

УДК: 617.57:616–073.4–8

Методика ультразвукового исследования предплечья и кисти у детей

С.А. Хмызов, А.Е. Вишняков, И.Н. Гарбузняк

ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко, АМН Украины», Харьков

Abilities of ultrasonography were studied during an examination of children with pathology of the upper extremity. Advantages of this technique versus MRI were revealed in the examination of children with a congenital abnormality of the forearm and hand. A protocol for the examination of the forearm and hand in children was worked out.

Вивчено можливості ультрасонографії в разі обстеження дітей з захворюваннями верхньої кінцівки. Визначено переваги цього методу в разі обстеження дітей з уродженими аномаліями передпліччя та кисті в порівнянні з МРТ. Розроблено протокол обстеження передпліччя та кисті у дітей.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование (УЗИ), кисть, предплечье

Введение

Ведущими методами обследования детей с патологией опорно-двигательной системы на сегодняшний день являются рентгенография, компьютерная томография, МРТ.

Исследования мягкотканых структур предплечья и кисти у детей с помощью стандартной рентгенографии и компьютерной томографии являются неинформативными. Методами, позволяющими определить особенности строения и расположения сосудов, нервов, мышц и сухожилий, ядер окостенения, зон роста, являются ультразвуковое исследование и МРТ. Наступление эпохи ультравысокочастотного сонографического преобразования многократно увеличило возможности получать изображения мягкотканых структур с более мелкими и тонкими деталями. Основными преимуществами УЗИ являются: удобство проведения исследования, возможность точного сопоставления симметричных сегментов и функционального динамического исследования в режиме реального времени [2, 3].

При проведении МРТ необходима седация ребенка, а полученные данные имеют статический характер изображения.

Ультразвуковое исследование ребенка можно проводить достаточно часто, что важно для динамического контроля за ростом, развитием мягкотканых и костных структур в период лечения ре-

бенка, а также позволяет корректировать процесс лечения. Ультрасонографии должна отводиться ведущая роль в детской ортопедии при исследовании мягкотканых структур как информативному и доступному методу обследования.

Методика исследования

Ультразвуковое исследование проводят линейным датчиком частотой от 5 до 13 МГц. При исследовании предплечья, лучезапястного сустава и кисти пациент сидит лицом к врачу, проводящему исследование. Руки пациента располагаются на приставном столике. На исследуемую область предварительно наносят слой геля для достижения более ясного и четкого изображения подлежащих структур. В ходе исследования проводят сканирование ладонной и тыльной поверхности предплечья и кисти в поперечной и продольной плоскостях. Обязательно проводят исследование контралатеральной конечности и сравнение полученных результатов [2, 4].

Техника исследования тыльной поверхности предплечья. Предплечье находится в положении пронации. Исследование мышц поверхностных и глубоких разгибателей начинают от латерального мыщелка плечевой кости — места их прикрепления [7]. Сначала датчик располагают поперечно и продвигают в дистальном направлении. Затем исследование тыльной поверхности предплечья



Рис. 1. Исследование ладонной поверхности предплечья. Расположение датчика продольное (а), поперечное (б)

проводят при продольном расположении датчика (рис. 1 а). Исследуют толщину, структуру, эхогенность мышц задней области предплечья, а также их состояние в активной и пассивной фазе. Определяют контуры локтевой и лучевой костей. При продольном расположении датчика получают изображение сухожилий разгибателей кисти в нижней трети предплечья, а также наличие аномальных фиброзных тяжей.

Техника исследования ладонной поверхности предплечья. Предплечье находится в положении супинации при согнутом под углом 90° локтевом суставе. Исследование начинается с кубитальной ямки при поперечном расположении датчика. На уровне локтевого сгиба определяют бифуркацию плечевой артерии, расположение и диаметр лучевой и локтевой артерий. Затем датчик передвигают на границу верхней и средней трети ладонной поверхности предплечья (рис. 1 б) На этом уровне визуализируется межкостная мембрана, которая представлена тонкой гипоэхогенной линией, соединяющей локтевую и лучевую кости [9]. Так же определяют диаметр и расположение глубоких и подкожных вен предплечья.

