

МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ

© Камоско М. М., Познович М. С.

ФГБУ «НИДООИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Патология тазобедренного сустава у детей охватывает широкий круг заболеваний, включая как врожденные, так и приобретенные нарушения. На долю дисплазии тазобедренного сустава, болезни Легга – Кальве – Пертеса и юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости приходится до 25 % от всех заболеваний опорно-двигательного аппарата у пациентов детского возраста. Ранняя диагностика этих заболеваний и своевременное лечение имеют первостепенное значение в профилактике детской инвалидности.

Ключевые слова: патология тазобедренного сустава, методы диагностики, дети.

Патология тазобедренного сустава у детей охватывает широкий круг заболеваний, включая как врожденные, так и приобретенные нарушения [1].

На долю дисплазии тазобедренного сустава, болезни Легга – Кальве – Пертеса и юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости приходится до 25 % от всех заболеваний опорно-двигательного аппарата у пациентов детского возраста. Ранняя диагностика этих заболеваний и своевременное лечение имеют первостепенное значение в профилактике детской инвалидности [2–6].

Диагностика патологии тазобедренного сустава у детей до настоящего времени остается актуальной проблемой. Особенно остро этот вопрос стоит при дисплазии тазобедренного сустава и болезни Легга – Кальве – Пертеса, когда результаты лечения напрямую зависят от времени выявления патологии [7–10].

В последние годы значительно расширился спектр диагностических возможностей выявления патологии тазобедренных суставов. Существовавшие ранее методы диагностики значительно усовершенствовались и увеличили свою информативность. Большое развитие получили малоинвазивные методики [11].

В помощь к анамнестическому и клиническому методам диагностики предложены лабораторные [12] и инструментальные методы [13–15] — рентгенографический, компьютерная томография (РКТ), мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковой (УЗИ), радиотермометрический.

Ультразвуковое исследование — основная методика, используемая для диагностики дисплазии тазобедренного сустава у новорожденных как в нашей стране, так и за рубежом в связи с неинвазивностью и доступностью, а также возможностью многократного повторения исследований [16–22].

Применение методов ультразвуковой диагностики обусловлено необходимостью изучать рентгенконтрастные структуры — хрящи, капсулы суставов, мышцы и сухожилия, которыми в основном и представлен тазобедренный сустав у детей первых месяцев жизни. Данный метод исключает вредное лучевое воздействие, в том числе гонадную дозу, получаемую при рентгенологическом исследовании тазобедренных суставов [23–25].

Ультрасонография тазобедренных суставов по методу Р. Графа является эффективным скрининговым методом в раннем неонатальном периоде, который в большинстве случаев уже с первых дней жизни ребенка позволяет визуализировать нормально сформированные суставы даже при имеющейся клинической картине их дисплазии. Процент несовпадений клинической картины патологии тазобедренных суставов с результатами ультрасонографии составил 41 %, преимущественно в сторону гипердиагностики на основе клинического осмотра [26].

В настоящее время приходит понимание необходимости развития четкой системы ранней диагностики дисплазии тазобедренного сустава у детей, в том числе путем разработки и внедрения стандартов диагностики и лечения, так как,

несмотря на большое число работ, посвященных ранней диагностике дисплазии тазобедренного сустава, удельный вес детей с поздно установленным диагнозом остается высоким [27].

Массовый ортопедический скрининг новорожденных в условиях роддома с использованием ультразвукографии тазобедренных суставов позволяет идентифицировать нормально сформированные суставы, обеспечить раннюю диагностику и лечение их дисплазии, выявить потенциально «опасные» суставы, подлежащие дальнейшему обязательному ультразвукографическому мониторингу.

Постнатальный ортопедический скрининг детей в первые месяцы жизни, включая УСГ тазобедренных суставов, в настоящее время в нашей стране не осуществляется. Возраст первичной обращаемости чаще всего составляет от 3 до 6 месяцев [9].

В некоторых странах проводится обязательное обследование новорожденных, включающее как клинический осмотр, так и УЗИ [28, 29]. Так, в Австрии и Германии сделан выбор в пользу массового скрининга, в то время как в других странах Европы, Австралии, США и некоторых странах Азии скрининг является селективным [21, 22, 30].

Использование УЗИ-скрининга в общей популяции широко обсуждается. Одним из его недостатков называют высокую стоимость [31]. Однако ряд исследователей продолжают поддерживать использование массового УЗИ-скрининга [10, 32].

Многие работы посвящены сравнению эффективности использования общего и выборочного УЗИ-скрининга, однако существенных различий, в том числе и по выявлению дегенеративных изменений у обследованных в зрелом возрасте, авторами не установлено [33, 34]. При этом необходимость УЗИ-скрининга ни у кого не вызывает сомнений, так как и при общих и при селективных программах отмечается снижение необходимости хирургического лечения [37].

Алгоритм диагностики дисплазии тазобедренного сустава у детей до 3 месяцев состоит из клинико-функциональных показателей и ультразвукографических исследований. Алгоритм диагностики у детей старше 3 месяцев включает клинико-функциональные и инструментальные исследования — рентгенографию тазобедренных суставов, УЗИ шейного и пояснично-крестцового отделов позвоночника, дуплексное сканирование сосудов нижних конечностей [36].

В последние годы в России детям первого года проводится скрининговое ультразвуковое исследование тазобедренных суставов латеральным доступом. По данным А. Б. Гуревич, комплексное

ультразвуковое исследование при диспластических заболеваниях тазобедренных суставов должно включать исследование как латеральным, так и передним доступом с оценкой региональной гемодинамики. Важным диагностическим критерием торсионных изменений шейки бедренной кости является невозможность получить в одном эхографическом срезе одновременно изображение головки, шейки и диафиза бедренной кости [16].

Ультразвуковое доплеровское исследование позволяет оценить степень сосудистых изменений в области тазобедренного сустава. Для новорожденных и детей раннего возраста этот метод имеет особую ценность в связи с наличием целого ряда преимуществ (информативность, неинвазивность, быстрота получения результатов, возможность использования у постели больного, многократность повторения исследования). Допплерография позволяет дополнить первичную диагностику патологического процесса, а также осуществлять мониторинг на этапах лечения [16].

