

УДК 681.3.06.

И. И. Билинский, д. т. н., проф.; А. А. Мельничук; А. В. Мельничук
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ
ВИЗУАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИИ
ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ДЕТЕЙ

Рассмотрены наиболее распространённые методы диагностирования патологий тазобедренного сустава у детей – рентгенографическое и ультразвуковое исследование. Проанализированы типичные диагностические изображения, выявлены основные недостатки, среди которых ограниченный диапазон воспроизводимых уровней яркости, низкий уровень контрастности и резкости изображения, а также наличие высокого уровня шумов.

Ключевые слова: тазобедренный сустав, рентгенографическое изображение, УЗД-изображение, резкость, контрастность, шум, спекл-шум.

Введение

Количество аномалий развития и заболеваний тазобедренных суставов у детей, таких как: врожденные вывихи, подвывихи, дисплазии, а также патологии «соха vara», «соха valga» и пр. остаётся довольно значительным. Согласно данным из разных источников, количество дисплазий на 1000 детей составляет около 15, количество врожденных вывихов бедра на 1000 детей – 5 – 7 [1, 2]. Постановка правильного и своевременного диагноза с дальнейшим эффективным лечением, кроме клинического обследования пациента, зависит от достоверной информации, полученной при помощи методов визуального наблюдения. На ранних этапах развития болезни проводить лечение значительно проще, это позволяет в подавляющем большинстве случаев достичь полного выздоровления без осложнений. Отсутствие соответствующего диагноза и надлежащего лечения приводит со временем к развитию тяжелых осложнений, а иногда и к инвалидности. Поэтому разработка новых диагностических методик и приборов является актуальной задачей ранней диагностики патологий тазобедренных суставов. При этом затраты на разработку диагностических методов и средств значительно меньше, чем расходы на продолжительное лечение и государственные дотации по инвалидности.

Анализ последних источников

Среди существующих методов диагностики наиболее распространённые – рентгенография и ультразвуковая (УЗ) диагностика. Другие типы обследования – магнитно-резонансная томография и компьютерная томография являются слишком дорогими и малодоступными, по этому почти не используются для диагностирования вышеупомянутых патологий у детей [1 – 3].

На сегодня в лечебных учреждениях Украины обследование часто проводится на устаревшем оборудовании, что существенно усложняет процесс постановки корректного диагноза. Позитивным является опыт организации ортопедо-травматологических служб стран Западной Европы и США, где проводится обязательное скрининг-обследование всех детей в возрасте до 3 месяцев, который заключается в использовании ультразвуковых диагностических аппаратов.

Рентгенографическое обследование является основным и обязательным методом диагностики дисплазий, подвывихов, врожденного вывиха бедра и других заболеваний тазобедренных суставов у детей. Принцип обследования заключается в получении изображения проекции суставов на горизонтальную плоскость для дальнейшего анализа. Существует большое количество схем для определения по рентгенограммам правильного

расположения костей, формирующих тазобедренный сустав. Наиболее распространённые – схема Хильгенрайнера – Эрлахера и схема Омбредана – Перкинса, основная задача которых – определение длины линий и углов между ними, проведенных через характерные точки. Важным признаком дисплазии на изображении является позднее появление ядер окостенения головок бедренных костей. По полученным данным устанавливается диагноз и назначается лечение [3].

Цель работы

Целью работы является обзор методов визуального диагностирования патологии тазобедренного сустава детей, наиболее широко используемых на практике, и анализ их информативности.

Материалы и методы исследований

Рентгенографический метод обследования используется в качестве средства контроля адекватности лечебных мероприятий. Достоверность данных зависит от правильной техники рентгенографии – правильного положения таза во время съемки и направления центрального луча. При оценке правильности хода центрального луча и правильности положения таза используют метод построения контрольных параллелей и метод построения контрольной дуги запирающего отверстия. При рентгено-анатомической оценке тазобедренных суставов необходимо учитывать все неточности проекции [4].

Бесспорным преимуществом рентгенографического анализа является высокая по сравнению с УЗ исследованием, точность. Однако вместе с тем данное диагностирование имеет также существенный недостаток – высокую степень облучения вредными рентгеновскими лучами, которая усложняет использование этого метода для диагностирования детей в возрасте до 1 месяца, а также делает нежелательным повторное обследование в случае необходимости, поскольку одно рентгенографическое обследование тазобедренных суставов у детей проводится при лучевой нагрузке 0,4 мЗв, а допустимая годовая доза лучевой нагрузки составляет 1 мЗв. То есть врач-ортопед может проводить рентгенографическое обследование не больше двух раз, что иногда бывает недостаточно, а учитывая то, что возможны другие заболевания внутренних органов и переломы костей также нуждаются в срочном рентгенографическом обследовании, это количество обследований может быть ещё меньшим. В случае использования пленочного рентгеновского аппарата, из-за чувствительности плёнки к действию разных механических сил, возможно появление дефектов, что усложняет интерпретацию изображения [5]. Следовательно, получение максимально возможного количества информации из одного снимка является приоритетным заданием.