При поперечном расположении датчика исследуют толщину, структуру и эхогенность мышц ладонной поверхности предплечья [7], а также их состояние в активной и пассивной фазе. Глубокие и поверхностные мышцы сгибателей кисти и пальцев кисти начинаются от медиального мыщелка плечевой кости, что является ориентиром начала исследования. При исследовании мышц они должны быть полностью расслаблены. Далее исследование ладонной поверхности предплечья проводят при продольном расположении датчика. Исследование начинают с уровня локтевого сгиба и заканчивают в нижней трети предплечья, где визуализируются сухожилия поверхностных и глубоких сгибателей пальцев кисти, определяют их состояние и расположение [9].

Возможно так же визуализировать фиброзные тяжи, их расположение и протяженность.

Техника исследования тыльной поверхности лучезапястного сустава и кисти. Кисть располагается в положении пронации. Исследование начинают с поперечного сканирования проекции лучезапястного сустава (рис. 2). Смещая датчик по направлению от большого пальца к мизинцу или наоборот, исследуют поперечные срезы сухожилий мышц разгибателей пальцев, которые визуализируются в виде овальной формы образований повышенной эхогенности. По периферии сухожилия определяется тонкий гипо- или анэхогенный ободок толщиной не более 2 мм, который является поперечным срезом синовиального влагалища сухожилия. При поперечном сканировании определяют форму дистальных эпифизов лучевой и локтевой костей (рис. 3), наличие зон роста, их структуру, состояние треугольного фиброзного комплекса [6]. Также обращают внимание на коллатеральные связки лучезапястного сустава, синовиально-фиброзные каналы сухожилий мышц разгибателей пальцев кисти. У детей при исследовании запястья



Рис. 2. Исследование тыльной поверхности лучезапястного сустава. Поперечное расположение датчика

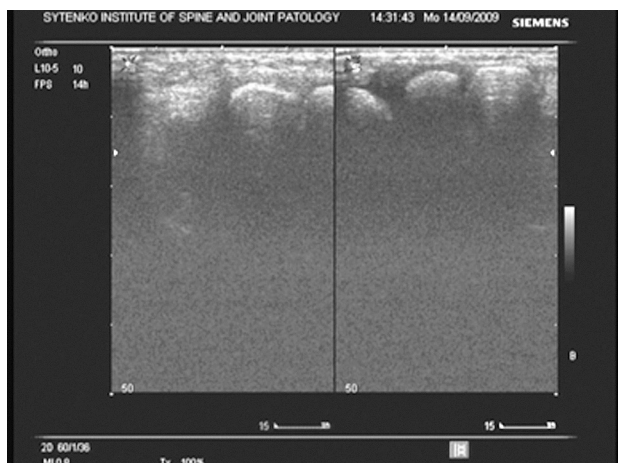


Рис. 3. Сонограмма лучезапястного сустава, датчик 10 МГц. Поперечное сечение

в поперечном сечении определяются ядра окостенения костей запястья.

Затем проводят исследование лучезапястного сустава при продольном расположении датчика. В продольной плоскости сканирования оценивают эхогенность, структуру и толщину сухожилия, а также толщину синовиальной оболочки. Проводят сопоставление полученных данных с данными, полученными при исследовании противоположной конечности. После исследования сухожилий проводят оценку наружного контура костных структур, суставной щели лучезапястного сустава.

Затем проводят продольное и поперечное сканирование пальцев, что позволяет оценить межфаланговые суставы, фаланги пальцев и сухожилия разгибателей пальцев.

Техника исследования ладонной поверхности кисти и лучезапястного сустава. Кисть располагается на мягкой поверхности в положении супинации предплечья. Исследование начинают с поперечного (рис. 4 а), а затем продольного (рис. 4 б) сканирования [6]. Проводят оценку сухожилий мышц сгибателей кисти и мышц поверхностных и глубоких сгибателей пальцев кисти, локтевой артерии и вены, межфаланговых суставов, костных структур, эпифизов и ядер окостенения костей пясти и запястья.

