

# Оглавление

Список сокращений .....	8
<b>Глава 1. Нормальная ультразвуковая анатомия мочевогоделительной системы.</b>	
Методика исследования .....	9
Показания к проведению ультразвукового исследования .....	9
Подготовка к исследованию .....	9
Технология исследования .....	10
Методика исследования почек .....	10
Исследование в В-режиме .....	11
Исследование в режиме ЦДК .....	21
Исследование в режиме ИД .....	23
Методика исследования мочевого пузыря и мочеточников .....	34
Исследование в В-режиме .....	34
Исследование в режиме ЦДК .....	35
Исследование мочеточниково-пузырных выбросов в режиме ИД .....	36
<b>Глава 2. Патология мочевогоделительной системы .....</b>	<b>39</b>
<b>Глава 3. Эмбриогенез пороков мочевогоделительной системы .....</b>	<b>41</b>
Пороки развития, определяющиеся на стадии предпочки .....	41
Пороки развития, определяющиеся на стадии первичной почки .....	42
Пороки развития, определяющиеся на стадии окончательной почки и мочевых путей .....	43
Пороки развития, возникающие при нарушении эмбриофетальной миграции постоянной почки .....	46

<b>Глава 4. Пороки почек</b> .....	47
Пороки количества почек .....	47
Пороки положения почек .....	52
Пороки взаиморасположения почек .....	57
Пороки развития структуры почек .....	63
Общее недоразвитие почки .....	63
Кортикальные кистозные поражения .....	72
Поликистозная болезнь почек .....	79
Медуллярные кистозные поражения .....	86
<b>Глава 5. Обструктивные уropатии</b> .....	93
Пиелозктазия .....	93
Гидронефроз .....	97
Мегауретер .....	108
Пузырно-мочеточниковый рефлюкс .....	121
<b>Глава 6. Метаболические нефропатии</b> .....	133
<b>Глава 7. Поражение почек при сахарном</b> диабете типа 1 .....	141
<b>Глава 8. Воспалительные поражения почек</b> .....	147
Пиелонефрит .....	147
Гломерулонефрит .....	158
<b>Глава 9. Почечная недостаточность</b> .....	171
Хроническая почечная недостаточность .....	171
Острая почечная недостаточность .....	177
Ультразвуковая диагностика при трансплантации почки .....	180
<b>Глава 10. Травма почки и мочевого пузыря</b> .....	193
Закрытые повреждения почек .....	193
Варианты повреждения почек .....	195
Повреждения мочевого пузыря .....	201

<b>Глава 11.</b> Патология мочевого пузыря . . . . .	203
<b>Глава 12.</b> Опухоли почек . . . . .	215
Список рекомендуемой литературы . . . . .	226
Контрольные вопросы . . . . .	228
Ответы . . . . .	234

# Список сокращений

- АПФ – ангиотензинпревращающий фермент
- ГУС – гемолитико-уремический синдром
- ДУЗИ – диуретическое ультразвуковое исследование
- ИД – импульсная доплерография
- КТ – компьютерная томография
- ОКН – острый канальцевый некроз
- ОПН – острая почечная недостаточность
- ПМР – пузырно-мочеточниковый рефлюкс
- ПУС – пиелоуретральный сегмент
- СД – систолиастиолическое соотношение
- ХПН – хроническая почечная недостаточность
- ЦДК – цветное доплеровское картирование
- ЧЛС – чашечно-лоханочная система
- ЭД – энергетический доплер
- IP – пульсационный индекс
- IR – индекс резистентности
- IR<sub>MB</sub> – индекс резистентности мочеточникового выброса

# Нормальная ультразвуковая анатомия мочевыделительной системы. Методика исследования

# 1

## ГЛАВА

Несмотря на безвредность и доступность ультразвукового метода диагностики, проводить исследование необходимо по направлению врача-клинициста.

### **Показания к проведению ультразвукового исследования:**

- скрининговое исследование в декретированные возрастные периоды;
- синдром пальпируемой опухоли живота;
- клинические признаки воспаления мочевыделительной системы;
- болевой абдоминальный синдром;
- обязательный компонент при профилактических осмотрах;
- гематурия.

### **Подготовка к исследованию**

Для исследования почек специальной подготовки не требуется, необходимо только наполнение мочевого пузыря. Детей грудного возраста осматривают через 15–20 мин после кормления. Детям старшего возраста рекомендуется выпить жидкость из расчета 10 мл/кг массы тела, после чего исследование проводят через 20–30 мин после появления первого позыва к мочеиспусканию.

Ретроградное введение жидкости в мочевой пузырь антифизиологично и используется в урологической практике для исключения сложной органической патологии мочевого пузыря, мочеточников и других органов малого таза. Перерастяжение мочевого пузыря вызывает такие патологические симптомы, которые в физиологических условиях у здорового ребенка не встречаются.

