

© Ю.Б.Перевезенцева, Н.Н.Смирнова, И.В.Румянцева, А.П.Беляев, 2003
УДК 611.136-005-072.7

Ю.Б.Перевезенцева, Н.Н.Смирнова, И.В.Румянцева, А.П.Беляев

ОСОБЕННОСТИ РЕНАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

Yu.B.Perevezentseva, N.N.Smirnova, I.V.Rumyantseva, A.P.Belyaev

CHARACTERISTICS OF RENAL HEMODYNAMICS UNDER CONDITIONS OF FUNCTIONAL LOADING

Государственное учреждение здравоохранения Консультативно-диагностический центр для детей, кафедра педиатрии Санкт-Петербургского Государственного медицинского университета им.акад. И.П.Павлова, Россия

РЕФЕРАТ

ВВЕДЕНИЕ. Целью исследования явилась оценка почечной гемодинамики до и после белковой нагрузки с помощью метода дуплексного доплеровского сканирования (ДДС) и доплерографии почечных сосудов. **ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ.** Были обследованы 17 детей в возрасте 9 – 16 лет. Пациенты были разделены на 2 группы: 1-ю группу составили 7 пациентов с гипоплазией почки, 2-ю группу – 10 детей со вторичным сморщиванием почки в результате пузырно-мочеточниково-лоханочного рефлюкса. Контрольную группу составили здоровые почки, контралатеральные пораженным. В качестве белковой нагрузки использовался растительный протеин – соевый белок, который пациент получал натошак в дозе 1г белка/кг веса. Контрольное ДДС проводили через 2 часа после перорального приема соевого изолята. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Исходно не выявлено различий скоростных и резистивных показателей кровотока здоровой и гипоплазированной почки. Вторично сморщенная почка характеризовалась снижением скоростных и резистивных параметров гемодинамики. После белковой нагрузки здоровая почка отвечала значимым возрастанием максимальной и минимальной скорости кровотока в стволовой почечной артерии при сохранении нормальных значений индексов периферического сосудистого сопротивления. Числовые характеристики скоростных и резистивных показателей кровотока гипоплазированной почки до и после нагрузки не имели достоверных различий. Вторично сморщенная почка характеризовалась повышением индексов периферического сосудистого сопротивления после нагрузки, особенно в сосудах мелкого калибра, и тенденцией к увеличению диастолической скорости кровотока в магистральном сосуде. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Неспособность гипоплазированной почки значимо увеличить скорость кровотока после нагрузки отражает снижение активации резервных возможностей органа после стимуляции, по-видимому, за счет изначально сниженного количества нефронов. Низкие показатели периферического сосудистого сопротивления при наличии инфильтративно-склеротических изменений паренхимы при вторичном сморщивании почки обусловлены механизмом артериовенозного шунтирования крови (АВШК). Повышение этих показателей после нагрузки обусловлено уменьшением процессов АВШК за счет возобновления кровотока в микроциркуляторном русле, усилением влияния на периферическое сопротивление состояния периваскулярных тканей и в вазоконстрикции для предотвращения разрыва деформированных и истонченных артерий в зонах рубцовых изменений паренхимы. Различия в исходных показателях гемодинамики и особенности реакции на нагрузку в случае гипоплазии и вторичного сморщивания могут использоваться при дифференциальном диагнозе «малой» почки.

Ключевые слова: почечная гемодинамика, белковая нагрузка, дуплексное доплеровское сканирование, здоровая почка, гипоплазия почки, вторично сморщенная почка.

ABSTRACT

INTRODUCTION. The aim of the work was to assess renal hemodynamics before and after protein loading by the method of duplex-Doppler scanning (DDS) and dopplerography of the renal vessels. **PATIENTS AND METHODS.** The patients (17 children aged between 9 and 16 years) were divided into 2 groups: 7 patients with hypoplasia of the kidney (first group) and 10 patients with the secondary contraction of the kidney as a result of pyelorenal vesicoureteral reflux (second group). The control group included subjects with healthy kidneys contralateral to the injured ones. Soy protein as a protein load was given to the patients on an empty stomach in a dose 1g/kg. Control DDS was carried out in 2 hours after loading. **RESULTS.** No difference was initially revealed in the rate and resistance parameters of blood flow in healthy and hypoplastic kidneys. The secondary contracted kidney had reduced parameters of velocity and resistance of hemodynamics. After protein loading the healthy kidneys showed a considerable growth of the maximum and minimum velocity of blood flow in the trunkal renal artery with the preserved normal values of the peripheral vascular resistance parameters. No reliable difference was found in the velocity and resistance parameters of blood flow in the hypoplastic kidney before and after loading. The contracted kidney was characterized by higher indices of the peripheral vascular resistance after loading, especially in small vessels, and by a tendency to greater diastolic velocity of circulation in the main vessel. The inability of the hypoplastic kidney to considerably increase the circulation velocity after loading shows the reduced activation of the kidney reserves after stimulation that can be due to the initially less number of nephrons. Low indices of the peripheral vascular resistance in the contracted kidney with infiltrative-sclerotic alterations were due to the mechanism of arterio-venous bypass of blood (AVBB). The higher indices after loading were due to slower processes of AVBB at the expense of the reestablished blood flow in the microcirculation bed, greater influence of the state of perivascular tissues on the peripheral resistance and vasoconstriction to prevent rupture of deformed and thinned arteries in the area of scarry alterations of the parenchyma. **CONCLUSION.** The differences in initial parameters of hemodynamics and peculiarity of reactions to loading in cases of hypoplasia and contracted kidney can be used in differential diagnosis of the «small» kidney.