М. С. Каменских и др. предложили способ диагностики дисплазии тазобедренных суставов у детей до трех месяцев [37], в основе которого заложены определение по данным ультразвукографии величины ацетабулярного угла и степени погружения головки бедренной кости в вертлужной впадине, что значительно уменьшает лучевую нагрузку на организм ребенка первых месяцев жизни.

Накоплены данные о возможности использования ультразвукографии при исследовании головки бедренной кости в реальном масштабе времени для выявления стабильности сустава, также предложено использовать метод ультразвукографии для дифференциальной диагностики врожденной дисплазии от воспалительных заболеваний сустава у детей раннего возраста [5].

Проведенные за рубежом сравнительные исследования результатов УЗИ и рентгенографии у детей с подозрением на дисплазию тазобедренного сустава показали, что УЗИ у детей в возрасте от 4 до 50 недель является более точным методом диагностики по сравнению с рентгенографией [20].

По данным О. Ю. Литнецкой, УЗИ тазобедренных суставов является единственным методом дифференциальной диагностики между предвывихом и незрелостью в тазобедренном суставе — из 100 % детей, обратившихся по поводу предвывиха в тазобедренном суставе, у 36,84 % имела место незрелость [38].

Оптимальный возраст ребенка при проведении УЗИ является спорным.

По мнению А. Г. Баиндурашвили и др., ультразвуковой скрининг опорно-двигательной системы

новорожденного необходимо применять во время его пребывания в родильном доме [39].

В соответствии с рекомендациями Ю. И. Лозовской, если у ребенка на момент осмотра в родильном доме выявлены клинические признаки, указывающие на патологию тазобедренных суставов, рекомендуется проведение ультразвукового исследования в течение первых 10 суток жизни [11].

И. Ю. Чухраева считает, что УЗ-скрининг, выполненный в роддоме, эффективен в отношении нормально сформированных тазобедренных суставов, в остальных случаях объективно оценить отдаленные результаты не представляется возможным. Дети с суставами типов Ia, б по Р. Графу, выявленные в роддоме, не требуют дальнейшего планового мониторинга. Мониторингу подлежат тазобедренные суставы типа IIa как потенциально «опасные», из которых в дальнейшем может формироваться их дисплазия [26].

По данным Американской педиатрической академии и ряда зарубежных авторов, для предотвращения ложноположительных результатов УЗИ следует выполнять после достижения ребенком возраста 4–6 недель, что позволит предотвратить ненужное лечение у многих новорожденных [40–42].

Это обусловлено тем, что ложноположительные результаты при УЗИ у новорожденных с физиологической незрелостью тазобедренного сустава представляют значительную проблему, так как у части пациентов с легкой формой дисплазии, диагностируемой по УЗИ в течение первого месяца жизни, в дальнейшем патология не подтверждается [43, 44].

Плановый УС-мониторинг показан детям с типом суставов IIa по Р. Графу. При этом для оценки динамики повторное исследование целесообразно проводить в возрасте 1 и 3 месяцев. В случае ухудшения угловых показателей костного покрытия в возрасте 1 месяца показано ортопедическое лечение. При выявлении в возрасте 3 месяцев суставов типа IIb по Р. Графу с УС-признаками отсроченной оссификации хрящевой части крыши вертлужной впадины показано дальнейшее мониторирование; без УС-признаков отсроченной оссификации хрящевой части крыши вертлужной впадины — ортопедическое лечение. На любом этапе дети с типами суставов Ia, б по Р. Графу из планового мониторирования исключаются. Рентгенологическое исследование ТБС как контроль динамики развития ДТБС или для выбора оптимальной тактики дальнейшего лечения рекомендуется назначать детям с 3 месяцев жизни [26].

В соответствии с данными А. Б. Гуревич и К. В. Ватолина, комплексное ультразвуковое исследование состоит из серошкального скани-

рования, цветового и энергетического доплеровского картирования, импульсно-волновой доплерометрии. У детей до года ультразвуковое исследование проводится в В-режиме, начиная со стандартной методики Р. Графа. Далее используется передний доступ, принятый у детей старшего возраста и взрослых. В В-режиме оцениваются нерентгеноконтрастные структуры и структуры, окружающие головку. После оценки анатомических структур проводится количественная и качественная оценка огибающих сосудов бедра, сосудов, питающих головку бедренной кости, круглую связку головки бедра, проксимальный отдел бедренной кости. Диаметры огибающих сосудов бедра измеряются в режиме ЭДК. Анализируются следующие показатели: количество огибающих сосудов, систолическая и диастолическая скорость кровотока в них (V_s ; V_d), индекс резистентности (IR). По этому же принципу оцениваются сосуды, питающие шейку и головку бедренной кости, а также сосуды, фиксируемые в капсуле [45].

S. R. Teixeira et al. [48] сообщают о возможности использования лобково-бедренного расстояния (PFD) в качестве простого инструмента для выявления дисплазии у новорожденных. Чувствительность, специфичность и точность PFD в нейтральном положении составляют, по данным авторов, 94,4, 93,4 и 97,2 %, а при согнутых бедрах — 94,4, 89,0 и 95,5 % соответственно. При этом PFD может быть использован с высокой точностью в качестве скринингового инструмента для диагностики дисплазии тазобедренного сустава независимо от опыта радиологов [28].

Наряду с применением УЗИ на этапе диагностики дисплазии тазобедренных суставов, данный метод применяется для оценки пространственных соотношений в тазобедренном суставе после проведения закрытого вправления бедра. Ультразвуковой метод, описанный van Douveren [46], выполняется в поперечной плоскости. Эхографический срез проходит через верхнюю ветвь лобковой кости, вертлужную впадину, головку и шейку бедренной кости. При достигнутом вправлении все данные анатомические ориентиры находятся на одной линии. Если линия, проходящая через бедро, лежит за линией лобковых костей, вправление не достигнуто, что не представляется возможным оценить при проведении рентгенологического контроля в случае заднего смещения головки бедра. Преимуществами данного метода являются его высокая воспроизводимость и точность.

