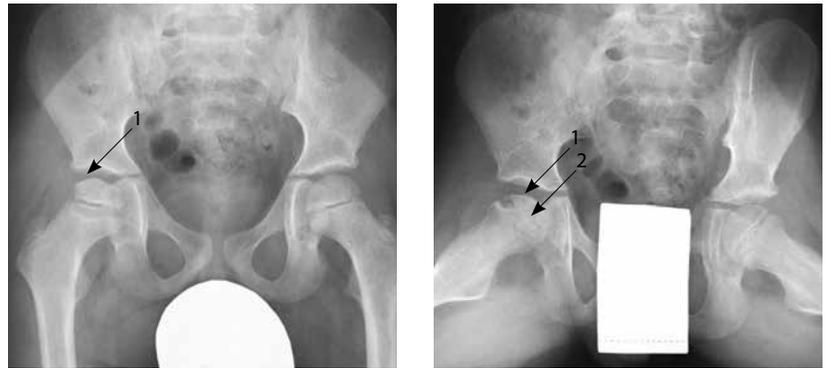


Рис. 4. Рентгенологические признаки II стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса; 1 – расширение суставной щели, 2 – снижение высоты головки бедренной кости (только в проекции по Лаунштейну)

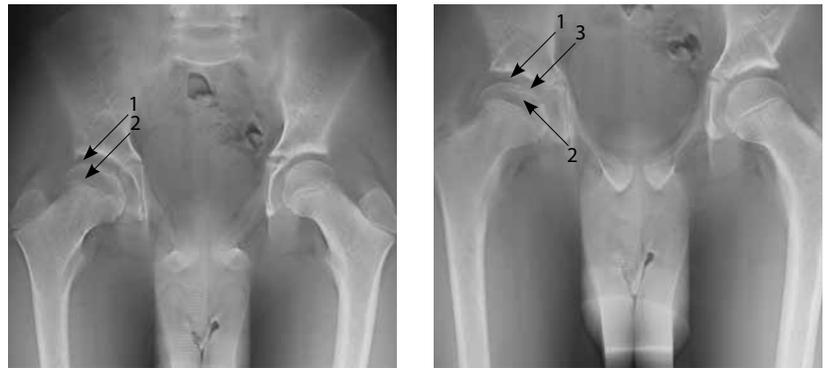


Рис. 5. Признаки II стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса, выявленные с помощью методики томосинтеза; 1 – участки остеосклероза, 2 – снижение объема костной ткани головки бедренной кости, 3 – участки остеонекроза