## Технология исследования

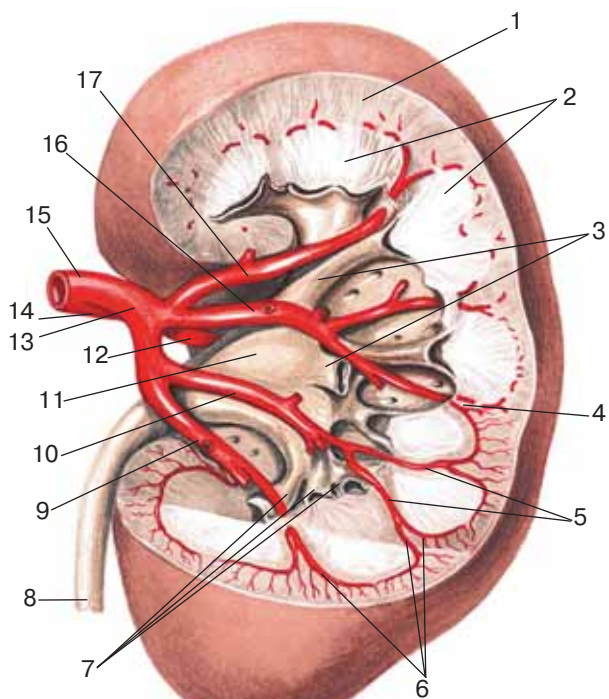
В зависимости от возраста и степени физического развития ребенка частота сканирования может меняться от 3,5 до 7,5 МГц и более. Во всяком случае, необходимо следовать правилу об исследовании при максимально большой частоте. Исследование целесообразно начинать с обзора через переднюю брюшную стенку конвексным датчиком, затем проводится сканирование со стороны спины. Из-за небольшой толщины мышц поясничной области и слабо развитого подкожно-жирового слоя почки видны очень хорошо в различных плоскостях. Каждый из этих подходов имеет свои преимущества, которые расширяют возможности врача в интерпретации получаемого изображения.

## Методика исследования почек

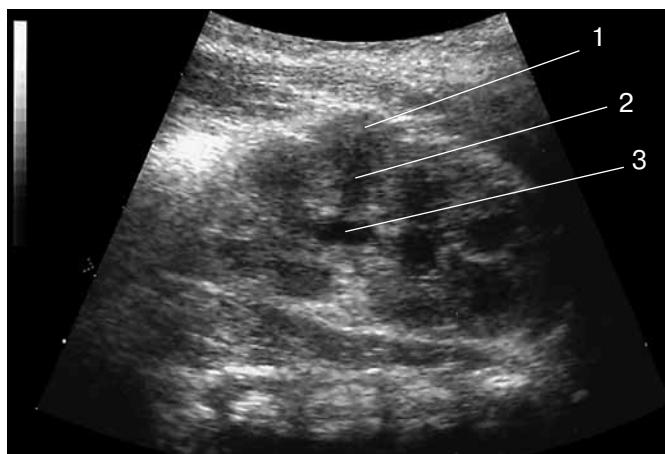
Ультразвуковое исследование почек состоит из трех этапов: исследование в В-режиме, режимах цветового доплеровского картирования (ЦДК), в том числе энергетического доплера (ЭД), и импульсной доплерографии (ИД) почечных сосудов. Ультразвуковое изображение срезов почек практически полностью соответствует их анатомическому строению (рис. 1.1).

**Рис. 1.1.** Анатомическое строение почки и ее артериальное кровоснабжение [по Синельникову Р.Д., 2012, с изменениями].

1 – кора почки, 2 – пирамиды почки, 3 – большие чашечки, 4 – почечные столбы, 5 – междольевые артерии, 6 – дуговые артерии, 7 – малые чашечки, 8 – мочеточник, 9 – нижняя сегментарная артерия, 10 – передняя нижняя сегментарная артерия, 11 – почечная лоханка, 12 – задняя сегментарная артерия, 13 – передняя ветвь, 14 – задняя ветвь, 15 – почечная артерия, 16 – передняя верхняя сегментарная артерия, 17 – верхняя сегментарная артерия.



**Рис. 1.2.** Здоровый новорожденный. Продольное сканирование со стороны спины. Отмечается дольчатость контура почки. Кортикальный слой (1) паренхимы более эхогенный по сравнению с пирамидами (2) и в три раза тоньше. Тонкие стенки интрателуральной лоханки (3) практически не видны.



### **Исследование в В-режиме**

В В-режиме оцениваются расположение, контуры, размеры, дифференцировка паренхимы и срединного комплекса, подвижность почек.

**Расположение.** Почки расположены в поясничной области забрюшинно, по обе стороны от позвоночного столба.

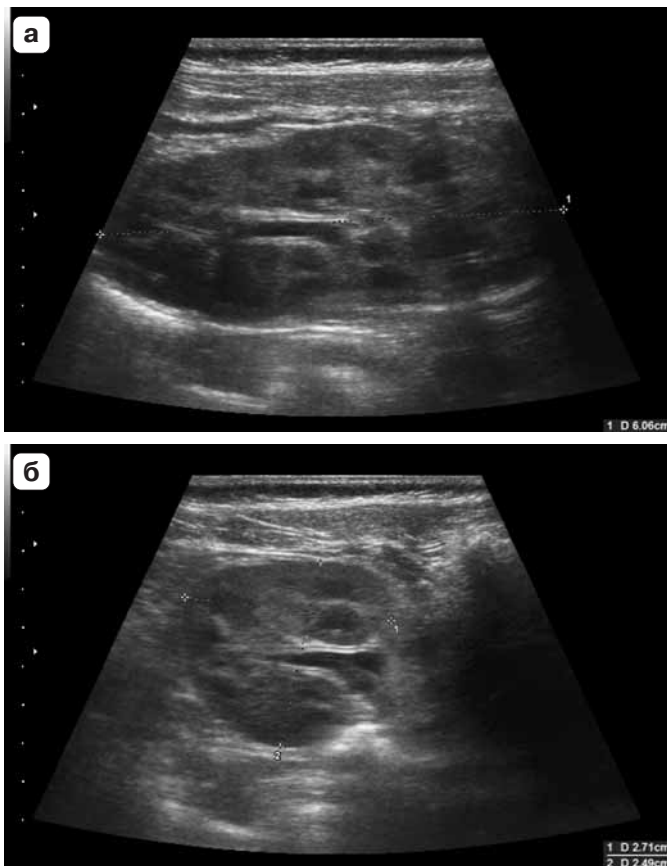
У детей раннего возраста (до 1 года) продольные оси располагаются практически параллельно позвоночнику. В старшем возрасте угол между продольной осью почек и позвоночным столбом открыт книзу и составляет до 20–25°.