УЗ-диагностика, наряду с другими инструментальными методами исследования, внесла неоценимый вклад при диагностике заболеваний тазобедренного сустава, таких как ЮЭГБК и болезнь

Пертеса. С помощью УЗИ можно диагностировать ЮЭГБК раньше, чем при обычной рентгенографии, и оно дает возможность дифференцировать стабильный и нестабильный ЮЭГБК [32].

При асептическом некрозе большое значение придается методам визуализации жизнеспособности кости, в частности остеосцинтиграфии [19]. Регистрацию распределения радиофармацевтического препарата проводят с помощью гамма-камеры. Чувствительность метода основана на способности обнаруживать функциональные, а не структурные изменения [24].

Учитывая, что сосудистые нарушения являются основными патогенетическими механизмами развития заболевания, актуальным является оценка кровообращения в данной области с применением неинвазивных методик. Использование динамической ультрасонографии с доплерометрией позволяет достоверно оценить состояние васкуляризации зоны тазобедренного сустава, а также контролировать в динамике изменение структуры головки бедренной кости и состояние кровотока.

Эхография является информативным, неинвазивным методом обследования детей с поражением тазобедренного сустава при болезни Пертеса и может использоваться для ранней диагностики, наблюдения в динамике, оценки эффективности лечения с возможностью коррекции лечебных мероприятий. Эхографические признаки болезни Пертеса — выпот в переднем отделе полости сустава, в области шейки, утолщение хряща головки бедренной кости, утолщение синовиальной оболочки, деформация, фрагментация ядра окостенения головки бедренной кости. Выпот в полости сустава сохранялся на протяжении всего срока заболевания и типичен как для ранних, так и для поздних стадий заболевания, включая стадию фрагментации. Ультразвуковое исследование позволяет определить очаг поражения головки бедренной кости, локализующийся в области передней поверхности головки, ее верхнего полюса, латеральной части эпифиза. При прогрессивном течении заболевания эхографически отмечается уменьшение расстояния между передним ацетабулярным краем и метафизом бедренной кости, деформация головки бедра с потерей ее высоты в сравнении со здоровой стороной. На фоне лечения отмечаются изменения ультразвуковой картины, проявляющиеся в уменьшении выпота в полости сустава, нормализация толщины и структуры хряща головки бедренной кости. В стадии репарации визуализируются формирование четкой линии субхондральной кости, нормализация эхографической картины тазобедренного сустава, что клинически проявляется восстанов-

лением функции пораженного тазобедренного сустава [47].

Однако проведение УЗИ не исключает выполнения рентгенографии тазобедренных суставов, так как не позволяет полностью оценить форму эпифиза, а также взаимоотношения головки бедренной кости и вертлужной впадины [12].

Рентгеновская компьютерная томография, особенно мультисрезовая, существенно расширяет диагностические возможности при изучении патологии тазобедренного сустава [13]. Она является методом выбора в визуализации основных и дополнительных ядер окостенения [48].

Мультиспиральная компьютерная томография помогает в оценке состояния костной структуры, визуализации ростковых зон, основных и дополнительных ядер окостенения элементов сустава. Кроме того, она позволяет абсолютно точно оценить пространственную ориентацию компонентов тазобедренного сустава, характер смещения костных фрагментов при травматических повреждениях, локализацию патологического очага при костной патологии и степень вовлеченности в процесс прилежащих анатомических структур. Контрастное усиление (в частности, методика двойного контрастирования) существенно расширяет возможности метода, так как позволяет оценить состояние хрящевых и мягкотканых структур сустава, что наиболее актуально у детей младшего возраста [49].

Диагностика патологических изменений в суставе при помощи компьютерной томографии с контрастированием дает истинное представление о взаиморасположении всех структур сустава при высокой дислокации головки бедра [14].

При визуализации хрящевых и мягкотканых структур тазобедренного сустава методом выбора является магнитно-резонансная томография. В качестве альтернативных методов, по данным Е. В. Огарева, могут применяться обзорная рентгенография и компьютерная томография с использованием методики двойного контрастирования, что позволяет визуализировать хрящевые и мягкотканые структуры тазобедренного сустава [48].

Магнитно-резонансная томография широко используется у детей при диагностике и планировании лечения болезни Легга – Кальве – Пертеса, врожденного вывиха бедра и диспластического коксартроза [15, 25, 40, 50].

Использование МСКТ и МРТ у детей с врожденным вывихом бедра позволяет получать объективную информацию о качественных и количественных изменениях в тазобедренном суставе, выявлять рентгеноанатомические изменения тазо-

бедренного сустава, связанные с возрастом больных и количеством оперативных вмешательств, которые оказывают существенное влияние на прогноз в отдаленном периоде лечения [13, 15].

При оценке асептического некроза МРТ наиболее информативный метод. Асептический некроз не проявляется на обычных рентгенограммах в течение нескольких недель и месяцев, после чего обнаруживается пятнистое уплотнение структуры пораженного участка кости с дугообразным просветлением. Позднее появляются симптом субхондрального полумесяца и трещина или сплющивание пораженной кости. Более поздняя стадия медуллярного некроза характеризуется змеевидным обызвествлением. При остеосцинтиграфии на ранней стадии обнаруживается гипофиксация РФП (радиофарм препарат) в пораженной области, которая через недели и месяцы сменяется гиперфиксацией, обусловленной репаративными процессами. МРТ представляет собой наиболее чувствительный метод распознавания асептического некроза [55].

Методика исследования при асептических некрозах зависит от локализации. При исследовании асептического некроза головки бедренной кости должны быть получены изображения обоих головок с использованием катушки с распределенной фазой. При проведении данного исследования предпочтительны срезы во фронтальной и сагиттальной плоскостях, отражающие субхондральную костную ткань лучше, чем аксиальные.