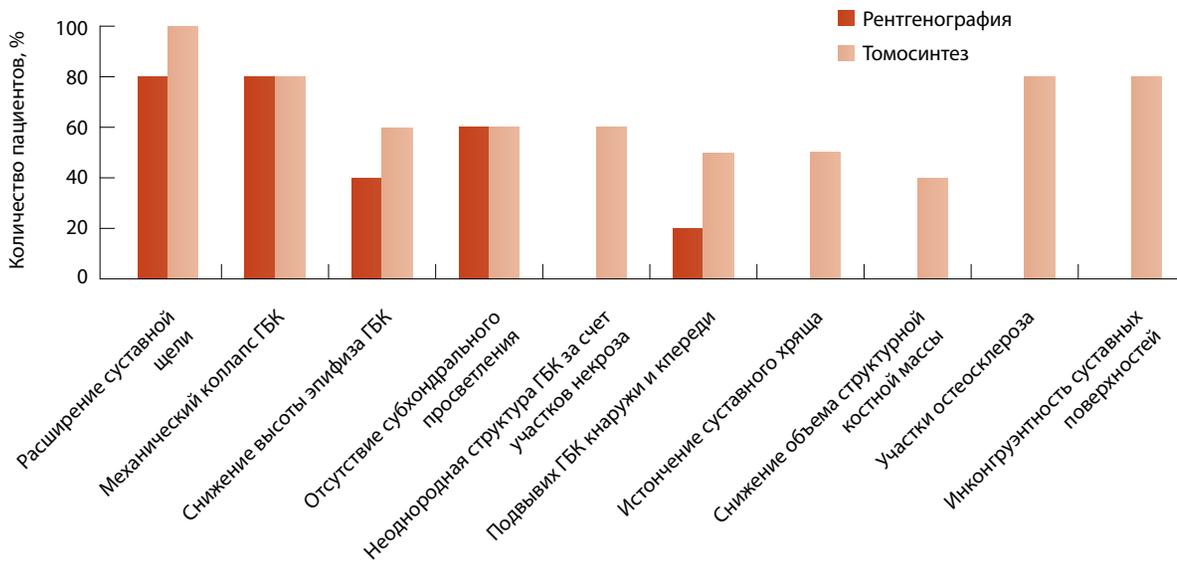


Рис. 6. Частота выявления изменений тазобедренного сустава у пациентов со II стадией болезни Легга – Кальве – Пертеса с помощью стандартной цифровой рентгенографии и томосинтеза; ГБК – головка бедренной кости

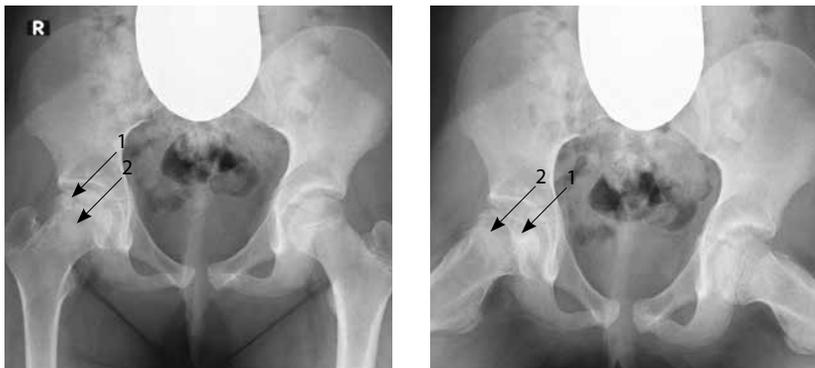


Рис. 7. Рентгенологические признаки III стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса; 1 – участки просветления в головке правой бедренной кости, 2 – минимальное расширение и укорочение шейки бедра



Рис. 8. Признаки III стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса, выявленные с помощью методики томосинтеза; 1 – фрагментация головки левой бедренной кости, 2 – выпот в полости сустава

капсуле и, соответственно, расширение суставной щели определены у всех пациентов данной группы (рис. 2).

Мы сопоставили частоту выявления изменений бедренной кости в I стадию заболевания с помощью различных методов диагностики (рис. 3). Оказалось, что патологические изменения тазобедренного сустава в большинстве случаев обнаружены с помощью методики томосинтеза, а метод рентгенографии был малоэффективным, поскольку позволял лишь по косвенным признакам заподозрить наличие выпота в суставе.

Пациенты со II стадией асептического некроза головки бедренной кости ($n_1=10$, $n_2=10$) предъявляли жалобы на постоянную боль в тазобедренном суставе (беспокоила в течение 3–6 месяцев), интенсивность которой возрастала при физической нагрузке ($n_1=8$, $n_2=8$). У 6 детей была боль, иррадиирующая в коленный сустав. При осмотре у 3 пациентов была выявлена гипотрофия мышц бедра. Пальпация и перкуссия в проекции головки бедра и большого вертела вызывали боль у всех детей этой группы. Кроме того, во всех наблюдениях отмечалось ограничение подвижности в пораженном суставе, при этом чаще выявлялось ограничение внутренней ротации ($n_1=8$, $n_2=8$).

При анализе рентгенограмм больных со II стадией заболевания (рис. 4) в 8 наблюдениях определялось сдавление головки бедренной кости и расширение суставной щели. Более чем