Почечные ворота у новорожденного ребенка обращены кпереди. У старших детей ворота правой почки ориентированы медиально, в сторону позвоночника. Левая почка ротируется в значительно меньшей степени, и ее ворота обращены, как и у новорожденного, кпереди с незначительным поворотом медиально. Верхний полюс обеих почек при сканировании сзади закрыт слева в большей степени, чем справа, XII ребром.

**Контур почки** – ровные и четкие. Фиброзная капсула хорошо видна в виде едва заметной гиперэхогенной полоски. У новорожденных она может не определяться. Физиологическая дольчатость почки у доношенного ребенка может сохраняться до 3 мес (рис. 1.2). При дальнейшем сохранении этого эхографического признака его следует рассматривать как патологический.

**Размеры почек.** При исследовании обязательно необходимо установить максимальный длинник почки. При этом сканирующая плоскость идет вдоль продольной оси органа. По расположению датчика, по углу относительно позвоночника можно судить о нормальном расположении почки (если угол открыт книзу).

Длина правой и левой почек у детей практически одинакова, и крайне редко разница достигает 3–5 мм. У новорожденных доношенных детей с массой тела 3000–3500 г длина почки в среднем составляет 45 мм. К 1 году она достигает 62 мм. Затем почка растет равномерно и каждый



**Рис. 1.3.** Пример измерения почки для расчета индекса почечной массы. Длина почки измеряется при продольном сканировании (а), толщина и ширина – при поперечном (б).

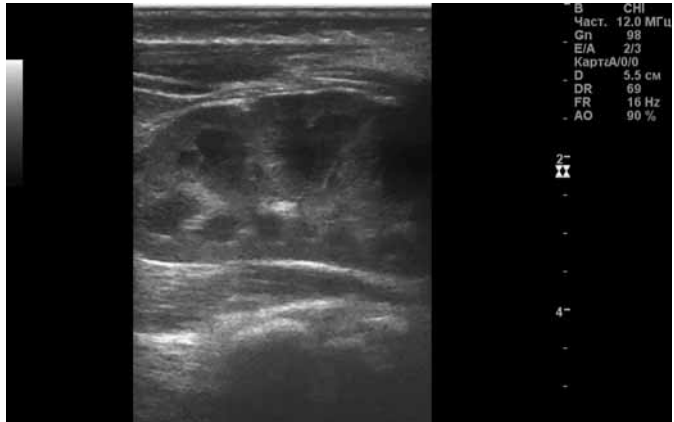
год прибавляет по 3 мм. Что касается толщины почки и ее ширины, то достаточно жестких закономерностей для этих параметров нет, как нет симметрии в их значениях у одного и того же ребенка. Поэтому, опираясь на линейные параметры, трудно сделать заключение об изменении размеров почек. Для этого необходимо высчитать объем каждой почки по формуле:

$$V = 0,523 \cdot a \cdot b \cdot c,$$

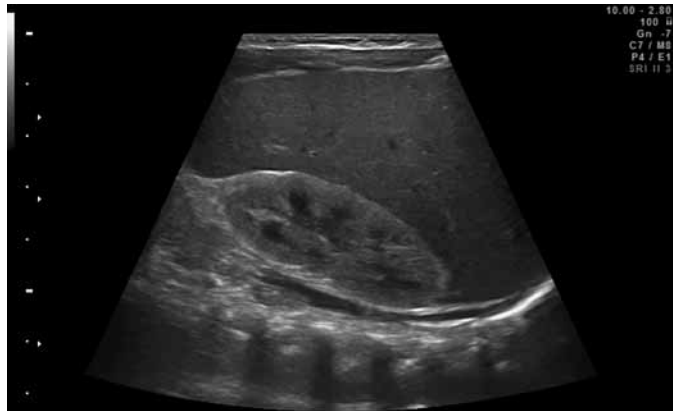
где  $a$  – длина почки, см;  $b$  – толщина, см;  $c$  – ширина, см (рис. 1.3). Поскольку удельный вес почечной ткани приближается к единице, то полученное произведение по своему численному значению соответствует массе почки в граммах. Соотношение суммарной почечной массы и массы тела (в граммах) в детском возрасте находится в довольно жестких рамках и составляет 0,4–0,6%. Если принять во внимание, что почки у детей симметричны по своим размерам (массе), то это соотношение для одной почки будет составлять 0,2–0,3%.



**Рис. 1.4.** Здоровый новорожденный. Продольное сканирование со стороны спины. Определяется хорошая кортико-медуллярная дифференцировка.



**Рис. 1.5.** Здоровый новорожденный. Продольное сканирование через переднюю брюшную стенку. Хорошая дифференцировка паренхимы. Определяется повышенная эхогенность коркового вещества почки по сравнению с эхогенностью селезенки.



