



ГБОУ ДПО
«РМАПО»
Минздравсоц-
развития России,
кафедра лучевой
диагностики
детского возраста

Детская
клиническая
больница № 13
им. Н.Ф. Филатова,
г. Москва

УЗ-анатомия и нормативные показатели гемодинамики тазобедренного сустава у детей

А.Б. ГУРЕВИЧ, д.м.н., проф. К.В. ВАТОЛИН

Одним из патогенетических механизмов развития диспластических заболеваний тазобедренных суставов являются сосудистые нарушения.

В результате исследований, проведенных авторами статьи, были установлены нормативные возрастные параметры УЗ-анатомии и оценены показатели гемодинамики тазобедренного сустава у здоровых детей. Сочетание ультразвуковой диагностики с доплерографической оценкой регионального кровотока признано высокоинформативным методом исследования тазобедренных суставов.

Введение

Диспластические заболевания тазобедренного сустава являются одной из самых распространенных ортопедических патологий детского возраста [1]. Кроме того, несмотря на корректно проведенное лечение, сохраняется большое число взрослых пациентов с деформирующим коксартрозом как исходом заболевания [2]. В этой связи поиск наиболее информативного метода диагностики до сих пор остается актуальной проблемой.

Тазобедренный сустав – анатомически сложная зона для визуализации. Ранее для диагностики дисплазии тазобедренного сустава использовался метод рентгенографии, дававший необходимую информацию об изменении костных структур. Однако оценка истинной формы, размеров и контуров вертлужной впадины, состояния проксимальной метафизарной ростковой зоны бедренной кости детей первых месяцев жизни долгие годы была невозможной. В последнее время детям первого года жизни проводится скрининговое ультразвуковое исследование тазобедренных

суставов латеральным доступом. Известно, что одним из патогенетических механизмов развития заболевания являются сосудистые нарушения. Именно поэтому важной представляется оценка кровотока в данной области с применением неинвазивных методов. Ультразвуковое доплеровское исследование дает возможность оценить степень сосудистых изменений в области тазобедренного сустава [3]. Метод позволяет дополнить первичную диагностику патологического процесса, а также осуществлять мониторинг на этапах лечения.

В настоящее время доплерографические методики, как правило, используются для диагностики поражения магистральных артерий [4, 5]. Данные о возрастных нормативных показателях кровотока сосудов, питающих тазобедренный сустав, ограничены, а результаты их противоречивы [6, 7]. В связи с этим целью работы явилось установление возрастных параметров и соотношений в тазобедренном суставе у здоровых детей и доплерометрическая оценка регионального кровотока.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач был проведен анализ результатов обследования 98 пациентов без патологии тазобедренного сустава. Все обследованные дети были разделены по возрасту: 0–3 месяца, 3–6 месяцев, 6–12 месяцев, 1–3 года, 3–7 лет, 7–15 лет.

Ультразвуковое исследование проводилось на аппаратах Logiq P5, Voluson E8 (GE) датчиками линейного сканирования с частотой 8,0–14,0 МГц. Комплексное ультразвуковое исследование состояло из серошкального сканирования, цветового и энергетического доплеровского картирования, импульсно-волновой доплерометрии. Предварительная подготовка при ультразвуковом исследовании тазобедренного сустава и прилегающих областей не проводилась.

У детей до года ультразвуковое исследование в В-режиме начиналось со стандартной методики Р. Графа. Далее использовался передний доступ, принятый у детей старшего возраста и взрослых. В В-режиме оценивались нерентгеноконтрастные структуры (хрящевой компонент головки бедренной кости, хрящевая часть крыши вертлужной впадины, суставная капсула и связочный аппарат) и структуры, окружающие головку. После оценки анатомических структур проводилась количественная и качественная оценка огибающих сосудов бедра, сосудов, питающих головку бедренной кости, круглую связку головки бедра, проксимальный отдел бедренной кости. Диаметры огибающих сосудов



бедра измерялись в режиме ЭДК. Анализировались следующие показатели: количество огибающих сосудов, систолическая и диастолическая скорость кровотока в них (V_s ; V_d), индекс резистентности (IR); по этому же принципу были оценены сосуды, питающие шейку и головку бедренной кости, круглую вязку головки бедренной кости, а также сосуды, фиксируемые в капсуле.