Ультразвуковое исследование тазобедренных суставов проводится с использованием линейного сенсора с частотой работы 5,0 или 7,5 МГц. Оптимально информативное изображение получается при установлении плоскости сканирования параллельно к поясничному отделу позвоночника и размещении сенсора как можно ближе к средней линии сустава в проекции большого вертела. При этом выполняют минимум две качественные сканограммы каждого сустава для последующего сравнения [6]. На полученном изображении через характерные точки откладываются линии и измеряются углы, из которых делается вывод о наличии или отсутствии патологии.

По сравнению с рентгенографическим обследованием УЗД является безвредным методом, поэтому УЗ обследования рекомендуется проводить даже детям в возрасте 4 – 6 недель. УЗ диагностирование позволяет оценить патологии сустава, но вместе с тем не позволяет определить точные геометрические параметры.

Ультразвуковое исследование дает ограниченную информацию о взаимном расположении суставов, и потому его диагностическая ценность достаточно ограничена. Данный вид диагностики требует высокой квалификации врача, поскольку неудачное размещение

сенсора (несоблюдение требований размещения пациента, неверная фиксация и т. п.) может привести к значительной погрешности. Кроме того при измерении характерных углов сустава может быть допущена значительная погрешность, что предопределено человеческим фактором и низкой четкостью изображения [7]. Но при этом УЗ диагностирование может многократно использоваться для контроля за ходом лечения.

Для анализа избраны типичные изображения, полученные с аппарата УЗД и рентгеновского аппарата, используемых в городской детской поликлинике № 1 г. Винницы.

Рентгенографическое изображение тазобедренного сустава, полученное с пленочного рентгенографического аппарата, приводится на рис. 1. Гистограмма яркости четко показывает ограниченный диапазон воспроизводимых яркостей, что связано с несовершенством самого метода исследования (см. рис. 1б). Это в целом вызывает низкий уровень контраста – самый распространенный дефект рентгенограмм, который усложняет предварительную обработку такого изображения и определение геометрических параметров исследуемых объектов. Для удобного восприятия на гистограмме яркости изображения должны быть два пика – собственно объект и фон, причем разница значений яркостей должна быть значительной. На исследуемых образцах заметна высокая плотность интенсивностей в области высоких градаций серого, вместе с тем, низкие градации серого почти отсутствуют, также не просматриваются характерные пики плотности интенсивностей объекта фона, так что детали изображения сливаются с фоном, который существенно усложняет выявление контуров объектов. Приведен срез интенсивности изображения, на котором четко просматривается аддитивный шум, что также усложняет интерпретацию изображения (см. рис. 1 в).

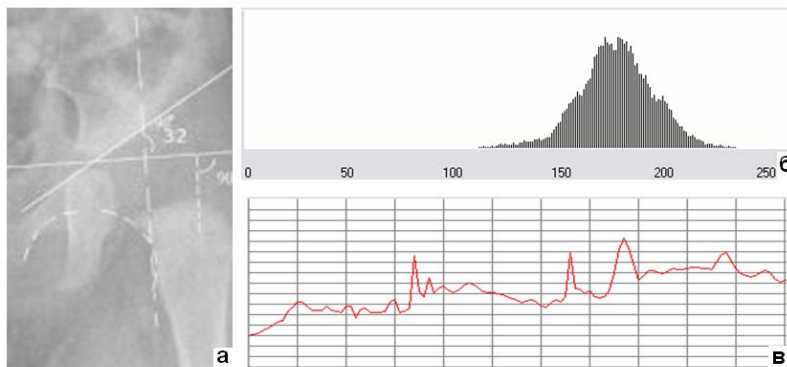


Рис. 1. Исследование тазобедренного сустава на аналоговом рентгенографическом аппарате:

- а) типичное изображение; б) гистограмма яркости;
в) срез по интенсивности изображения, полученного от рентген-аппарата

На рис. 2 приводится изображение тазобедренного сустава, полученное УЗД аппаратом. Гистограмма яркости такого изображения имеет заметный сдвиг в сторону низких значений градаций серого, что усложняет локализацию объекта на темных участках (см. рис. 2б). Пик плотности интенсивностей фона прослеживается достаточно четко, вместе с тем пик плотности интенсивностей объекта на гистограмме почти незаметен. Также приведен срез интенсивности изображения тазобедренного сустава (см. рис. 2в). Следует отметить наличие характерного спекл-шума, который приводит к визуальной «зернистости» такого изображения. Наличие данного шума обусловлено особенностями отражения ультразвуковых волн от исследуемых объектов. Кроме того прослеживается общий низкий уровень резкости, которая предопределяет эффект размытости контуров. В целом можно сделать вывод о размытости данного диагностического изображения. Последний недостаток является наиболее существенным, поскольку для определения геометрических параметров (углы α и β) необходимо обозначить характерные точки, которые находятся на контурах.