**Дифференцировка почечной паренхимы.** Сразу после рождения ребенка отмечается четкая дифференцировка почечной паренхимы на корковый и мозговой слои. Границей между корковым и медуллярным слоями является условная линия, проходящая по основанию пирамид (рис. 1.4). Судить об исходной эхогенности коркового слоя можно только сравнивая его с внешним примером, «шаблоном». Для правой почки такое сравнение проводится с паренхимой печени, для левой – с паренхимой селезенки. У новорожденных, а тем более у недоношенных детей корковый слой почки более эхогенный по сравнению с печенью (рис. 1.5). В возрасте 3–6 мес эхогенность этих двух объектов выравнивается. В 1–2 года почка у здорового ребенка выглядит более темной, хотя возможны варианты одинаковой эхогенности. У новорожденного ребенка может определяться эхографический признак «белых пирамидок», заключающийся в гиперэхогенности нескольких (реже всех) пирамидок обеих почек. Эти изменения считаются физиологическими у детей до 1–2 мес (рис. 1.6).



**Рис. 1.6.** Здоровый новорожденный. Продольное сканирование правой почки со стороны спины. Физиологический симптом белых пирамидок.

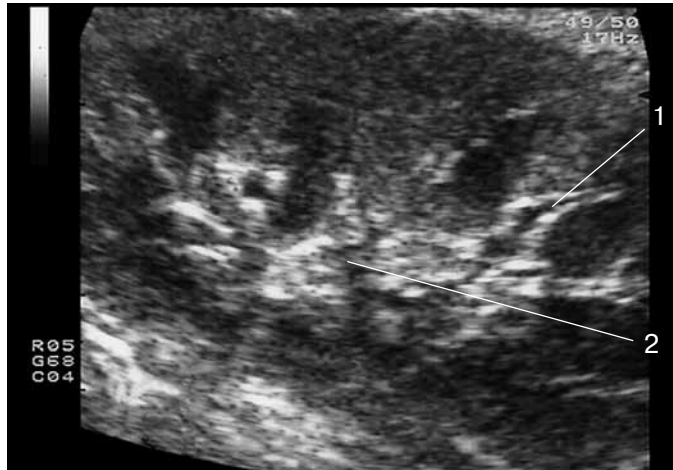
**Характеристика центрального эхокомплекса.** Центральный эхокомплекс почки является суммарным отражением элементов почечного синуса, при этом гиперэхогенный компонент комплекса обусловлен, прежде всего, жировой клетчаткой почечного синуса. Кроме того, сюда входят лимфатические сосуды, нервные волокна, кровеносные сосуды (рис. 1.7, 1.8). Стенки лоханки в норме очень тонкие, гиперэхогенные, очень часто они не дифференцируются.

Существует три типа лоханок: интратренальный, экстраренальный и смешанный. При интратренальном строении толщина (переднезадний размер) лоханки до 4–5-летнего возраста не превышает 3 мм, у детей до 10 лет – 5 мм, в пубертатном возрасте – до 7 мм, при других типах лоханок составляет 6, 10 и 14 мм соответственно (рис. 1.9). Возможна визуализация отдельных групп чашечек, размер которых не должен превышать нормативные значения интратренальной лоханки.

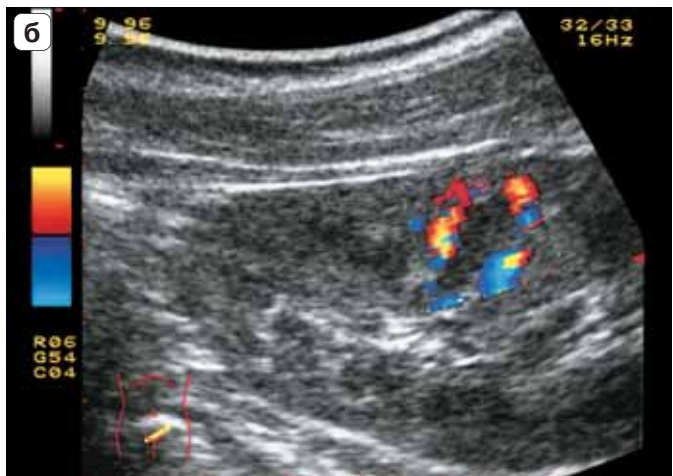
Также могут определяться мочеточники в верхней и (или) нижней трети, просвет их не должен превышать 2–3 мм, кроме того, они должны хорошо перистальтировать и смыкаться (рис. 1.10).

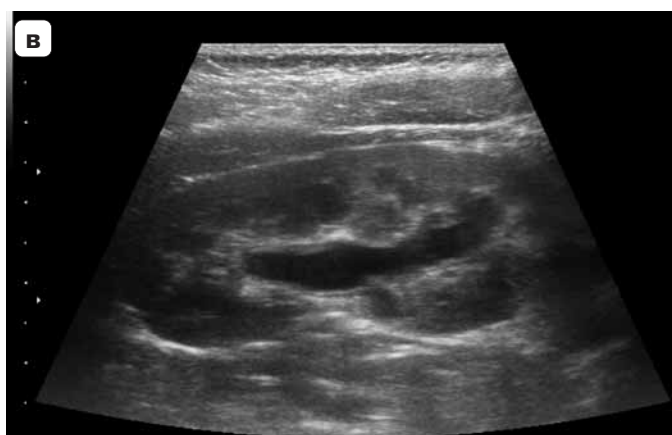
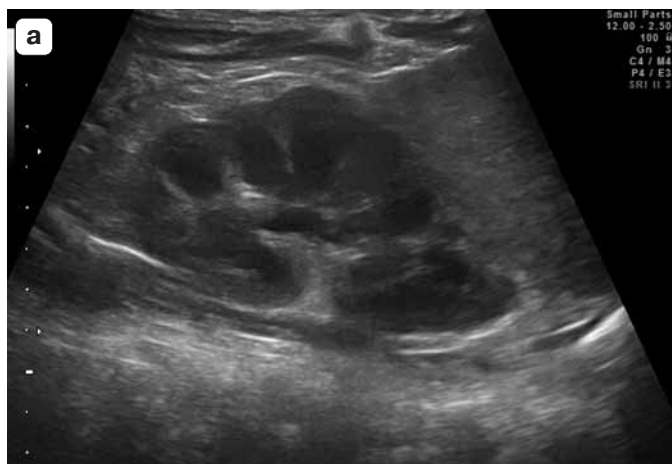
Известно достаточно большое количество вариантов строения паренхимы здоровой почки. Сюда относятся различные фиброзные перегородки, гипертрофия колонки Бертини и др. (рис. 1.11, 1.12). Гипертрофированная колонка Бертини представляет собой микропочку со своим корковым веществом и канальцевым аппаратом.