Для того чтобы установить диагноз, как правило, достаточно T1в- и T2в-ИП (импульсная последовательность). Используют также STIR (инверсия с восстановлением и коротким временем эха) и T2в-FSE (быстрое спиновое эхо) с подавлением сигнала от жировой ткани из-за их высокой чувствительности к отеку костного мозга.

Контрастирование может помочь оценить остаточную васкуляризацию или реваскуляризацию при асептических некрозах и выявить скопления жидкости.

Характерные признаки при МРТ:

- на изображениях, полученных в первые 5 дней, выявляется снижение интенсивности T1в-сигнала и повышение интенсивности T2в-сигнала вследствие отека костного мозга. Часто обнаруживается выпот в полости сустава как косвенный симптом асептического некроза;
- на поздней стадии характеристики МР-сигнала от некротической области становятся все более гетерогенными;
- участки уплотнения костной структуры, выявляемые на обычных рентгенограммах, характеризуются снижением интенсивности сигнала

на T2в-изображениях. Некротические участки могут быть окружены кольцом отека с высокой интенсивностью T2в-сигнала. Эта зона реактивного отека соответствует ранней реваскуляризации и повышенному внутрикостному давлению, и ее следует рассматривать как часть некротической области;

- T1в-ИП с контрастированием могут помочь оценить остаточную перфузию или реваскуляризацию некротической области. Отсутствие контрастного усиления показательно для некроза, в то время как усиление сигнала в некротической области может отображать еще жизнеспособную ткань или участки отека.

При определении стадии асептического некроза широко используется классификация Ficat и Arlet (1980).

1-я стадия. На T1в-изображениях выявляется снижение интенсивности сигнала, иногда в виде одиночной линии. На T2в-изображениях может обнаруживаться симптом двойной линии с повышенной интенсивностью сигнала.

2-я стадия. МР-морфология сходна с 1-й стадией, но участок измененного сигнала часто имеет клиновидную форму и четко отграничен. Гистологически некротическая костная ткань отграничена реактивной грануляционной тканью.

3-я стадия. Деформация головки бедренной кости вследствие сплющивания субхондральной костной ткани. На рентгенограммах определяется симптом полумесяца.

4-я стадия. Прогрессирование деформации головки и сплющивания субхондральной кости. Деструкция хряща и прогрессирующее сужение суставной щели.

Посредством МРТ болезнь Пертеса может быть диагностирована на ранней стадии. Характерным МРТ-признаком служит гипointенсивный сигнал от головки бедренной кости на T1в-изображениях и, возможно, также на T2в-изображениях в зависимости от степени остеосклероза. Часто имеется сопутствующий выпот в полости сустава.

При ЮЭГБК МРТ не имеет большого значения, диагноз устанавливается по рентгенограммам, однако МРТ может помочь обнаружить сопутствующий остеонекроз головки бедренной кости. Для оценки эпифиза головки бедренной кости лучшим выбором является фронтальная плоскость.

При диагностике дисплазии тазобедренного сустава УЗИ и рентгенограммы не всегда могут решить все диагностические вопросы у детей со сложными диспластическими изменениями тазобедренного сустава. МРТ обладает следующими преимуществами:

- позволяет получить изображения во многих плоскостях;
- позволяет более точно оценить положение хрящевой головки бедренной кости;
- при достаточном диаметре туннеля гентри можно исследовать тазобедренный сустав в гипсовой повязке;
- позволяет исключить ионизирующее действие на пациента;
- позволяет обнаружить асептический некроз головки бедренной кости на ранних стадиях.

Изображения тазобедренного сустава получают во фронтальной и аксиальной плоскостях, используя Т2в-ИП и специальные ИП для визуализации хряща.

МСКТ с мультипланарными реконструкциями является высокоинформативным методом, который позволяет уточнить геометрические взаимоотношения в тазобедренном суставе и выявить патологические пространственные нарушения [11].

МСКТ, проводимая по особым показаниям, позволяет кроме стандартных рентгеновских показателей оценить значения угловых показателей в аксиальной и сагиттальной плоскостях. Режим 3D-реконструкции позволяют детальнее оценить пространственные взаимоотношения в тазобедренном суставе. Показаниями к проведению МСКТ являются: «невправимый вывих или подвывих» головки бедра на этапах лечения с целью выявления препятствия и оценки торсионного компонента; поздно диагностированный вывих или подвывих головки бедра с целью объемной визуализации структур сустава; остаточный вывих или подвывих у детей старших возрастных групп для оценки явлений децентрации, торсии, выявления кистозных изменений неовпадины, дистрофических изменений структур сустава [16].

Также огромную роль играет МРТ в диагностике и определении морфометрических параметров сустава, определяющих развитие коксартроза. По данным О. Ю. Блищ, варианты строения тазобедренного сустава, при которых значения шеечно-диафизарного угла больше 133° , ацетабулярного индекса больше 8° , определяют высокий риск развития остеоартроза тазобедренного сустава у пациентов и большую вероятность его «агрессивного» течения в процессе развития заболевания.

МРТ играет важную роль в тех случаях, когда диагноз трудно установить, а также при оценке повреждения хряща и риска асептического некроза [29].

Суставной хрящ является сложным, неоднородным и механически анизотропным типом ткани, состоящим в основном из трехмерной сети

коллагена, протеогликанов (ПГ) и воды. Магнитно-резонансная томография является золотым стандартом для неинвазивного изучения этой ткани, предоставления информации о структуре, морфологии и молекулярном составе хряща. На сегодняшний день имеется возможность проведения морфологической и биохимической оценки суставного хряща.

Одной из самых современных и перспективных методик МР-диагностики для количественной оценки суставного гиалинового хряща является отсроченное контрастирование хряща препаратами гадолиния или dGERMIC (delayed Gadolinium-Enhanced Magnetic Resonance Imaging of Cartilage). Другими словами, dGERMIC — это методика количественной оценки потери молекул гликозаминогликанов (ГАГ). При использовании парамагнитного контрастного препарата, молекулы которого имеют отрицательный заряд (Gd-[DTPA]2-), распределение последних в хрящевом матриксе будет происходить обратно пропорционально концентрации ГАГ, которые тоже несут отрицательный заряд. То есть там, где концентрация ГАГ окажется наименьшей, концентрация Gd-[DTPA]2- будет наибольшей.