Ультрасонографические особенности сухожилий. Сонографическая картина сухожилий соответствует их гистологическому составу. Сухожилия состоят из длинных коллагеновых волокон, окруженных синовиальной оболочкой. Между сухожилием и оболочкой содержится небольшое количество синовиальной жидкости, которая облегчает скольжение сухожилия. Эхоструктура сухожилия представлена параллельными гиперэхогенными, линейно расположенными пучками волокон, хоро-



Рис. 4. Исследование ладонной поверхности лучезапястного сустава. Расположение датчика поперечное (а), продольное (б)

шо дифференцируется от окружающих его мягких тканей и имеет однородную структуру [6].

При исследовании сухожилий ультразвуковой датчик располагают перпендикулярно к продольной оси предплечья для лучшей визуализации их волокон [1]. Интерпретация ультразвукового изображения структуры сухожилия неточна при отклонении датчика по отношению к оси сухожилия. Это приводит к появлению гипоэхогенных зон в сухожилии, которые можно расценить как патологию. В зависимости от анатомического участка четкость изображения исследуемого сухожилия может быть достигнута или движениями датчика вперед и назад, вправо или влево, или незначительными движениями сухожилий за счет сокращения мышц. Динамику перемещения сухожилия во время сокращения мышц оценивают в реальном времени, что помогает выявить патологию сухожилий. При продольном ультразвуковом сканировании сухожилия выглядят как линейные фибриллярные, чередующиеся между собой гипер- и гипоэхогенные структуры (рис. 5). Эти гиперэхогенные линии являются отражениями ультразвукового луча

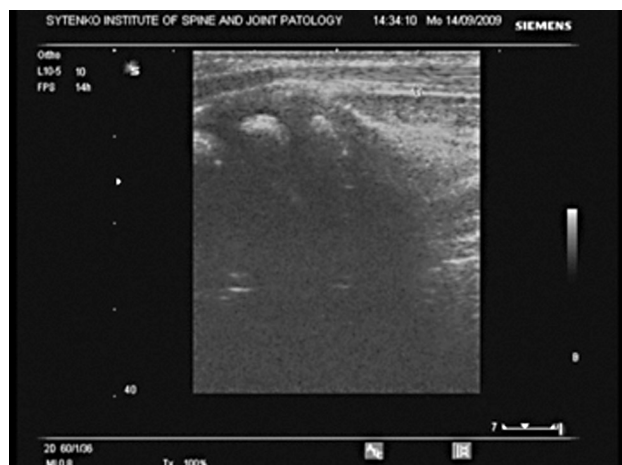


Рис. 5. Сонограмма сухожилия мышцы поверхностного сгибателя пальцев кисти. Датчик 10 МГц. Продольное сечение

от коллагеновых волокон. Сухожилия окружены синовиальной оболочкой, которая выглядит как тонкая эхогенная заключающая в себя жидкость структура. Синовиальная жидкость представлена анэхогенной структурой, при патологических процессах может изменяться [8].

При поперечном сканировании некоторые сухожилия — округлой формы, с яркими гиперэхогенными точками (рис. 6).

Ультрасонографические особенности связок. Связки — это соединительнотканые структуры, соединяющие между собой две кости. Ультразвуковое исследование связок следует начинать с идентификации двух костных структур, к которым прикрепляется связка. Соединив их воображаемой линией, датчик устанавливают по продольной оси связки. Во избежание эффекта анизотропии исследуемая связка должна быть перпендикулярна ультразвуковому лучу. Здесь, так же, как и для сухожилий, используют линейные датчики частотой 7,5–13 МГц. Для получения достоверного изображения датчик лучше передвигать продольно вверх — вниз по направлению связки до появления нормального изображения [2]. Связки выглядят как гиперэхогенные (эхогенные) фибриллярные структуры.