**Рис. 1.7.** Здоровый ребенок 7 лет. Продольное сканирование со стороны спины. Сохраняется дифференцировка коркового и мозгового слоев паренхимы, толщина которых одинакова. Гиперэхогенные полосы вокруг пирамидок (1) – междольковые и дуговые артерии почки. Срединный комплекс почки (2) – конгломерат крупных сосудов, стенок собирающей системы почки, лимфатических сосудов, жировой ткани.



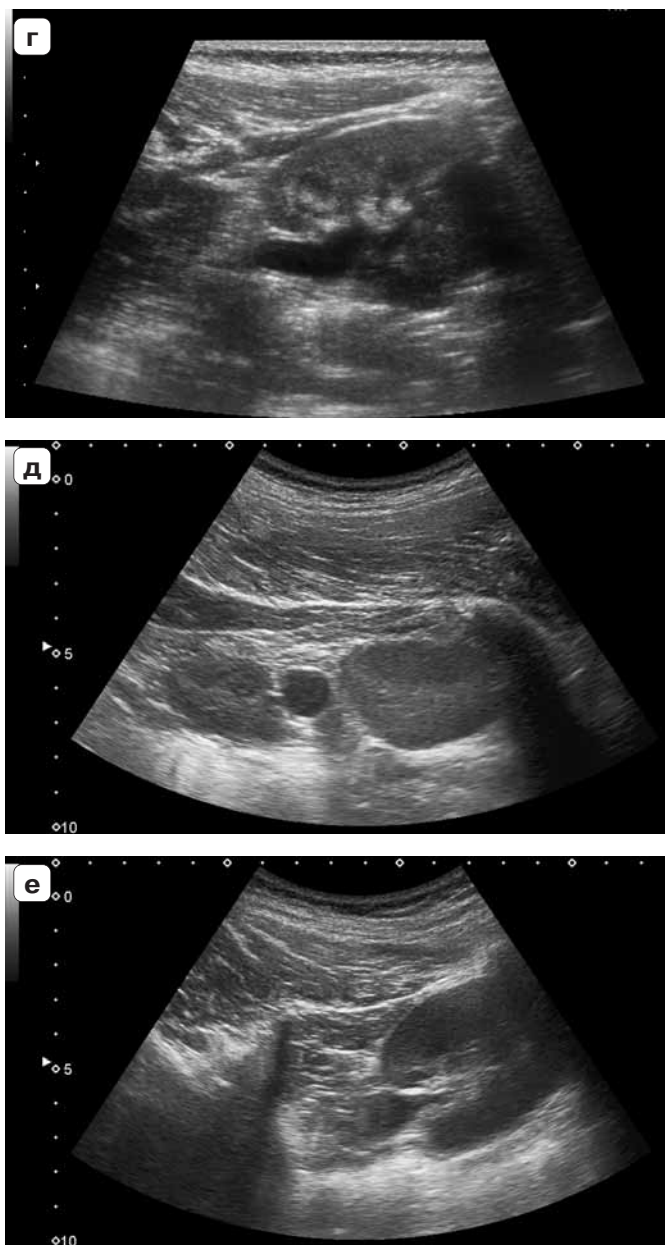
**Рис. 1.8.** Здоровый ребенок 8 лет.  
**а** – продольное сканирование правой почки со стороны спины;  
**б** – доказательство сосудистого характера гиперэхогенного ободка вокруг пирамидок при ЦДК. Средняя скорость, фиксируемая аппаратом, составляет 10 см/с, поэтому сосуды не просматриваются под капсулой почки

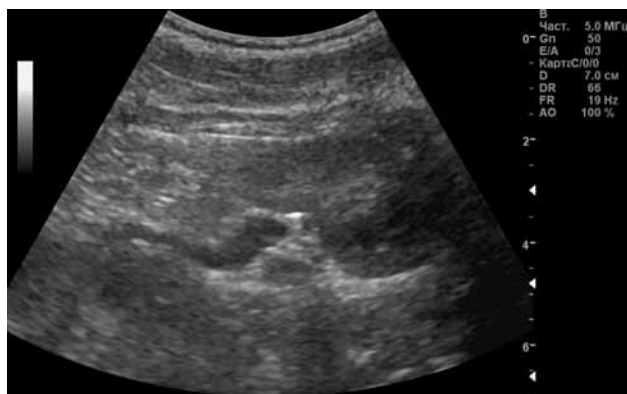




**Рис. 1.9.** Варианты различных видов почечных лоханок. Продольное и поперечное сканирование со стороны спины.  
**а, б** – интратенальный тип;  
**в, г** – смешанный тип.