Несмотря на свою более чем вековую историю, рентгенологическое исследование тазобедренных суставов является ведущим инструментальным методом обследования в нашей стране и включает рентгенографию и артропневмографию. По рентгенограммам и артрограммам проводится комплексное индексирование тазобедренных суставов, необходимое для полного представления об их строении и прогнозирования дальнейшего развития. Оценивается пространственное положение тазового и бедренного компонентов сустава, размеры и форма вертлужной впадины и головки бедра, соотношения в тазобедренном суставе, костная структура вертлужной впадины, головки и шейки бедра, состояние Y-образного хряща и метаэпифизарной ростковой зоны и степень осификации головки бедра [51].

При рентгенологической диагностике наиболее широко используются следующие показатели: индекс вертлужной впадины, дефекты латерального края вертлужной впадины, боковое и/или проксимальное смещение головки бедренной кости, нарушение непрерывности арки Шентон – Менар [52].

Известен способ определения степени переднего покрытия головки бедренной кости посредством рентгенографии в проекции M. Lequesne и S. de Seze, при котором рентгенограмма выполняется при укладке (установке) пациента под углом 65° между фронтальной плоскостью таза

и экраном в нейтральном положении нижней конечности, с расстояния 100 см при центрации луча на головку бедра. Выполнение рентгенографии в данной проекции позволяет производить оценку переднего покрытия головки бедра вертлужной впадиной путем измерения угла переднего покрытия бедра, заключенного между лучами, исходящими из центра головки бедра вертикально и к точке переднелатерального края впадины, и равного в норме 18–30°. Однако применение данного способа невозможно при тяжелой деформации головки бедренной кости в связи с затруднением в определении ее центра. В тех случаях, когда определение центра головки невозможно, с целью оценки переднего покрытия головки применяется метод, предложенный С. Etsuo et al. При оценке переднего покрытия по кривой рентгенограмме проводится три вертикальные линии. Первая линия проводится вертикально через медиальный край головки, вторая — через латеральный край вертлужной впадины, третья — через латеральный край головки бедренной кости. Дистанция между линиями 1 и 2 есть показатель А; дистанция между линиями 1 и 3 есть показатель В. Степень покрытия рассчитывается по формуле $A/B \times 100$. В норме этот показатель у девочек составляет $(81,7 \pm 4,6)$ %, у мальчиков $(88,5 \pm 6,6)$ %.

Для визуализации хрящевых и мягкотканых структур тазобедренного сустава применяется искусственное контрастирование. Искусственное контрастирование полости тазобедренного сустава у детей и подростков существенно расширяет возможности различных методов лучевой диагностики в визуализации его хрящевых и мягкотканых структур, что позволяет более точно оценить состояние всего сустава в целом [48].

Относительно ценности артрографического исследования у детей с врожденным вывихом бедра мнения исследователей неоднозначны. Так, по данным некоторых авторов, оно значительно расширяет представление об анатомической картине тазобедренных суставов, так как дает информацию о состоянии хрящевых и мягкотканых элементов. При отсутствии костного ядра эпифиза артрографическое изображение позволяет определить степень энхондральной оссификации головки бедренной кости и ее форму, установить размеры оссифицированной части свода вертлужной впадины, а также степень выраженности интраартикулярных интерпонатов [53]. Однако в более поздних исследованиях подчеркивается, что артрография не дает достаточной информации об изменениях мягкотканых и хрящевых структур сустава [54], и в настоящее время данный метод имеет для нас лишь исторический характер.

Таким образом, применение современных методов лучевой диагностики значительно помогает при установлении диагноза и планировании дальнейшего лечения. Перспективными, на наш взгляд, являются методы диагностики с минимальной лучевой нагрузкой в силу их высокой проникающей способности и возможности многократного повторения.

Список литературы

1. Cheon JE. Pediatric Hip Disorders. Radiology Illustrated: Pediatric Radiology. Springer Berlin Heidelberg. 2014;1039-1062.
2. Кожевников О.В., Кралина С.Э., Горохов В.Ю. Коксартроз у детей и подростков: профилактика развития при лечении врожденной и приобретенной патологии тазобедренного сустава и особенности эндопротезирования. // *Вестник травматологии и ортопедии*. – 2007. – № 1. – С. 48-55. [Kozhevnikov OV, Kralina SE, Gorokhov VYu. Coxarthrosis in Children and Adolescents: Prevention of Development at Treatment of Congenital and Acquired Hip Pathology and Peculiarities of 48 Total Hip Replacement. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2007;1:48-55. (In Russ).]
3. Олейников Е.В. Особенности ортопедической и функциональной реабилитации детей с диспластическим коксартрозом в условиях применения чрескостного остеосинтеза: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Курган, 2014. – 32 с. [Oleynikov EV. Features orthopedic and functional rehabilitation of children with dysplastic coxarthrosis the conditions of use transosseous osteosynthesis [dissertation]. Kurgan, 2014;32. (In Russ).]
4. Снетков А.И., Франтов А.Р. Эндопротезирование тазобедренного сустава у подростков. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*. – 2010. – № 1. – С. 48-54. [Snetkov AI, Frantov AR. Total Hip Arthroplasty in Adolescents. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2010;1:48-54. (In Russ).]
5. Снетков А.И., Котляров Р.С., Франтов А.Р., Горохов В.Ю. Эндопротезирование тазобедренного сустава у подростков в детской костной патологии. *Медицинский альманах*. – 2012. – № 2. – С. 256-261. [Snetkov AI, Kotlyarov RS, Frantov AR, Gorokhov VYu. Endoprotezirovanie tazobedrennogo sustava u podrostkov v detskoj kostnoy patologii. *Meditsinskiy almanah*. 2012;2:256-261. (In Russ).]
6. Brdar R, Petronic I, Nikolic D, et al. Walking quality after surgical treatment of developmental dysplasia of the hip in children. *Acta Orthop Belg*. 2013;79:60-63.
7. Малахов О.О. Компенсация функции тазобедренного сустава после хирургического лечения болезни Пертеса: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 2008. – 22 с. [Malahov OO. Kompensatsiya funktsii tazobedrennogo sustava posle hirurgicheskogo lecheniya bolezni Pertesa. [dissertation]. Moscow, 2008. 22 p. (In Russ).]