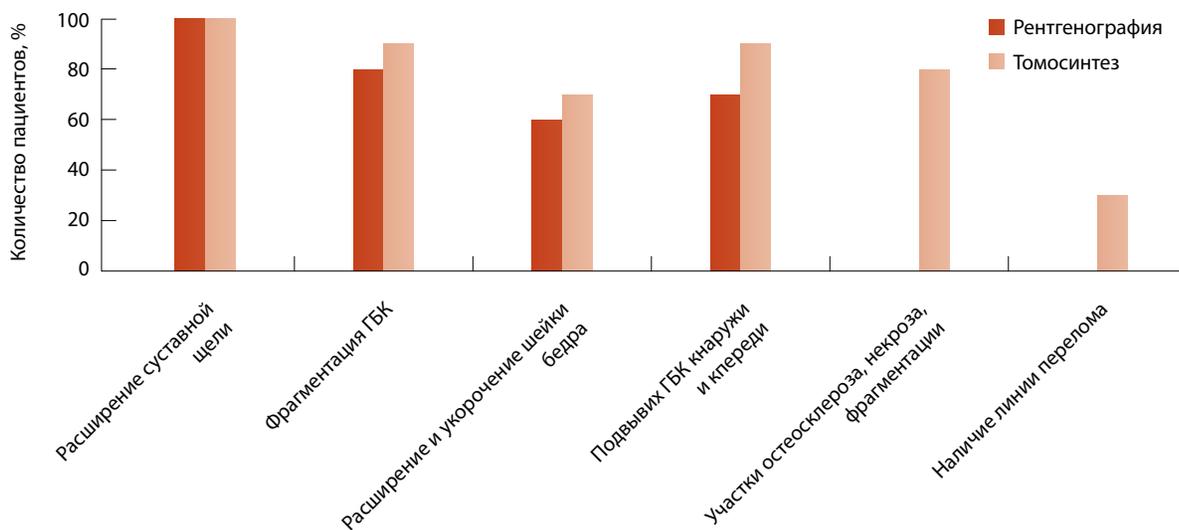


Рис. 9. Частота выявления изменений тазобедренного сустава у пациентов с III стадией болезни Легга – Кальве – Пертеса с помощью стандартной цифровой рентгенографии и томосинтеза; ГБК – головка бедренной кости

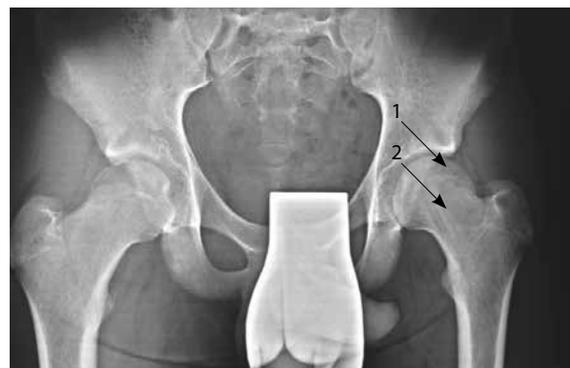


Рис. 10. Рентгенологические признаки IV стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса; 1 – грибовидная деформация головки левой бедренной кости, 2 – расширение и укорочение шейки бедра

Рис. 11. Рентгенологические признаки V стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса; 1 – грибовидная деформация головки левой бедренной кости, 2 – расширение и укорочение шейки бедра

в половине случаев ($n_1=6$, $n_2=6$) визуализировалось отсутствие субхондрального просветления. Снижение высоты эпифиза и уплотнение структуры головки бедра наблюдалось у 4 детей. Вместе с тем в 2 случаях на рентгеновских снимках в прямой проекции патологические изменения не визуализировались.

На снимках, полученных с использованием методики томосинтеза, отмечалось значительное (до 40%) снижение объема костной ткани (в сравнении с интактным участком). У всех пациентов ($n_2=10$) визуализировались признаки внутрисуставного выпота, а в 8 случаях – участки остеосклероза. Кроме того, у 6 детей были выявлены мелкие участки остеонекроза в головке бедра. Нарушение конгруэнтности края головки бедра и вертлужной впадины обнаружено у 8 пациентов данной группы (рис. 5).

Анализ показал: с помощью стандартной рентгенографии расширение суставной щели и снижение высоты эпифиза бедренной кости выявлялись чаще, чем с помощью томосинтеза (рис. 6).