Статистическая обработка полученного материала проводилась методами вариационной статистики и корреляционного анализа (программа Statistica). Все данные представлены в виде $M \pm \sigma$. Достоверными считались различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате наших исследований были определены нормативные морфометрические параметры тазобедренных суставов. При ультразвуковом исследовании в В-режиме латеральным доступом по Графу у детей первого года жизни вертлужная впадина была глубокой; наружный костный выступ хорошо сформирован; хрящевая часть крыши вертлужной впадины охватывала головку бедренной кости; хрящевая губа покрывала головку бедра. При проведении провокационных тестов головка бедра стабильно фиксировалась во впадине. Измеряли углы α , β и поперечный размер ядра окостенения (рис. 1). В течение первого года жизни угол α увеличивался, угол β уменьшался. У детей старше трех месяцев определялось ядро окостенения головки бедренной кости.

Поскольку эхографические нормативы при исследовании тазобедренных суставов у детей первого года жизни латеральным доступом общеизвестны, основной задачей данного исследования была эхографическая оценка тазобедренных суставов продольным доступом у детей разного возраста. Датчик устанавливался параллельно предполагаемой шейке бедренной кости дистальнее паховой складки.

Все исследования начинались с эхографической оценки костно-хрящевых структур. В данном срезе у всех пациентов хорошо визуализировалась бедренная кость. Кортикальный слой кости определялся в виде тонкой гиперэхогенной полоски. Контур кортикального слоя был ровный, четкий. За кортикальным слоем определялась четкая акустическая тень. Структура его была однородной. Толщина кортикального слоя составляла от 0,7 до 1,2 мм. Показатели толщины кортикального слоя на симметричных участках были одинаковы. На медиальной поверхности бедренной кости определялся малый вертел в виде выбухания кнаружи с ровными четкими контурами средней эхогенности. У детей старшего возраста эхогенность малого вертела повышалась. Головка бедренной кости визуализировалась как гипоэхогенная структура, так как представляла собой гиалиновый хрящ. Контур гиалинового хряща у всех пациентов был ровный, четкий. Структура гиалинового хряща была однородной, гипоэхогенной (рис. 2). У детей старше 1 года определялся гиперэхогенный контур эпифиза. Контур эпифиза был ровный, четкий (рис. 3а). Зоной роста мы считали расстояние между эпифизом и метафизом (рис. 3б).

При проведении корреляционного анализа обнаружена обратная сильная зависимость между линейными размерами зоны роста ($r = -0,86$; $p < 0,05$), менее выра-



Рис. 1. Эхограмма ребенка В., 3 мес. УЗИ в В-режиме латеральным доступом по Графу. Норма

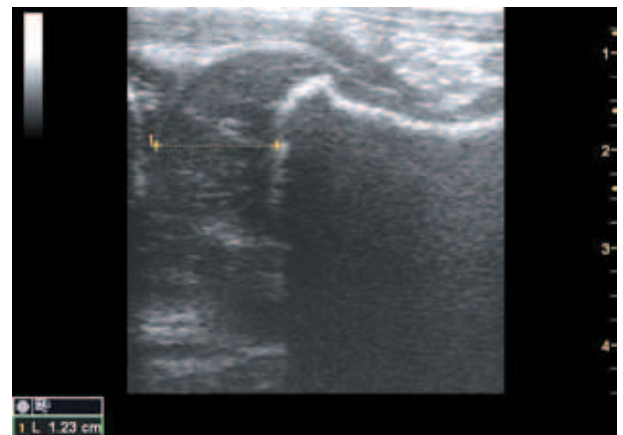


Рис. 2. Эхограмма ребенка А., 1 мес. УЗИ передним доступом. Продольное сканирование. Головка бедренной кости

женная прямая сильная зависимость ($r = +0,81$; $p < 0,05$) между линейными размерами высоты эпифиза и возрастом ребенка. Показатели поперечного размера зоны роста и высоты эпифиза в зависимости от возраста представлены в таблице 1.