8. Тихоненко Т.И. Оценка остеогенезстимулирующих методов при лечении болезни Легга – Кальве – Пертеса у детей: дис. ... канд. мед. наук. – М., 2011 [Tihonenko TI. Otsenka osteogenezstimuliruyuschih metodov pri lechenii bolezni Legg-Kalve-Pertesa u detey: [dissertation]. Moscow, 2011. (In Russ).]
9. Чухраева И.Ю. Актуальные вопросы ортопедического скрининга новорожденных : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2011. [Chuhraeva IYu. Aktualnyie voprosyi ortopedicheskogo skrininga novorozhdennyih: avtoref. [dissertation]. Saint-Petersburg, 2011. (In Russ).]
10. Dogruel H, Atalar H, Yavuz OY, Sayli U. Clinical examination versus ultrasonography in detecting developmental dysplasia of the hip. *Int Orthop*. 2008;32:415-419.
11. Лозовая Ю.И. Оценка динамики развития тазобедренного сустава у детей в условиях сохраняющегося патологического процесса: врожденный вывих бедра: диагностика и лечение: дис. ... канд. мед. наук. – М., 2011 [Lozovaya YuI. Otsenka dinamiki razvitiya tazobedrennogo sustava u detey v usloviyah sohranyayuschegosya patologicheskogo protsessa: vrozhdennyiy vyvih bedra: diagnostika i lechenie. [dissertation]. Moscow, 2011. (In Russ).]
12. Стеркова А.В. Патогенетическое обоснование новых принципов диагностики степени тяжести и оценки эффективности лечения дисплазии тазобедренных суставов у детей : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Саратов. 2013, 23 с. [Sterkova AV. Patogeneticheskoe obosnovanie novyih printsipov diagnostiki stepeni tyazhesti i otsenki effektivnosti lecheniya displazii tazobedrennyih sustavov u detey: [dissertation]. Saratov, 2013. 23 p. (In Russ).]
13. Кожевников В.В., Осипов А.А., Лукьяненко Н.И., и др. К вопросу о диагностической ценности мультиспиральной компьютерной томографии как метода обследования тазобедренного сустава у детей с врожденным вывихом бедра. // *Детская хирургия*. – 2011. – № 4. – С. 22-24. [Kozhevnikov VV, Osipov AA, Lukyanenko NI, et al. On diagnostic value of multispiral computed tomography as a method for hip examination in children with congenital hip dislocation. *Pediatric Surgery*. 2011;(4):22-24. (In Russ).]
14. Морозов А.К., Кожевников О.В., Кралина С.Э., и др. Диагностическая ценность лучевых методов исследования с контрастированием изображения для рационального выбора способа оперативного лечения высокого врожденного вывиха бедра у детей. // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*. – 2010. – № 4. – С. 49-58. [Kozhevnikov OV, Morozov AK, Kralina SE, et al. Diagnostic Value of Contrast Radiologic Examination for Rational Planning of Surgical Treatment of High Congenital Hip Dislocation in Children. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2010;(4): 49-58. (In Russ).]
15. Дьячкова Г.В., Скрипкин Е.В., Тепленький М.П., Ларионова Т.А. Современные методы диагностики в оценке результатов лечения диспластического коксартроза у детей. // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 10–7. – С. 1326-1330. [Dyachkova GV, Skripkin EV, Teplenyiy MP, Larionova TA. Current techniques of diagnosis in the assessment of dysplastic coxarthrosis treatment in children. *Fundamental research*. 2014;(10-7):1326-1330. (In Russ).]
16. Гуревич А.Б. Лучевая диагностика диспластических заболеваний тазобедренного сустава у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2011. – 23 с. [Gurevich AB. Luchevaya diagnostika displasticheskikh zabolevaniy tazobedrennogo sustava u detey [dissertation]. Moscow, 2011. 23 p. (In Russ).]
17. Куценок Я.Б. К вопросу ультразвуковой диагностики нарушения формирования тазобедренного сустава у детей первого года жизни. // *Ортопедия, травматология и протезирование*. – 2010. – № 4. – С. 116-118. [Kutsenok YaB. K voprosu ultrazvukovoy diagnostiki narusheniya formirovaniya tazobedrennogo sustava u detey pervogo goda zhizni. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 2010;(4):116-118. (In Russ).]
18. Назаренко С.В. Возможности ультразвуковой диагностики патологий тазобедренных суставов у детей в первые 6 месяцев жизни. *SonoAce-Ultrasound*. 2012. № 24. [Nazarenko SV. Capabilities of ultrasound diagnostics of hip joint pathology in children in the first 6 months of life. *SonoAce-Ultrasound*. 2012;(24). (In Russ).] <http://www.medison.ru/si/art361.htm>
19. Dornacher D, Cakir B, Reichel H, Nelitz M. Early radiological outcome of ultrasound monitoring in infants with developmental dysplasia of the hips. *J Pediatr Orthop*. 2010;19(1):27-31.
20. Эфендиева М.А. Дифференциальная диагностика методом сонографии состояния мягкотканного и хрящевого компонентов тазобедренного сустава при врожденной патологии и воспалительных процессах у детей раннего возраста. // *Вісник проблем біології і медицини*. – 2013. – Т. 101. – № 2. – С. 104-107. [Efendieva MA. Differentismalnaya diagnostika metodom sonografii sostoyaniya myagkotkannogo i hryashevogo komponentov tazobedrennogo sustava pri vrozhdennoy patologii i vospalitelnyih protsessah u detey rannego vozrasta. *Vіsник problem biologiyi i meditsini*. 2013;101(2):104-107. (In Russ).]
21. Bracken J, Tran T, Ditchfield M. Developmental dysplasia of the hip: controversies and current concepts. *J Paediatr Child Health*. 2012;48(11):963-972.
22. Fitch RD. Ultrasound for screening and management of developmental dysplasia of the Hip. *NC Med J*. 2014;75(2):142-145.
23. Лукаш Ю.В., Шамик В.Б. Ранняя диагностика дисплазии тазобедренных суставов у новорожденных. // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012. – № 6. [Lukash YuV. Rannaya diagnostika displazii tazobedrennyih sustavov u novorozhdennyih. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012;(6). (In Russ).] www.science-education.ru/106-7908
24. Шевченко С.Д., Мартюк В.И., Яковенко И.Г. Возможности ультразвуковой диагностики в травматологии и ортопедии. // *Ортопедия, травматология и протезирование*. – 2009. – № 1. – С. 118-123. [Shevchenko SD, Martyuk VI, Yakovenko IG. Vozmozhnosti ultrazvukovoy diagnostiki v travmatologii i ortopedii. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. – 2009. – № 1. – С. 118-123. (In Russ).]