При обследовании детей с III стадией остеохондропатии головки бедренной кости установлено, что все они ($n_1=10$, $n_2=10$) предъявляли жалобы на боль в тазобедренном суставе и непостоянную хромоту. Во время объективного осмотра у всех пациентов данной группы была выявлена выраженная гипотрофия мышц пораженной конечности, боль при пальпации и перкуссии в проекции тазобедренного сустава и большого вертела. Объем движений в пораженном суставе во всех случаях был значительно ограничен – в положении сгибания до 90° угол отведения не превышал 45° , внутренняя ротация обычно ограничивалась 15° , а разгибание бедра

ограничено до 10° . Следует также отметить, что все движения в пораженном суставе были весьма болезненны.



Рис. 12. Признаки IV стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса, выявленные с помощью методики томосинтеза; 1 – однородная структура сниженной по высоте грибовидно деформированной головки бедренной кости, 2 – укорочение и расширение шейки бедренной кости



Рис. 13. Признаки V стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса, выявленные с помощью методики томосинтеза; 1 – однородная структура сниженной по высоте грибовидно деформированной головки бедренной кости, 2 – укорочение и расширение шейки бедренной кости

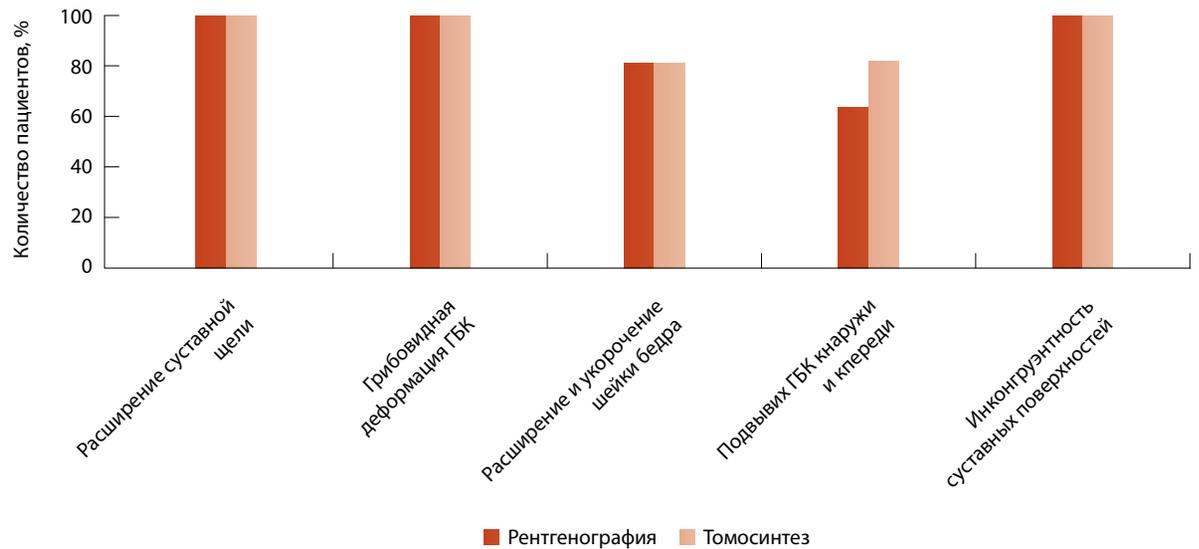


Рис. 14. Частота выявления признаков IV и V стадии болезни Легга – Кальве – Пертеса с помощью стандартной цифровой рентгенографии и томосинтеза; ГБК – головка бедренной кости

На рентгенограммах у всех пациентов головка бедренной кости была равномерно гомогенно затемнена, а ее костный рисунок не визуализировался. При этом в 80% случаев отмечалось снижение высоты головки бедра. Суставная щель была расширена у всех пациентов. В 60% наблюдений помимо «проседания» головки бедренной кости на снимках выявлялось укорочение ее шейки (рис. 7).

Согласно результатам анализа снимков, полученных с применением методики томосинтеза, у всех детей имелся внутрисуставной выпот и расширение суставной щели. В 90% случаев отмечалась фрагментация головки бедра на несколько бесструктурных изолированных фрагментов неправильной формы. Контуры этих участков были резко отграничены и неровны, особенно со стороны шейки. Затемнения на

снимке соответствовали разрастаниям соединительной ткани. У 70% пациентов выявлено утолщение и укорочение шейки бедра (рис. 8).