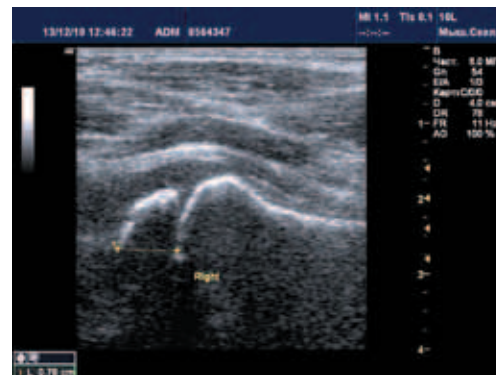


Рис. 3. Эхограмма ребенка Р., 2 года. УЗИ передним доступом. Продольное сканирование: а – эпифиз бедренной кости; б – зона роста бедренной кости



Таблица 1. Изменение зоны роста и высоты эпифиза в зависимости от возраста ребенка

Возраст	Зона роста, мм (M ± σ)	Высота эпифиза, мм (M ± σ)
1–3 года (n = 32)	3,7 ± 0,38	7,4 ± 0,2
3–7 лет (n = 32)	2,3 ± 0,3	11,7 ± 0,6
7–15 лет (n = 34)	1,2 ± 0,3	13,7 ± 0,4

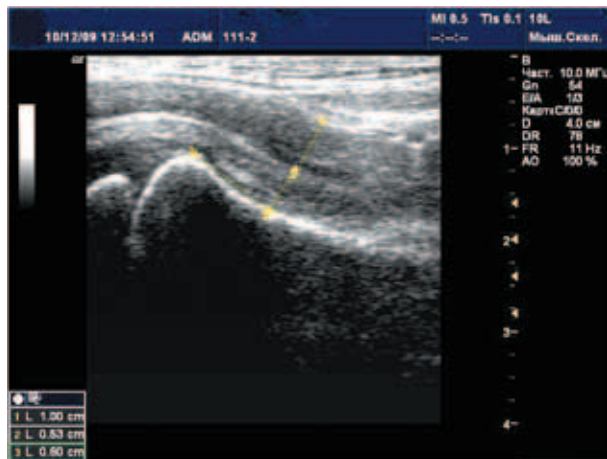


Рис. 4. Эхограмма ребенка М., 3,5 мес. УЗИ передним доступом. Продольное сканирование. Измерение ШКР и ППМ

Таблица 2. Динамика отношения ШКР и толщины ППМ в зависимости от возраста ребенка

Возраст	ШКР/ППМ (M ± σ)
0–3 месяца (n = 36)	1/1,5 (0,67 ± 0,08)
3–6 месяцев (n = 30)	1/2 (0,5 ± 0,03)
6–12 месяцев (n = 32)	1/2 (0,5 ± 0,04)
1–3 года (n = 32)	1/1 (1 ± 0,15)
3–7 лет (n = 32)	1/1,5 (0,67 ± 0,04)
7–15 лет (n = 34)	1/2,5 (0,4 ± 0,02)

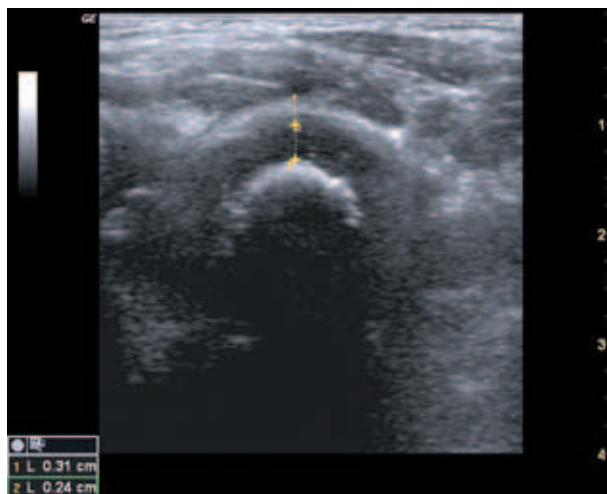


Рис. 5. Эхограмма ребенка М., 3 года. УЗИ передним доступом. Поперечное сканирование. Капсула тазобедренного сустава