- diagnostiki v travmatologii i ortopedii. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie*. 2009;(1):118-123. (In Russ).]
25. Eshed I, Inbar Y, Hertz M, Apter S. Checkmark: a sign for the detection of iliopsoas pathology on MRI of the hip. *Acta Radiol*. 2010;51(5):539-42.
 26. Холодарев В.А., Холодарев А.П., Ачкасов А.А., и др. Консервативный метод лечения врожденного вывиха бедра у детей в возрасте до 3 лет. *Травма*. – 2012. – Т. 13. – № 1. [Holodarev VA, Holodarev AP, Achkasov AA, et al. Konservativnyy metod lecheniya vrozhdennogo vyviha bedra u detey v vozraste do 3 let. *Travma*. 2012;13(1). (In Russ).] <http://www.mif-ua.com/archive/article/27713>
 27. Shorter D, Hong T, Osborn DA. Cochrane Review: Screening programmes for developmental dysplasia of the hip in newborn infants. *Evid Based Child Health*. 2013;8(1):11-54.
 28. Dogruel H, Atalar H, Yavuz OY, Sayli U. Clinical examination versus ultrasonography in detecting developmental dysplasia of the hip. *Int Orthop*. 2008;(32):415-419.
 29. Mahan ST, Katz JN, Kim YJ. To screen or not to screen? A decision analysis of the utility of screening for developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg*. 2009;91-A:1705-1719.
 30. American Academy of Pediatrics Committee on Quality Improvement, Subcommittee on Developmental Dysplasia of the Hip. Clinical practice guideline: early detection of developmental dysplasia of the hip. *Pediatrics*. 2000;105:896-905.
 31. Minihane KP, Grayhack JJ, Simmons TD, et al. Developmental dysplasia of the hip in infants with congenital muscular torticollis. *Am J Orthop* (Belle Mead NJ). 2008;37(1):E155-E158.
 32. Tudor A, Sestan B, Rakovac I, et al. The rational strategies for detecting developmental dysplasia of the hip at the age of 4–6 months old infants: a prospective study. *Coll Anthropol*. 2007;31(2):475-481.
 33. Shore B, Kim HKW. Legg-Calvé-Perthes Disease: Diagnosis, Imaging, and Classifications. Osteonecrosis. Springer Berlin Heidelberg. 2014;437-449.
 34. Ömeroğlu H. Use of ultrasonography in developmental dysplasia of the hip. *Journal of childrens orthopaedics*. 2014;8(2):105-113.
 35. Pienkowski D, Resig J, Talwalkar V, Tylkowski C. Novel three-dimensional MRI technique for study of cartilaginous hip surfaces in Legg-Calvé-Perthes disease. *Journal of Orthopaedic Research*. 2009;27(8):981-988.
 36. Бондарева С.Н. Восстановительное лечение детей первого года жизни с врожденной патологией тазобедренных суставов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Екатеринбург, 2008. – 24 с. [Bondareva SN. Vosstanovitelnoe lechenie detey pervogo goda zhizni s vrozhdennoy patologiyey tazobedrennykh sustavov: avtoref. [dissertation]. Ekaterinburg. 2008. 24 p. (In Russ).]
 37. Приоритет на изобретение «Способ диагностики дисплазии тазобедренных суставов у детей в возрасте до трех месяцев». М.С. Каменских, В.Д. Шарпарь, Н.С. Стрелков, А.В. Ислентьев, О.А. Неганов. Заявка № 2012106296 от 21.02.2012 г. [Prioritet na izobretenie «Sposob diagnostiki displazii tazobedrennykh sustavov u detey v vozraste do treh mesyatshev». Kamenskih MS, Sharpar VD, Strelkov NS, Islentev AV, Neganov OA. Zayavka № 2012106296 ot 21.02.2012. (In Russ).]
 38. Литенецкая О.Ю. Ранняя диагностика и лечение врожденного вывиха бедренной кости у детей первых 6 месяцев жизни: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2005. – 21 с. [Litenetskaya OYu. Rannaya diagnostika i lechenie vrozhdennogo vyviha bedrennoy kosti u detey pervykh 6 mesyatshev zhizni: [dissertation] Moscow, 2005. 21 p. (In Russ).]
 39. Баиндурашвили А.Г., Кенис В.М., Чухраева И.Ю. К вопросу о ранней диагностике патологии опорно-двигательной системы у новорожденных детей. // *Травматология и ортопедия России*. – 2009. – № 3. – С. 108-110. [Baindurashvili AG, Kenis VM, Chukhraeva IYu. To a question on early diagnostics of pathology of the musculoskeletal system at newborns. *Travmatologiya i ortopediy Rossii*. 2009;(3):108-110. (In Russ).]
 40. Zlatkin MB, Pevsner D, Sanders TG, et al. Acetabular labral tears and cartilage lesions of the hip: indirect MR arthrographic correlation with arthroscopy—a preliminary study. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;(194):709–14.
 41. Harland U, Krappel FA. Value of Ultrasound, CT, and MRI in the diagnosis of slipped capital femoral epiphysis (SCFE). *Orthopade*. 2002;31:851-856.
 42. Laborie LB, Engesaeter IO, Lehmann TG, et al. Screening strategies for hip dysplasia: long-term outcome of a randomized controlled trial. *Pediatrics*. 2013;132(3):492-501.
 43. Staatz G, Honnef D, Kochs A, et al. Evaluation of femoral head vascularization in slipped capital femoral epiphysis before and after cannulated screw fixation with use of contrast-enhanced MRI: initial results. *Eur Radiol*. 2007;17:163-168.
 44. Erturk C, Altay MA, Yarimpapuc R, Isikan UE. Medial open reduction of developmental dysplasia of the hip using the Weinstein-Ponseti approach. *Saudi medical journal*. 2011;32(9):901-906.
 45. Гуревич А.Б., Ватолин К.В. УЗ-анатомия и нормативные показатели гемодинамики тазобедренного сустава у детей. // *Педиатрия*. – 2011. – № 5. – С. 34-38. [Gurevich AB, Vatolin KV. UZ-anatomiya i normativnyie pokazateli gemodinamiki tazobedrennogo sustava u detey. *Pediatriya*. 2011;(5):34-38. (In Russ).]
 46. van Douveren F, Pruijs H, Sackers R, et al. Ultrasound in the management of the position of the femoral head during spica cast after reduction of the hip dislocation in developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg*. 2003;85-B:117–120
 47. Салтыкова В.Г., Кралина С.Э., Иванов А.В. Эхографические признаки различных стадий развития болезни Пертеса. [электронный ресурс]. Доступно по ссылке URL: http://bone-surgery.ru/view/ehograficheskie_priznaki_razlichnykh_stadij_razvitiya_bolezni_pertesa/ Дата обращения: 28.03.2015. [Saltykova VG, Kralina SE, Ivanov AV. Ekhograficheskie priznaki razlichnykh stadiy razvitiya bolezni Pertesa.