Как видно из данных рис. 9, частота выявления симптомов болезни Легга – Кальве – Пертеса (фрагментация головки бедренной кости, расширение и укорочение шейки бедра, а также подвывих головки бедра) с помощью рентгенографии была меньше, чем при использовании томосинтеза.

С IV и V стадиями заболевания обследованы 22 пациента ($n_1 = 11$, $n_2 = 11$). Все они при поступлении предъявляли жалобы на боль и ограничение подвижности в тазобедренном суставе, хромоту. При объективном осмотре отмечено ограничение внутренней ротации у 8, отведения бедра – у 9 пациентов. Кроме того, у большинства пациентов данной группы ($n_1 = 7$, $n_2 = 7$) выявлена гипотрофия мышц пораженной конечности.

При анализе рентгенограмм у всех детей определялся выпот в полость сустава и деформация головки бедренной кости. Остальные рентгенологические признаки заболевания наблюдались реже, однако остеохондропатия головки бедра в IV и V стадиях была диагностирована во всех случаях (рис. 10 и 11), так же как и при исследовании с помощью методики томосинтеза (рис. 12 и 13). Частота выявления всех признаков заболевания в данную стадию с помощью различных методов лучевой диагностики была сопоставимой (рис. 14). Следовательно, исходом асептического некроза головки бедра

Сравнительный анализ эффективности использованных методик лучевой диагностики болезни Легга – Кальве – Пертеса

Показатель, %	Рентгенография	Томосинтез
Чувствительность	70,3	92,4
Специфичность	71,2	93,1
Точность	73,3	91,8
Прогностичность положительного результата	75,2	87,2
Прогностичность отрицательного результата	55,6	79,2



становится ее грибовидная деформация, подвывих кнаружи и кпереди, что убедительно доказывают результаты рентгенографии, а данные томосинтеза дополняют исследование.

Что касается эффективности использованных методик визуализации, по всем анализируемым параметрам томосинтез продемонстрировал большую чувствительность, специфичность и точность, а также прогностическую ценность в отношении положительных и отрицательных результатов (таблица).

По данным зарубежных авторов, методика томосинтеза в диагностике патологии суставов сопоставима по информативности с компьютерной томографией, которая считается «золотым стандартом» в диагностике патологии костной структуры. Однако использование томосинтеза имеет важное преимущество: исследование выполняется на том же рентгенодиагностическом

аппарате, то есть оно быстрее и безопаснее для пациента, так как дозовая нагрузка, благодаря оптимизации физико-технических параметров, снижается до 25 раз по сравнению с компьютерной томографией [10–12].

Заключение

Томосинтез превосходит стандартную цифровую рентгенографию по всем показателям информативности и обладает существенным преимуществом перед стандартной рентгенографией – с его помощью можно получать большое количество томограмм без суммационного эффекта, при этом визуализируются как передняя, так и задняя поверхности эпифиза бедренной кости. Это позволяет рекомендовать методу томосинтеза в качестве метода выбора при диагностике остеохондропатии головки бедренной кости. ©