При исследовании триангулярного фиброзного комплекса [6] датчик преобразователя располагают параллельно срединной линии локтевой кости дистальнее шиловидного отростка. Триангулярный комплекс представлен как гомогенная (однородная) треугольной формы структура средней эхогенности, перевернутая вверх дном, располагающаяся глубже сухожилия локтевого разгибателя кисти.

Ультрасонографические особенности суставов /лучезапястный, межфаланговые суставы/ (рис. 7).

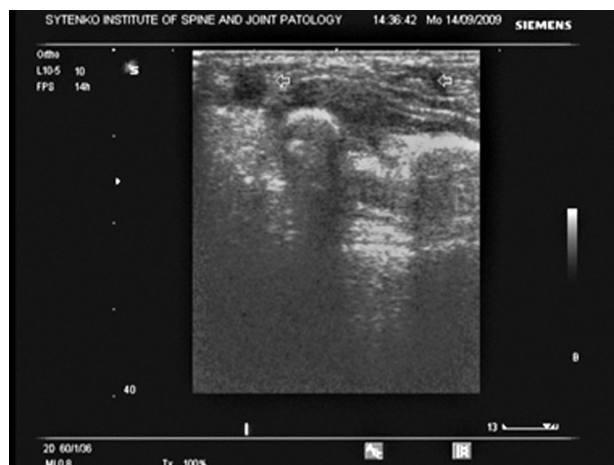


Рис. 6. Сонограмма сухожилия поверхностного сгибателя пальцев кисти и сухожилия лучевого сгибателя кисти, поперечное сечение. Датчик 10 МГц

УЗИ — эффективный метод выявления патологии суставов, применяющийся на первом этапе диагностики. УЗИ применяют для поиска как внутрисуставной, так и околосуставной патологии. При патологических процессах могут визуализироваться выпот, включения, а также изменения со стороны капсулы сустава в виде изменения ее эхоструктуры. Также важной является оценка суставных поверхностей [4, 5].

Ультрасонографические особенности сосудов. При патологии предплечья большое значение следует отдавать исследованию состояния сосудов, особенно если планируется выполнение хирургических вмешательств. Оценивают их топографоанатомическое положение, диаметр плечевой артерии, место бифуркации артерии на лучевую и локтевую артерии, как в устье, так и в нижней трети предплечья. Допплерографически определяют некоторые показатели кровенаполнения. В

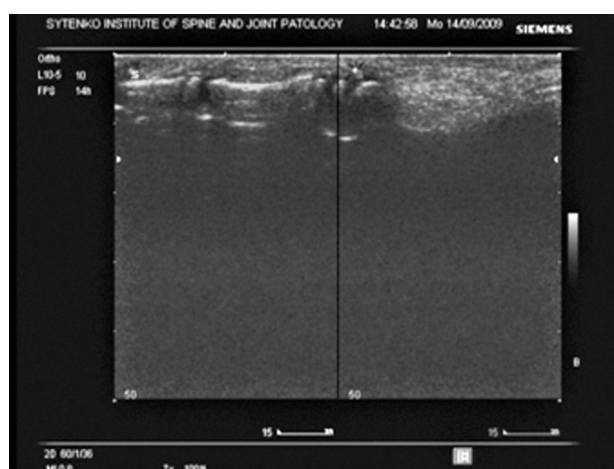


Рис. 7. Сонограмма межфаланговых суставов пальца кисти. Датчик 10 МГц. Продольное сечение