Шейка бедренной кости у новорожденных и детей раннего возраста четко не дифференцируется от проксимального отдела бедра, поэтому при измерении шеечно-капсулярного расстояния (ШКР) и толщины пояснично-подвздошной мышцы (ППМ) для объективности производимых измерений от метафиза отступали на определенное расстояние (у детей 0–3 месяцев – 0,25 см; 3–6 месяцев – 0,5 см; 6–12 месяцев – 0,75 см; 1–3 лет – 1,0 см) (рис. 4). У детей старше 3 лет шейка четко дифференцировалась.

Не отмечено статистически достоверной корреляции между показателями ШКР и возрастом ребенка; толщиной ППМ и возрастом ребенка ($p > 0,05$). Корреляция между этими показателями и возрастом пациентов оказалась прямой, слабой. Коэффициенты линейной корреляции Пирсона для этих показателей составили соответственно +0,22; +0,27 ($p > 0,05$).

По результатам нашего исследования выявлена прямая сильная зависимость ($r = +0,88$; $p < 0,05$) между отношением ШКР/ППМ и возрастом детей. ШКР ни у одного ребенка не превышало толщину пояснично-подвздошной мышцы (табл. 2).

В проекции верхней части головки бедренной кости определялся

передний отдел хрящевой губы. Контуры губы были ровные, четкие. Структура однородная, повышенной эхогенности.

Капсула сустава визуализировалась в виде структуры средней эхогенности, идущей от головки бедренной кости, огибая ее и направляясь к шейке бедренной кости. Контур ее ровный, четкий.

После оценки всех описываемых структур при продольном сканировании датчик разворачивали на 90°. При поперечном сканировании измеряли толщину гиалинового хряща, толщину суставной капсулы (рис. 5).

При проведении корреляционного анализа обнаружена обратная сильная зависимость между линейными размерами зоны толщины гиалинового хряща ($r = 0,86$; $p < 0,05$), выраженная прямая сильная зависимость между размерами толщины суставной капсулы ($r = +0,91$; $p < 0,05$) и возрастом детей (табл. 3).

Достоверных различий между правым и левым суставами, а также между этими показателями у девочек и мальчиков получено не было ($p < 0,05$).

ЦДК проводилось при продольном сканировании. Оценивалось наличие сосудов в головке бедренной

Таблица 3. Изменение толщины гиалинового хряща и суставной капсулы в зависимости от возраста ребенка

Возраст	Толщина гиалинового хряща, мм (M ± σ)	Толщина суставной капсулы, мм (M ± σ)
0–3 месяца (n = 36)	9 ± 0,2	14 ± 0,3
3–6 месяцев (n = 30)	12 ± 0,4	20 ± 0,2
6–12 месяцев (n = 32)	19 ± 0,2	24 ± 0,2
1–3 года (n = 32)	23 ± 0,5	26 ± 0,4
3–7 лет (n = 32)	27 ± 0,3	30 ± 0,3
7–15 лет (n = 34)	21 ± 0,2	29 ± 0,4

Таблица 4. Изменение диаметра огибающих сосудов в зависимости от возраста ребенка

Возраст	Диаметр артерии, мм (M ± σ)	Диаметр вены, мм (M ± σ)
0–3 месяца (n = 36)	12 ± 0,13	12 ± 0,1
3–6 месяцев (n = 30)	14 ± 0,17	14 ± 0,2
6–12 месяцев (n = 32)	18 ± 0,2	17 ± 0,12
1–3 года (n = 32)	20 ± 0,13	19 ± 0,14
3–7 лет (n = 32)	21 ± 0,14	20 ± 0,1
7–15 лет (n = 34)	23 ± 0,3	21 ± 0,2



кости, проекции круглой связки, шейечной артерии (рис. 6). Измеряли диаметр огибающих сосудов (табл. 4, рис. 7).