**Рис. 1.9 (окончание).**  
д, е – экстраренальный  
тип.

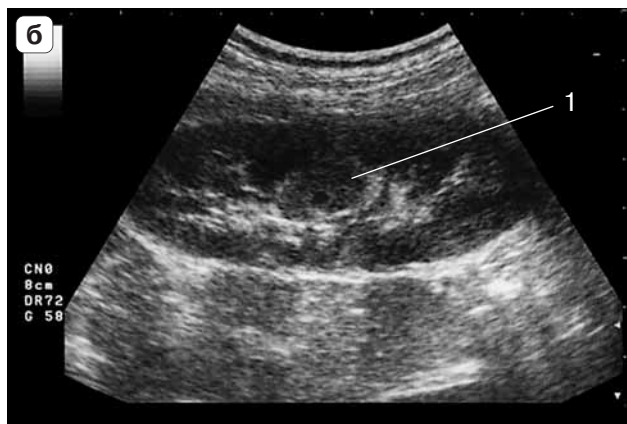




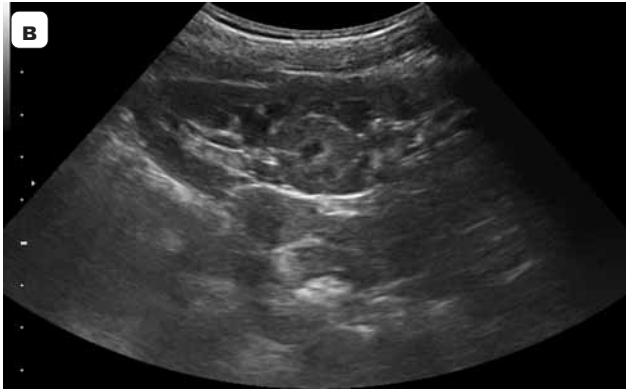
**Рис. 1.10.** Здоровый новорожденный. Поперечное сканирование. Определяется лоханка смешанного типа строения и верхняя треть нерасширенного мочеточника.



**Рис. 1.11.** Здоровые дети 10 лет (а), 13 лет (б) и 12 лет (в). Продольное сканирование почек со стороны спины. Гипертрофированная колонка Бертини (1) глубоко внедряется в срединный комплекс почки. Ворота левой почки (2) ориентированы кпереди.

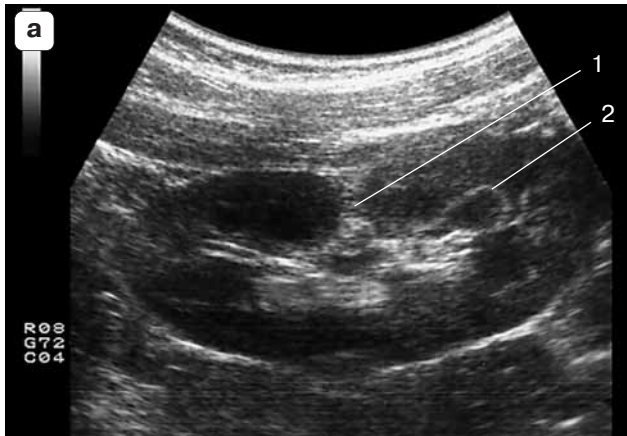


**Рис. 1.11 (окончание).**



**Рис. 1.12.** Здоровые дети 11 лет (а) и 10 лет (б).

**а** – продольное сканирование почки со стороны спины. Гиперэхогенная фиброзная перемычка (1), проходящая от заднего контура почки до срединного комплекса (вариант нормы). Гиперэхогенный ободок вокруг пирамидки (2) обусловлен стенками артериальных сосудов; **б** – продольное сканирование правой почки со стороны печени. Неполная фиброзная перемычка (стрелка) по переднему контуру почки. Эхогенность коркового слоя равна эхогенности паренхимы печени.



**Эхографическая оценка подвижности почек.** В положении пациента лежа на животе следует отметить на коже ручкой или фломастером такое положение верхнего края датчика, при котором на экране монитора верхний контур почки подходит к краю изображения. Затем исследование повторяется после непродолжительной нагрузки в вертикальном положении (прыжки на месте). Уровень верхнего края датчика вновь отмечается на коже и измеряется расстояние по прямой, параллельной позвоночнику, между двумя линиями. Полученная цифра (в сантиметрах) соотносится с ростом ребенка (в процентах). В норме подвижность почки составляет до 1,8% от роста пациента. Смещаемость в пределах от 1,8 до 3% расценивается как избыточная подвижность почки, а свыше 3% – как нефроптоз.

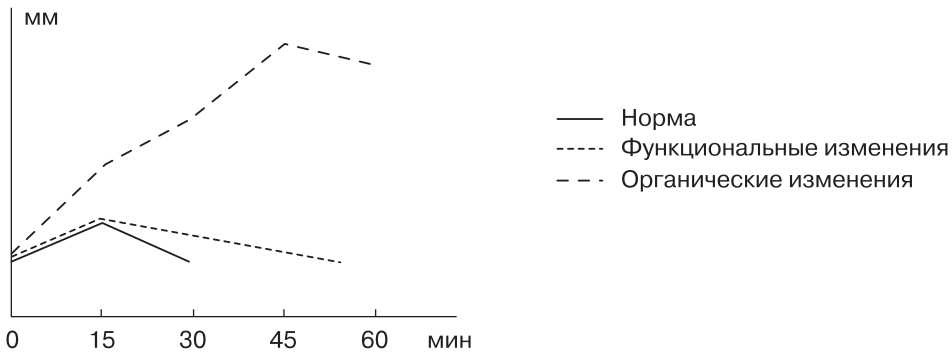
Кроме оценки вертикальной смещаемости, подобная методика позволяет установить ротацию почек в различных плоскостях. Исходное положение – лежа на животе. При продольном сканировании почка обычно определяется параллельно спине. Такое положение должно сохраниться и после физической нагрузки при вертикальном положении больного. Если почка при вертикальном положении своим нижним полюсом смещается кпереди, то диагностируется ее ротация в сагиттальной плоскости. Степень ротации может быть разной – от 30–40° до 90°, когда продольная ось почки располагается перпендикулярно поверхности спины.