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Литература

1. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения по итогам деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации за 2014 год [Электронный ресурс]. Доступно на: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/programms/doklad-o-sostoyanii-zdorovya-naseleniya-i-organizatsii-zdravoohraneniya-po-itogam-deyatelnosti-organov-ispolnitelnoy-vlasti-subektov-rossiyskoy-federatsii-za-2014-god> (дата обращения: 06.01.2017).
2. Выборнов ДЮ, Гуревич АИ, Тихоненко ТИ, Лозова ЮИ, Гуревич АБ. Динамическая ультрасонография в комплексной диагностике и лечении болезни Пертеса у детей. *Детская хирургия*. 2010;(6):6–8.
3. Крутикова НЮ, Виноградова АГ. Болезнь Легга – Кальве – Пертеса. Вопросы современной педиатрии. 2015;14(5):548–52. doi: 10.15690/vsp.v14i5.1437.
4. Loder RT, Skopelja EN. The epidemiology and demographics of legg-calvé-perthes' disease. *ISRN Orthop*. 2011;2011:504393. doi: 10.5402/2011/504393.
5. Дрантусова НС. Комплексная лучевая диагностика диспластического коксартроза у детей. *Врач-аспирант*. 2010;40(3.1):151–5.
6. Боголепова НН, Ростовцев МВ. Опыт использования томосинтеза в детском лечебном учреждении. *Медицинская визуализация*. 2010;(2):67–72.
7. Солодкий ВА, Рожкова НИ, Мазо МЛ. Новейшие технологии в диагностике заболеваний молочной железы. Эффективная фармакотерапия. *Онкология, гематология и радиология*. 2012;(4):8–11.
8. Баранов ВА. Нелинейные структурно-ориентированные методы обработки изображений для неразрушающего контроля. Дис. ... д-ра техн. наук. Томск; 2014. 288 с.
9. Карпов СС. Возможности методики томосинтеза в исследовании костей и суставов у детей и подростков (обзор литературы). *Радиология – практика*. 2015;(4):42–9.
10. Simoni P, Gérard L, Kaiser MJ, Ribbens C, Rinkin C, Malaise O, Malaise M. Use of tomosynthesis for detection of bone erosions of the foot in patients with established rheumatoid arthritis: comparison with radiography and CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205(2):364–70. doi: 10.2214/AJR.14.14120.
11. Xia W, Yin XR, Wu JT, Wu HT. Comparative study of DTS and CT in the skeletal trauma imaging diagnosis evaluation and radiation dose. *Eur J Radiol*. 2013;82(2):e76–80. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.09.008.
12. Ha AS, Lee AY, Hippe DS, Chou SH, Chew FS. Digital Tomosynthesis to Evaluate Fracture Healing: Prospective Comparison With Radiography and CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205(1):136–41. doi: 10.2214/AJR.14.13833.

References

1. The report on populational health and health-care system organization based on the results of activities by the executive bodies of the subjects of the Russian Federation in 2014 [Internet]. Available from: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/programms/doklad-o-sostoyanii-zdorovya-naseleniya-i-organizatsii-zdravoohraneniya-po-itogam-deyatelnosti-organov-ispolnitelnoy-vlasti-sub-ektov-rossiyskoy-federatsii-za-2014-god> (Date of access: 06.01.2017). Russian.
2. Vybornov DYU, Gurevich AI, Tikhonenko TI, Lozovaya Yul, Gurevich AB. The use of dynamic ultrasonography for combined diagnostics and treatment of Legg-Calvé-Perthes disease in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2010;(6):6–8. Russian.
3. Krutikova NYU, Vinogradova AG. Legg–Calvé–Perthes disease. *Current Pediatrics*. 2015;14(5): 548–52. doi: 10.15690/vsp.v14i5.1437.
4. Loder RT, Skopelja EN. The epidemiology and demographics of legg-calvé-perthes' disease. *ISRN Orthop*. 2011;2011:504393. doi: 10.5402/2011/504393.
5. Drantusova NS. Complex beam diagnostics of children dysplastic coxarthrosis. *Postgraduate Doctor*. 2010;40(3.1):151–5. Russian.
6. Bogolepova NN, Rostovtsev MV. Experience of using tomosynthesis in the children's institution. *Medical Visualization*. 2010;(2):67–72. Russian.
7. Solodkiy VA, Rozhkova NI, Mazo ML. The newest technologies in diagnosis of breast disorders. *Effektivnaya farmakoterapiya. Onkologiya, gematologiya i radiologiya*. 2012;(4):8–11. Russian.
8. Baranov VA. Non-linear structure-oriented methods of image processing for non-destructive control [dissertation]. Tomsk; 2014. 288 p. Russian.



9. Karpov SS. Tomosynthesis in the study of the musculoskeletal system in children and adolescents (a review of the literature). *Radiology – Practice*. 2015;(4):42–9.
10. Simoni P, Gérard L, Kaiser MJ, Ribbens C, Rinkin C, Malaise O, Malaise M. Use of tomosynthesis for detection of bone erosions of the foot in patients with established rheumatoid arthritis: comparison with radiography and CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205(2):364–70. doi: 10.2214/AJR.14.14120.
11. Xia W, Yin XR, Wu JT, Wu HT. Comparative study of DTS and CT in the skeletal trauma imaging diagnosis evaluation and radiation dose. *Eur J Radiol*. 2013;82(2):e76–80. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.09.008.
12. Ha AS, Lee AY, Hippe DS, Chou SH, Chew FS. Digital Tomosynthesis to Evaluate Fracture Healing: Prospective Comparison With Radiography and CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205(1):136–41. doi: 10.2214/AJR.14.13833.