При проведении корреляционного анализа обнаружена прямая сильная зависимость между диаметром огибающей артерии ($r = +0,83$; $p < 0,05$), диаметром огибающей вены ($r = +0,81$; $p < 0,05$) и возрастом детей.

В режиме импульсно-волновой доплерометрии рассчитывали скоростные характеристики и индекс резистентности в огибающих артериях бедра и максимальную скорость в огибающей вене (табл. 5). Достоверная визуализация огибающих сосудов была достигнута у всех детей.

При проведении доплерографического исследования шейечная артерия достоверно определялась у 100% детей; артерия зоны роста фиксировалась у всех обследованных до 7-летнего возраста. У пациентов после 7 лет она определялась в 31% случаев. После оценки этих сосудов в режиме ЦДК исследовали скоростные характеристики и индекс резистентности (табл. 6).

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований были установлены нормативные показатели УЗ-анатомии здорового тазобедренного сустава: зоны роста, высоты эпифиза, отношения ШКР/ППМ, толщины гиалинового хряща и толщины капсулы в зависимости от возраста. Оценены возрастные гемодинамические изменения огибающих сосудов бедра, шейечной артерии и артерии зоны роста бедренной кости.

Современная ультразвуковая диагностика в связи с неинвазивностью и доступностью метода и возможностью многократного повторения исследований является основным методом исследования тазобедренных суставов у детей. А оценка гемодинамики с помощью метода доплерографии позволит выявить группу риска по развитию диспластических заболеваний, а также оценить и своевременно скорректировать их лечение и прогнозировать исход. 🌸

Таблица 5. Динамика изменений гемодинамических показателей в огибающих сосудах в зависимости от возраста ребенка

Возраст	V_s в артериях, см/с ($M \pm \sigma$)	V_d в артериях, см/с ($M \pm \sigma$)	IR ($M \pm \sigma$)	V_{max} в вене, см/с ($M \pm \sigma$)
0–3 месяца (n = 36)	11,1 ± 0,15	3,3 ± 0,2	0,7 ± 0,02	4,6 ± 0,3
3–6 месяцев (n = 30)	12,7 ± 0,3	3,7 ± 0,2	0,71 ± 0,01	8,45 ± 0,2
6–12 месяцев (n = 32)	13,4 ± 0,2	3,7 ± 0,1	0,72 ± 0,03	11,2 ± 0,1
1–3 года (n = 32)	17,8 ± 0,4	4,8 ± 0,2	0,73 ± 0,04	12,7 ± 0,3
3–7 лет (n = 32)	19,8 ± 0,2	4,95 ± 0,2	0,75 ± 0,03	14,5 ± 0,4
7–15 лет (n = 34)	27,9 ± 0,3	5,9 ± 0,3	0,79 ± 0,01	19,9 ± 0,2

Таблица 6. Динамика изменений гемодинамических показателей в шейечной артерии и артерии зоны роста в зависимости от возраста ребенка