У некоторых детей после физической нагрузки происходит ротация во фронтальной плоскости. Этот поворот можно определить по изменению положения датчика (сканирование осуществляется вдоль максимального длинника почки), когда из положения под углом к позвоночнику, открытым книзу, датчик устанавливается под углом, который открыт кверху.

В любом случае диагностики аномальной подвижности почки ребенку необходимо рекомендовать (при наличии соответствующих клинических показаний) проведение рентгеноурологического исследования как более точного для данной патологии. Чаще всего избыточная подвижность почек и нефроптоз определяются в возрасте 12–16 лет – в период полового созревания и интенсивного роста. У большинства таких детей почки фиксируются в возрасте 17–18 лет при окончании соматического роста и увеличении массы тела. Длительное сохранение избыточной подвижности или нефроптоза приводит к растяжению почечной артерии, ее сужению (стенозу), к потере эластических свойств стенки сосуда. Это неизбежно заканчивается стабильным повышением системного артериального давления со всеми вытекающими отсюда последствиями.

**Диуретическое ультразвуковое исследование (проба с лазиксом) (ДУЗИ).** В некоторых ситуациях необходимо оценить функциональное состояние чашечно-лоханочной системы (ЧЛС) и мочеточника. Показаниями к выполнению пробы являются: дифференциальная диагностика функциональной и органической обструкции в пиелoureтеральном и уретеровезикальном сегментах; диагностика ретеннозов в отсроченном по-





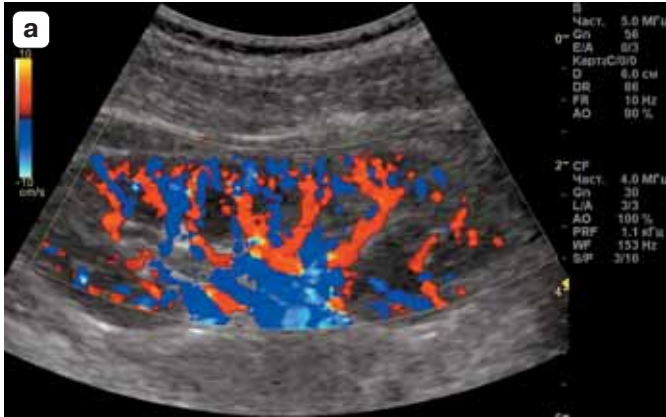
**Рис. 1.13.** Динамика толщины лоханки в норме (в мм) при обструктивных и функциональных изменениях.

слеоперационном периоде; дифференциальная диагностика сообщающихся с ЧЛС и изолированных кистозных образований почек.

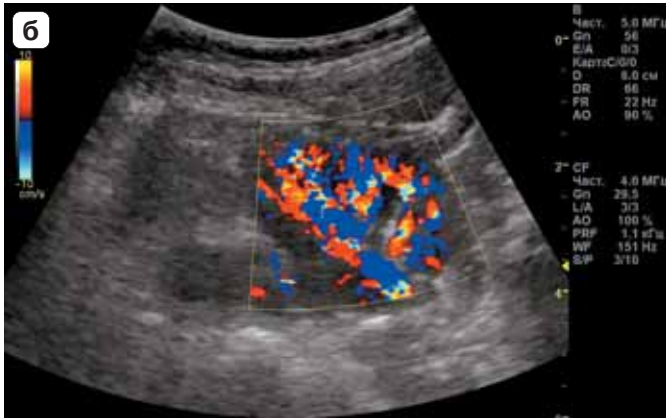
Исследование никогда не должно проводиться натощак. В течение проведения пробы обязательно должен соблюдаться питьевой режим. До введения препарата следует оценить все структуры, которые необходимо будет дифференцировать. После внутримышечного введения препарата из расчета 0,5 мг/кг и водной нагрузки 10 мл/кг у ребенка проводится наблюдение каждые 15–30 мин за размерами структур ЧЛС, мочеточников и кистозных образований в обеих почках. На протяжении всего исследования объем мочевого пузыря должен оставаться средневозрастным. Под воздействием лазикса собирательная система почки должна расшириться и сократиться до исходного уровня через 30–45 мин. Если подобное изменение размеров не происходит в течение этого времени, то выносится заключение об «обструкции выхода». При функциональной обструкции собирательная система будет сокращаться, но нормальных значений достигнет в течение 60 мин. При органической обструкции сокращение лоханки вообще не происходит в течение 2–2,5 ч исследования (рис. 1.13).

### **Исследование в режиме ЦДК**

В режиме ЦДК уточняются положение сосуда, а также его ход и характер ветвления. Исследование начинается с определения устьев почечных артерий из срединного доступа в эпигастрии. При поперечном сканировании аорты ниже уровня отхождения от нее верхней брыжеечной артерии определяется правая почечная артерия. Место отхождения левой почечной артерии располагается еще ниже. Увидеть основной ствол правой почечной артерии можно при сканировании со стороны живота по передней аксилярной линии, по срединно-ключичной линии, со стороны спины – по задней аксилярной линии. Левую почечную артерию лучше оценивать в положении пациента на правом боку по передней аксилярной линии, со стороны спины – по задней аксилярной ли-



**Рис. 1.14.** Здоровый новорожденный. Режим ЦДК. Определяется правильное строение интраниального почечного дерева при продольном (а) и поперечном (б) сканировании.