В силу того, что ребенок во время обследования постоянно двигается, а зафиксировать его

полностью невозможно, изображение может быть «смазанным», нечетким.

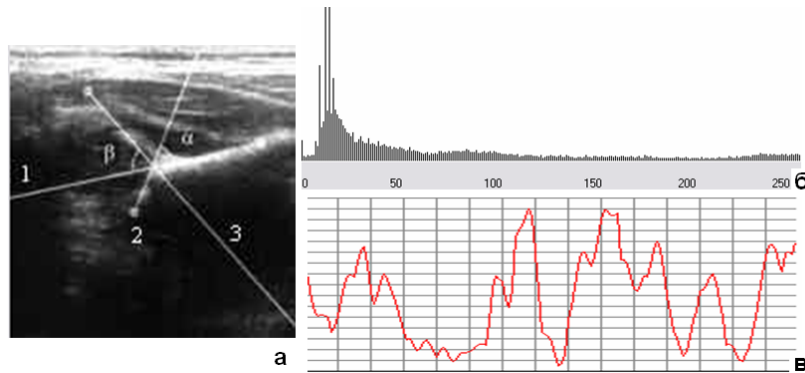


Рис. 2. Исследование тазобедренного сустава на УЗ аппарате:
а) типичное изображение; б) гистограмма яркости изображения;
в) срез по интенсивности изображения, полученного с УЗД аппарата

В ультразвуковом изображении представлен весь спектр оттенков серого, в отличие от рентгеновского изображения, которое характеризуется ограниченным набором частот. Вместе с тем, ультразвуковое изображение имеет намного высший уровень шумов, чем рентгенографическое, также следует отметить пониженную четкость контурных линий, в сравнении с рентгенографическим изображением. В целом, рентгенографическое изображение имеет лучшее качество и высшую диагностическую ценность, но вредность действия рентгеновских лучей на организм человека существенно ограничивает область применения рентгенографии. В то же время, УЗД не имеет вредного влияния на организм, что дает возможность использовать этот метод для широкого спектра заданий. Следовательно, следует отметить существенные недостатки имеющихся ультразвуковых диагностических изображений, в сравнении с рентгенографическими, а также перспективность цифровых методов обработки УЗД-изображений, с целью повышения их качества и информативности.

Выводы

Существуют недостатки, относящиеся и к рентгенографическому исследованию, и к УЗД, – это низкая контрастность и резкость исходного изображения, а также наличие шумов. Поскольку для постановки корректного диагноза погрешность измерения углов не должна превышать 1° , а погрешность измерения расстояний на изображении – не больше, чем 1 мм, то повышение точности определения этих параметров является приоритетной задачей развития диагностического оборудования. Использование методов повышения резкости и контрастности цифрового изображения позволит существенно повысить точность измерения информативных параметров без значительных затрат на модернизацию оборудования и как следствие повысить достоверность диагностических методов, что в дальнейшем будет залогом установления корректного диагноза. Поскольку УЗ диагностика менее вредное, чем рентгенографическое обследование, и может использоваться многократно для различных задач, то создание методов подавления шума, без существенного размывания деталей, а также методов повышения резкости и контрастности УЗД- изображения, которые позволят получить минимальный перепад яркости фона и объекта, являются приоритетными задачами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. Ф. Трубников. Травматология и ортопедия. – К.: Вища школа, 1986. – С. 402 – 414.
2. Т. Н. Хабарова. Опыт применения ультразвукового метода исследования для выявления патологии тазобедренных суставов / Т. Н. Хабарова, А. В. Поморцев, А. А. Данильченков, М. И. Каракай // Визуализация

в медицине. – 1999. – №7. – С.21 – 24.

3. А. И. Алешкевич. Ацетабулярная дисплазия // Новости лучевой диагностики. – 1998. – №2. – С. 15 – 17.

4. А. Н. Михайлов. Возможности и ограничения методов визуализации // Материалы научно-практической конференции «Новые технологии в медицине: диагностика, лечение, реабилитация». – 2002. – т.2. – С. 34 – 42.

5. Ю. Ф. Полуйко. Артефакты рентгенограм // Новости лучевой диагностики. – 1999. – №1. – С. 10 – 12.

6. И. Г. Зелинчок. Ультразвуковая диагностика дисплазии тазобедренного сустава у детей первого года жизни // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2008. – т. 11 – С. 162 – 164.

7. О. В. Савинова. Проблемы и источники ошибок при УЗИ тазобедренных суставов // Новости лучевой диагностики. – 2002. – №1 – С. 62 – 67.

Билинский Иосиф Иосифович — д. т. н., профессор, заведующий кафедрой электроники.

Мельничук Андрей Александрович — аспирант кафедры электроники.
Винницкий национальный технический университет.

Мельничук Александр Васильевич — врач, детский хирург.
Винницкая городская детская поликлиника №1.