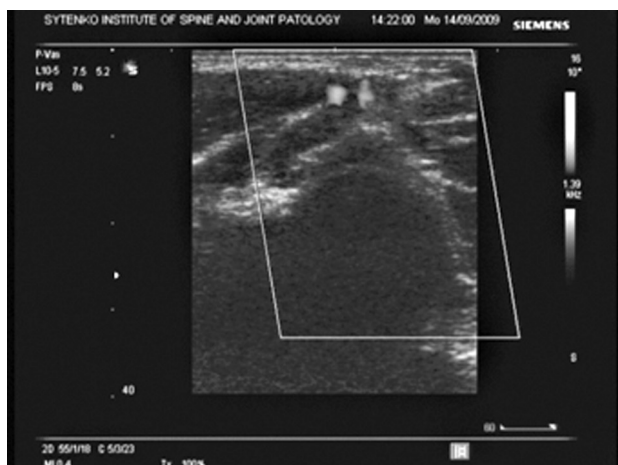


Рис. 8. Сонограмма устья лучевой и локтевой артерий. Датчик 7,5 МГц. Поперечное сечение

норме доплерограмма имеет магистральный тип кровотока. Это указывает на то, что от устья аорты до исследуемого сегмента кровотоков не изменяется.

Нормальная кривая магистрального артериального кровотока состоит из таких компонентов: наибольшее отклонение в систолу обусловлено прямым кровотоком, обратный кровоток в раннюю диастолу связан с артериальным рефлюксом, отклонение в позднюю диастолу вызвано кровотоком вперед за счет эластичности стенок артерий [10].

При наличии сужения или стенозирующего процесса форма пульсовой волны меняется с магистрального типа на коллатеральный.

Регистрация доплеровских сигналов кровотока в виде аналоговых кривых дает возможность провести количественный и качественный анализ скорости кровотока в исследуемых сосудах.

Плечевая вена имеет фазный тип кровотока, связанного с актом дыхания. При компрессии датчиком тканей вена полностью спадается.

Учитывая, что нарушения магистрального кровотока в артериях верхних конечностей могут наблюдаться на всех уровнях, целесообразно начинать исследование и определять тип кровотока с подмышечной или с плечевой артерии в верхней трети плеча.

Исследование кровотока сосудов верхней конечности выполняют линейным датчиком 7,5–10 МГц. Датчик устанавливают в верхней трети плеча, по медиальной поверхности, под углом 45–60° к оси сосудов. При этом проводят легкое продольное и поперечное смещение датчика, с одновременной переменной угла наклона, добиваясь получения чистого акустического сигнала, после чего включают запись доплерограммы. При получении



Рис. 9. Допплерограмма лучевой артерии и вены. Датчик 7,5 МГц. Продольное сечение

четкого сигнала и наличия магистрального кровотока датчик смещают в дистальном направлении четко по ходу сосуда. Очень важна в плане оценки кровоснабжения зона бифуркации артерии, так как у детей с врожденными аномалиями одна из артерий бывает гипоплазирована, может располагаться атипично, или отмечается ее аплазия (рис. 8).

Смещая датчик при поперечном расположении его к нижней трети предплечья, прослеживают ход лучевой и локтевой артерии с одновременным измерением диаметра сосуда и определением типа кровотока датчика (рис. 9).

Ультрасонографическое исследование предплечья и кисти у детей позволяет оценить состояние мышц и сухожилий в активной и пассивной стадиях движений в режиме реального времени, определить наличие, расположение и диаметр сосудов. Очень важна у детей оценка эпифизов, зон роста и ядер окостенения — их строение и расположение. При врожденных аномалиях развития предплечья и кисти ультразвуковое исследование позволяет визуализировать дополнительные аномальные структуры в виде фиброзных тяжей, отсутствие магистральных сосудов или их атипичное расположение, определять нарушение структуры мышечных волокон. Для фиксации объективных данных при проведении ультразвукового обследования предплечья и кисти у детей разработан протокол обследования.