Key words: renal blood flow, protein load, duplex-Doppler ultrasonography, normal kidney, renal hypoplasia, renal scarring.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из осложнений хронических воспалительных заболеваний почек, проявляющимся уменьшением количества функционирующей паренхимы, является вторичное сморщивание почек. Нефросклероз (сморщенные почки) является морфологической основой хронической почечной недостаточности (ХПН) [1, 16]. Наиболее частой причиной вторичного сморщивания почек у детей считается пузырно-мочеточниково-лоханочный рефлюкс (ПМЛР). В настоящее время приоритет в диагностике почечного рубцевания принадлежит методам ультразвуковой диагностики и радиоизотопным методам исследования [26, 27]. По мнению Barry V.P. et al. [19], при определении сморщивания почек у детей ультразвуковое исследование может с успехом заменить сцинтиграфию. Среди ультрасонографических методов визуализации в последние годы большое значение придается дуплексному доплеровскому сканированию – ДДС [11, 13, 27]. Дуплексное исследование в ряде случаев заменяет такую общепризнанную методику, как контрастная ангиография, которая до последнего времени считалась «золотым стандартом» при изучении патологии сосудистой системы [13].

На начальных стадиях развития болезни большую роль играют компенсаторно-приспособительные реакции организма, позволяющие в течение иногда длительного времени «скрывать» клиническую картину заболевания. Активацию резервных возможностей пораженного органа или системы можно оценить лишь в условиях повышенной функциональной нагрузки.

В настоящее время среди механизмов быстрого прогрессирования нефросклероза широко обсуждаются нарушения внутривисцеральной гемодинамики. В качестве основного повреждающего фактора рассматривается патофизиологический процесс, приводящий к повышению внутриклубочкового давления и, как следствие этого, к развитию гиперфильтрации [20]. В последнее время с целью диагностики внутриклубочковой гипертензии исследователями используется показатель почечного функционального резерва (ПФР) – величина, отражающая способность почки отвечать возрастанием скорости клубочковой фильтрации (СКФ) в ответ на введение стимулирующего вещества. Таковыми могут быть животные и растительные белки [6, 18, 21, 22].

Нами предпринято изучение особенностей гемодинамики вторично сморщенной почки в сравнении с гипоплазированной и здоровой почкой исходно и после белковой нагрузки для выявления особенностей реакции почечного кровотока на нагрузку в зависимости от состояния паренхимы.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В условиях нефрологического отделения ГУЗ КДЦД (глав. врач Т.М.Ивашикина) было обследовано 17 детей (9 девочек, 8 мальчиков) в возрасте 9 – 16 лет. Пациенты были разделены на 2 группы: 10 пациентов были с вторичным сморщиванием почки на фоне ПМЛР, осложненного хроническим пиелонефритом, и 7 пациентов с гипоплазией почки. Контрольную группу составили здоровые почки, контралатеральные пораженным.

В группе детей с вторичным сморщиванием было 4 мальчика и 6 девочек. Относительно чаще имело место поражение левой почки (6 человек), что соответствует данным других авторов [11]. Основной причиной вторичного сморщивания в наших исследованиях явился ПМЛР, что соответствует данным других работ [3, 4, 8, 28].

Среди пациентов с гипоплазией почки было 4 девочки и 3 мальчика, преобладала правосторонняя гипоплазия (5 человек). Ни у одного пациента не был выявлен ПМЛР.

Всем больным с подозрением на «малую» почку проводилось полное клинико-анамнестическое обследование, включавшее подробный анамнез жизни и заболевания, выявление отягощенной наследственности по нефрологической патологии, осмотр, контроль артериального давления, такие общие исследования, как клинический анализ крови, общий анализ мочи, посев мочи.

Для постановки диагноза использовались рентгеноурологические, радиоизотопные методы исследования, ультразвуковое исследование (УЗИ) почек в серошкальном (В-режиме) и УЗИ в режиме дуплексного доплеровского сканирования (ДДС) с цветным картированием и доплерографией почечных сосудов (ДГ). В основе метода дуплексного сканирования лежит сочетание получения изображения органа, включая сосуды, в В-режиме с одновременным исследованием кровотока в сосуде, основанном на использовании эффекта Доплера. Кодирование кровотока по энергии получило название «ультразвуковой ангиографии» по причине высокой чувствительности и информативности при исследовании как крупных, так и мелких сосудов, включая сосуды микроциркуляторного русла [13]. Данная методика позволяет визуализировать деформации сосудов (изгибы, извитости, петли), которые могут иметь приобретенный характер в случае экстравазального воздействия, например, в результате рубцевания почечной паренхимы при вторичном сморщивании почки. В таком случае сосудистые деформации имеют множественный характер [13]. В деформированных сосудах кровоток приобретает турбулентный характер и, в зависимости от формы и выраженнос-

ти деформации, в таких артериях происходят различные изменения кровотока [13].