- [Internet] Available from URL: http://bone-surgery.ru/view/ehograficheskie_priznaki_razlichnyh_stadij_razvitiya_bolezni_pertesa/ Access on 28.03.2015.]
48. Огарев Е.В. Развитие тазобедренного сустава у детей и подростков в клинко-анатомо-рентгенологическом аспекте: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2003. 20 с. [Ogarev EV. Razvitie tazobedrennogo sustava u detey i podrostkov v kliniko-anatomo-rentgenologicheskom aspekte. [dissertation]. Moscow, 2003. 20p. (In Russ).]
 49. Огарев Е.В., Морозов А.К. Диагностические возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке состояния тазобедренного сустава у детей и подростков. // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова.* – 2013. – № 4. – С. 68-75. [Ogarev EV. Diagnosticheskie vozmozhnosti multispiralnoy kompyuternoy tomografii v otsenke sostoyaniya tazobedrennogo sustava u detey i podrostkov. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2013;(4):68-75. (In Russ).]
 50. Bittersohl B, Miese FR, Hosalkar HS, et al. T2-mapping of hip joint cartilage in various histological grades of degeneration. *Osteoarthritis Cartilage.* 2012;20(7):653–60.
 51. Камоско М.М., Поздникин И.Ю. Врожденный вывих бедра. Клинические рекомендации утверждены на заседании президиума АТОР 24.04.2014. – Москва. 2014. – 30 с. [Kamosko MM, Pozdniki IY. Vrozhdennyiy vyivih bedra. Klinicheskie rekomendatsii utverzhdeny na zasedanii prezidiuma ATOR 24.04.2014. Moscow. 2014. 30p. (In Russ).]
 52. Atalar H, Dogruel H, Selek H, et al. A comparison of ultrasonography and radiography in the management of infants with suspected developmental dysplasia of the hip. *Acta Orthop. Belg.* 2013;79:524-529.
 53. Волошин С.Ю. Комплексное функциональное лечение врожденного вывиха бедра у детей грудного возраста: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2005. 22 с. [Voloshin SYu. Kompleksnoe funktsionalnoe lechenie vrozhdennogo vyiviha bedra u detey grudnogo vozrasta [dissertation]. Saint-Petersburg, 2005. 22 p. (In Russ).]
 54. Морозов А.К., Кожевников О.В., Кралина С.Э. и др. Диагностическая ценность лучевых методов исследования с контрастированием изображения для рационального выбора способа оперативного лечения высокого врожденного вывиха бедра у детей. // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова.* – 2010. – № 4. – С. 49-58. [Morozov AK, Kozhevnikov OV, Kralina SE, et al. The diagnostic value of radiological methods with contrast images to the rational choice method of surgical treatment of congenital dislocation of the hip high in children. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2010;4:49-58. (In Russ).]
 55. Bluemke DA, Zerhouni EA. MRI of avascular necrosis of bone. *Top Magn Reson Imaging* 1996;8:231-46.

RADIOLOGICAL DIAGNOSIS OF HIP JOINT ABNORMALITIES IN CHILDREN

Kamosko M.M., Poznovich M.S.

The Turner Institute for Children's Orthopedics, Saint-Petersburg, Russian Federation

Abnormalities of the hip joint in children covers a wide range of diseases, including both congenital and acquired ones. Hip dysplasia, Legg-Calve-Perthes disease and juvenile slipped capital femoral epiphysis account for up to 25 % of all diseases of the musculoskeletal system in pediatric patients. Early

diagnosis of these disorders and timely treatment are of paramount importance in the prevention of childhood disability.

Keywords: hip joint disorders, diagnostic methods, children.

Сведения об авторах

Камоско Михаил Михайлович — д. м. н., руководитель отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России.

Познович Махмуд Станиславович — аспирант отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. E-mail: poznovich@bk.ru.

Kamosko Mikhail Mikhailovich — MD, Ph.D, professor, head of the department of hip pathology. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics.

Poznovich Mahmoud Stanislavovich — MD, PhD student of the department of hip pathology. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics. E-mail: poznovich@bk.ru.