Протокол ультразвукового обследования предплечья, лучезапястного сустава и кисти у детей

1. Мышцы ладонной и тыльной поверхности предплечья при поперечном и продольном сканировании: толщина в мм, структура (однородная / неоднородная), эхогенность (повы-

- шенная / средняя / пониженная), состояние в активной и пассивной фазах движений.
2. Сухожилия на уровне лучезапястного сустава и кисти при продольном и поперечном сканировании: по тыльной поверхности сухожилия разгибателей, по ладонной поверхности сухожилия сгибателей: экзогенность (повышенная / средняя / пониженная), структура (однородная/неоднородная), синовиальная оболочка (визуализируется / не визуализируется).
 3. Связки: целостность (не нарушена / нарушена (частично / полностью), структура (однородная / неоднородная), экзогенность (повышенная / средняя / пониженная).
 4. Лучевая и локтевая артерии (наличие, диаметр, расположение, тип кровотока).
 5. Подкожные и глубокие вены предплечья (диаметр в мм, расположение, тип кровотока).
 6. Эпифиз костей: ядра окостенения (визуализируются / не визуализируются; структура (однородная / неоднородная), деформация, экзогенность (повышенная / средняя / пониженная).
 7. Суставная щель: выпот (есть / нет), включения (есть / нет), капсула сустава — толщина в мм, экзогенность (повышенная / средняя / пониженная), структура (однородная / неоднородная).
 8. Тriaнгулярный фиброзный комплекс (визуализируется / не визуализируется, структура (однородная / неоднородная); экзогенность (повышенная / средняя / пониженная).
 10. Аномальные ткани (визуализируются / не визуализируются, структура (однородная / неоднородная), зона расположения, протяженность в мм).
 11. Межкостная мембрана (визуализируется / не визуализируется, целостность (не нарушена / нарушена (частично / полностью), структура (однородная / неоднородная).

Выводы

Неинвазивность ультразвукового метода, возможность частого обследования детей в процессе лечения дают большие преимущества для его использования в практике детской ортопедии.

Высокая разрешающая способность ультразвукового исследования позволяет оценивать более тонкие и мелкие структуры детского организма: сухожилия, связки, эпифизы, ядра окостенения, а также сосуды.

Важным является то, что обследование проводится в режиме реального времени, с выполнением функциональных проб и получением динамического изображения.

Литература

1. Эхография нервов, сухожилий и связок [Текст] / Н.А. Ескин, В.Г. Голубев, Д.Р. Богдашевский и др. // SonoAce-International. — М., 2005. — № 13. — С. 15–21.
2. Зубарев А.Р. Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата у взрослых и детей [Текст] / А.Р. Зубарев, Н.А. Неменова. — М., 2006. — С. 136.
3. Шевченко С.Д. Возможности ультразвуковой диагностики в травматологии и ортопедии [Текст] / С.Д. Шевченко, В.И. Мартюк, И.Г. Яковенко // Ортопед., травматол. — 2009. — № 1. — С. 118–123.
4. Шевченко С.Д. Діагностика травматичного епіфізіололізу дистального відділа променевої кістки без зміщення [Текст] / С.Д. Шевченко, В.И. Мартюк, И.Г. Яковенко // Ортопед., травматол. — 2009. — № 3. — С. 20–24.
5. Jacobson J.A. Musculoskeletal ultrasonography [Text] / J.A. Jacobson, M.T. van Holsbeeck // Orthop. Clin. North Am. — 1998. — Vol. 29. — P. 135–167.
6. Lee J.C. Normal Sonographic Anatomy of the Wrist and Hand [Text] / J.C. Lee, J.C. Healy // RadioGraphics. — 2005. — Vol. 25. — P. 1577–1590.
7. O'Neill J. Musculoskeletal Ultrasound: Anatomy and Technique [Text] / J. O'Neill // Springer. — 2008. — 348 p.
8. Analysis of echotexture of tendons with US [Text] / C. Martinoli, L.E. Derchi, C. Pastorino et al. // Radiology. — 1993. — Vol. 186. — P. 839–842.
9. Ultrasound of the musculoskeletal system [Text] / S. Bianchi, C. Martinoli, L.E. Derchi et al. // Springer. — 2007. — 976 p.
10. Kaplan P.A. Sonography of the musculoskeletal system [Text] / P.A. Kaplan // AJR. — 1990. — Vol. 155. — P. 237–245.

Статья поступила в редакцию 07.10.2009 г.