Возраст	Шейечная артерия			Артерия зоны роста		
	V_s , см/с ($M \pm \sigma$)	V_d , см/с ($M \pm \sigma$)	IR ($M \pm \sigma$)	V_s , см/с ($M \pm \sigma$)	V_d , см/с ($M \pm \sigma$)	IR ($M \pm \sigma$)
0–3 месяца (n = 36)	7,3 ± 0,2	2,3 ± 0,2	0,68 ± 0,01	5,7 ± 0,1	1,7 ± 0,2	0,7 ± 0,02
3–6 месяцев (n = 30)	11,5 ± 0,4	3,44 ± 0,2	0,7 ± 0,01	10,4 ± 0,1	3,18 ± 0,1	0,69 ± 0,02
6–12 месяцев (n = 32)	12,7 ± 0,3	3,9 ± 0,1	0,69 ± 0,03	13,1 ± 0,2	4,3 ± 0,3	0,67 ± 0,01
1–3 года (n = 32)	13,5 ± 0,2	4,5 ± 0,3	0,67 ± 0,02	11,7 ± 0,3	4,3 ± 0,2	0,63 ± 0,03
3–7 лет (n = 32)	14,9 ± 0,1	5,4 ± 0,4	0,64 ± 0,03	10,1 ± 0,3	3,9 ± 0,1	0,61 ± 0,02
7–15 лет (n = 34)	17,5 ± 0,3	6,4 ± 0,4	0,63 ± 0,03	9,3 ± 0,2	3,6 ± 0,3	0,61 ± 0,01

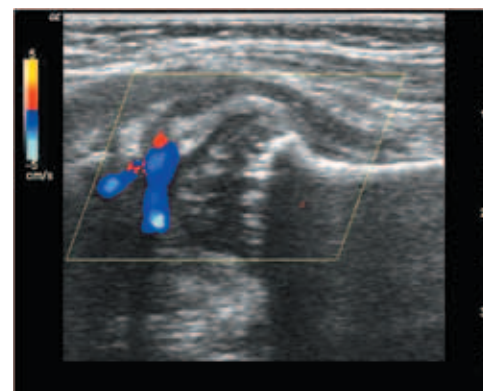
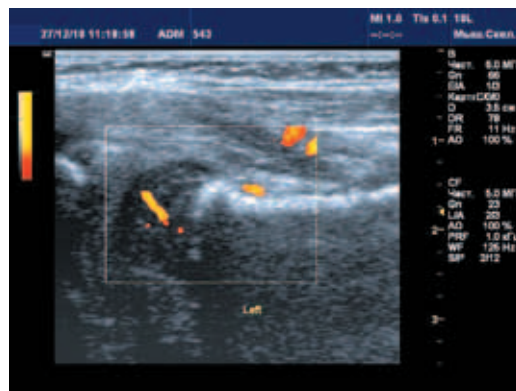


Рис. 6: а – режим ЭДК, кровотоки в шейечной артерии, кровотоки в головке бедренной кости, огибающих сосудах бедра; б – режим ЦДК, кровотоки в проекции круглой связки

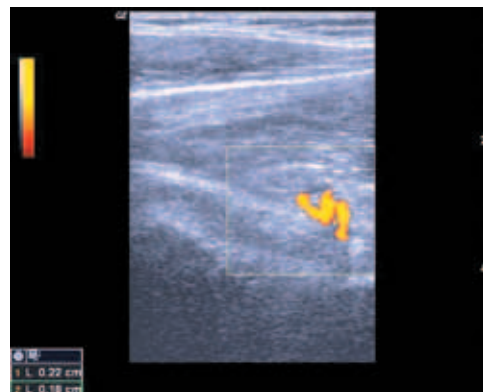
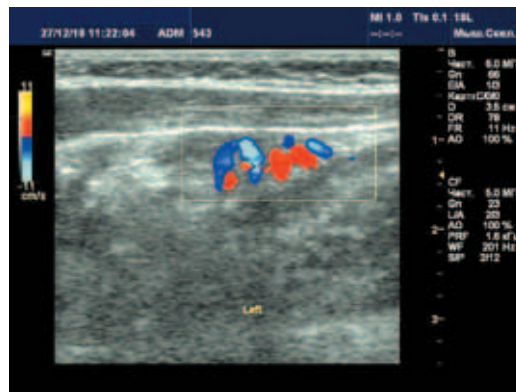


Рис. 7: а – режим ЦДК, огибающие сосуды бедра; б – режим ЭДК, диаметр огибающих сосудов

Литература
→ С. 86