Efficacy analysis of tomosynthesis in the diagnosis of the femoral head osteochondropathy (Legg-Calvé-Perthes disease)

Vasil'ev A.Yu.¹ • Karpov S.S.²

Background: Despite the fact that the prevalence of the femoral head osteochondropathy is 2.9% of all bone and muscle disorders and 25% of the disorders of the hip joint, this problem demands special attention, while late diagnosis could lead to disability of the patient. **Aim:** To compare and clarify X-ray symptomatology of Legg-Calvé-Perthes disease found by standard digital radiography and by tomosynthesis. **Materials and methods:** Eighty six patients aged from 5 to 12 years with the femoral head osteochondropathy were allocated into two groups: 43 patients from the group 1 were assessed by standard two-plane digital radiography (frontal and Lauenstein projections), whereas 43 patients from the group 2 were assessed by direct plane tomosynthesis only. The investigations were performed with the X-ray machine FDR AcSelerate 200 (Fujifilm, Japan) with the function of tomosynthesis. Radiographic symptoms of the disease were assessed in the subgroups that were identified depending on the disease stage: 24 patients had stage I, 20 – stage II, 20 – stage III, and 22 – stages IV and V. **Results:** Standard radiography could not detect any bone abnormalities in any patient with stage I of Legg-Calvé-Perthes disease ($n_1 = 12$, 100%); however, by means of tomosynthesis, all patients from this subgroup ($n_2 = 12$, 100%) had minimally increased density on the affected side. In 9 (75%) patients, tomosynthesis showed cystiform remodeling of trabecular structure in subchondral parts of the femoral head of the affected hip, and in 2 (17%) patients, flattening of the inner epiphysis pole was visualized. At stage II of the disease standard radiography showed femoral

head compression with widening of the joint space in 8 (80%) patients, absence of subchondral lucency in 6 (60%), and increased density of the femoral head in 4 (40%). In all these patients ($n_2 = 10$, 100%) tomosynthesis showed signs of intra-articular effusion, in 6 (60%) cases there were areas of osteonecrosis, and in 8 (80%) cases, non-congruent edge of the femoral head and acetabulum. At stage III of the disease, all patients in whom standard radiography was performed ($n_1 = 10$, 100%) had homogeneous blurring of the femoral head with loss of its bony structure, and with the femoral neck shortening in 6 (60%) of them. With the use of tomosynthesis, all these patients ($n_2 = 10$, 100%) displayed synovial effusion, in 9 (90%) of cases, head fragmentation, and 7 (70%) patients had shortening and thickening of the femoral neck. Patients with stages IV and V had similar number of symptoms, excluding lateral subluxation of the femoral head (in 63.6% by standard radiography and in 81.8% by tomosynthesis). Accuracy, sensitivity and specificity of standard radiography were 73.3, 70.3, and 71.2%, whereas those of tomosynthesis 91.8, 92.4, and 93.1%. **Conclusion:** Tomosynthesis is more accurate, sensitive, and specific and has better positive and negative prognostic values, compared to standard digital radiography. Tomosynthesis can be recommended as a method of choice for diagnosis of the femoral head osteochondropathy.

Key words: tomosynthesis, radiography, children and adolescents, osteochondropathy, Legg-Calvé-Perthes disease

doi: 10.18786/2072-0505-2017-45-1-14-22

Vasil'ev Aleksandr Yu. – MD, PhD, Professor, Head¹

Karpov Sergey S. – MD, Postgraduate Student, Chair of Radiology²

✉ 3/1–6 Pivchenkova ul., Moscow, 121108, Russian Federation. Tel.: +7 (906) 747 76 31.

E-mail: sergey.s.karpov@gmail.com

¹ Central Radiology Institute; 15/1 Aviakonstruktora Milya ul., Moscow, 109431, Russian Federation

² Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov; 20–1 Delegatskaya ul., Moscow, 127473, Russian Federation