**Рис. 1.15.** Здоровый новорожденный. Режим ЭД.

нии. Одной из самых частых ошибок при проведении ЦДК является неправильная настройка аппаратуры. Необходимо учитывать, что многие аппараты для получения цветowego изображения настраиваются на определенный диапазон скоростей. Они не всегда качественно дают одновременную информацию о быстром кровотоке в почечной артерии и более медленном в мелких сосудах коры почки. Необходимо сначала оценить изображение крупных сосудов, а затем после соответствующей коррекции настройки аппарата – изображение мелких ветвей.

Для оценки сосудов паренхимы делают обычно продольные и поперечные срезы почек, при этом снижается частота повторения импульса и уменьшается значение доплеровского фильтра. Критерии неизменного кровотока – хорошо выраженное сосудистое дерево (как артериальное, так и венозное) и наличие кровотока в мелких сосудах почки, которые прослеживаются в периферических отделах коркового слоя (рис. 1.14). У здоровых новорожденных сосудистый рисунок несколько обеднен. Нормальным он становится с 2–3-х суток жизни.

ЭД, как разновидность ЦДК, особенно удобно использовать у детей раннего возраста (рис. 1.15).

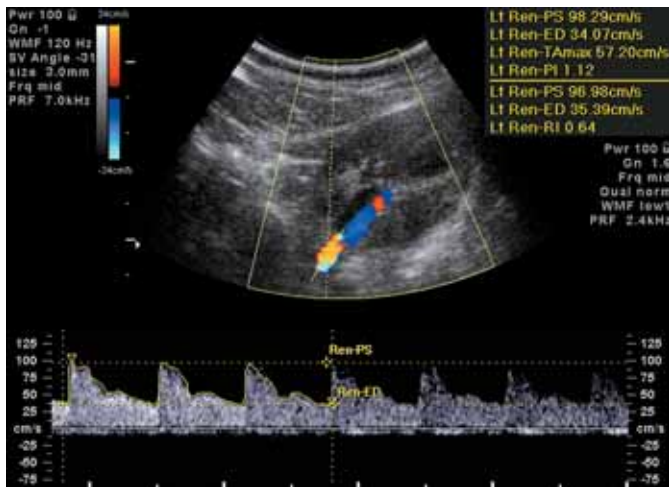
### ***Исследование в режиме ИД***

Следующий этап доплеровского исследования почечных сосудов – исследование доплеровских кривых в режиме ИД. Почечный артериальный кровоток имеет ряд особенностей: почки, подобно мозгу и легким, относятся к органам с чрезвычайно высоким уровнем перфузии. В соответствии с функциональными особенностями почки являются низкорезистентным органом, что проявляется характерной доплеровской кривой (с относительно высокой диастолической составляющей и отсутствием реверсивного кровотока на протяжении всего сердечного цикла) (рис. 1.16).

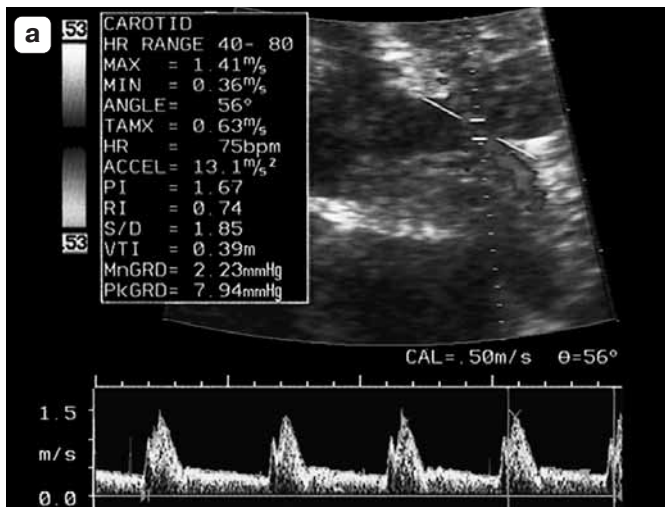
При анализе формы кривых заметно, что абсолютные значения скорости кровотока, а также ускорение систолического кровотока уменьшаются от устья почечной артерии к периферийным почечным сосудам. При определении состояния почечной гемодинамики оценивается максимальная систолическая скорость артериального кровотока, конечная диастолическая и средняя (усредненная по времени в течение сердечного цикла максимальная скорость кровотока). Также определяются величины, характеризующие начальную часть комплекса: время ускорения систолического кровотока, ускорение систолического кровотока.

Время ускорения – это время от начала систолы до момента наступления максимума скорости кровотока раннего систолического пика, измеряется в секундах.

Ускорение – это отношение разницы максимальной и минимальной скоростей раннего систолического пика ко времени от начала систолы (минимальная скорость раннего систолического пика) до максимальной скорости раннего систолического пика (время ускорения).



**Рис. 1.16.** Здоровый ребенок 7 лет.>ID в стволе почечной артерии на уровне вхождения в ворота почки.



**Рис. 1.17.** Здоровый ребенок 8 лет. Допплерографическое исследование ствола левой почечной артерии. Пример влияния угла между сканирующим лучом и направлением потока крови на абсолютные скоростные показатели. **а** – при угле 56° максимальная систолическая скорость составляет 141 см/с, диастолическая скорость – 36 см/с; **б** – при угле 29° систолическая скорость уже составляет 90 см/с, а диастолическая – 23 см/с. Относительные показатели сосудистого сопротивления IR, IP и СД сохранили свои значения.