Ультразвуковые исследования проводились на аппарате «ACUSON 128 XP 10» (США) с использованием конвексного датчика, частотой 3,5-5 МГц, секторно-векторного датчика частотой 2,5-4 МГц по общепринятой методике [5]. При первичном УЗ-осмотре почек в В-режиме оценивались линейные размеры, площадь, толщина, эхогенность и равномерность паренхиматозного слоя, наличие кортико-медуллярной дифференцировки, состояние чашечно-лоханочной системы. При ДДС проводилась последовательная локация почечной артерии в области почечного синуса, на уровне междолевой, сегментарной и дуговой артерий. Оценивались следующие параметры: максимальная скорость кровотока ($V_{\max}$), минимальная (конечная диастолическая) скорость кровотока ($V_{\min}$), средняя скорость кровотока по времени (TAMX), индекс резистивности (RI), пульсационный индекс (PI). Показатели сосудистых индексов рассчитывались автоматически по программе УЗ-аппарата при ручной обводке доплеровской кривой кровотока. При цветном доплеровском картировании (ЦДК) кровотока в режиме энергетического и/или скоростного кодирования оценивалась структура артериального рисунка, его равномерность, наличие участков обеднения или разрежения, локация подкапсульных мелких ветвей.

Следует остановиться на характеристике основных показателей артериального ренального кровотока для понимания процессов гемодинамики почки.

$V_{\max}$ – пиковая систолическая скорость кровотока – максимальная величина скорости в фазе систолы.

$V_{\min}$ – конечная диастолическая скорость кровотока – минимальная величина скорости в фазе диастолы.

Параметры максимальной и минимальной скоростей кровотока зависят в основном от ударного объема крови, то есть от сердечного выброса, в меньшей степени на них оказывают влияние свойства сосудистой стенки и реологические характеристики крови.

RI – индекс резистивности. Рассчитывается по формуле: $RI = V_{\max} - V_{\min} / V_{\max}$

PI – пульсационный индекс. Рассчитывается по формуле: $PI = V_{\max} - V_{\min} / TAMX$,

где TAMX – усредненная по времени максимальная скорость кровотока.

RI и PI позволяют косвенно судить о величине периферического сопротивления. При этом PI более точно отражает его состояние, так как в формулу для его вычисления введена усредненная скорость.

Необходимо отметить, что почечные артерии

относятся к сосудам с низким периферическим сопротивлением.

Функциональное состояние почек оценивалось по скорости клубочковой фильтрации, данным ацидоамониогенеза, суточной потере белка.

Почечную гемодинамику оценивали до и после белковой нагрузки. В качестве нагрузки использовался растительный протеин – функциональный соевый белок SUPRO 940 («Protein Technologies International», США), который пациент получал натошак в дозе 1г белка/ кг массы тела. Он представляет собой высокоочищенный соевый концентрат, содержащий приблизительно 91% белка и практически весь набор незаменимых аминокислот. Контрольное ДДС проводили через 2 часа после перорального приема соевого изолята.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием методов параметрической и непараметрической статистики [12, 17]. Для оценки межгрупповых различий применялись t-критерий Стьюдента и U-критерий Вилкоксона-Манна-Уитни. Различия доплерометрических характеристик кровотока в почечных внутриорганных артериях (стволовых, междолевых и дуговых) в сморщенной, гипоплазированной и нормальной контралатеральной почке, а также динамику этих показателей в процессе выполнения нагрузочной пробы оценивали с помощью парных t_d и U_d - критериев. Статистическая обработка материала выполнялась с использованием программы Statistica for Windows v.6.0. Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы (об отсутствии значимых межгрупповых различий) принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Признаками вторичного сморщивания почки по УЗИ являются: уменьшение как длины, так и площади органа, неровность контура почки, повышение эхогенности паренхимы, нарушение кортико-медуллярной дифференцировки со снижением почечного индекса, неравномерное уменьшение толщины паренхимы, преимущественно в области полюсов почки и в средней ее части, деформация ЧЛС. При ДДС отмечается обеднение интратренального сосудистого рисунка, выраженное преимущественно в кортикальном слое, максимально – в областях истончения паренхимы, локация редких, истонченных и деформированных сегментарных артерий, диффузное обеднение ренального кровотока.

Признаками гипоплазии почки по УЗИ являются уменьшение размера, четкий, ровный контур почки при сохранности и равномерности толщины паренхимы во всех отделах, наличие четкой дифференцировки кортикального и медуллярного слоев. Как правило,

Таблица 1

Скоростные показатели кровотока в стволовой почечной артерии до и после нагрузки ($\bar{X} \pm m$)

Группа	Vmax стволовой артерии до нагрузки, м/с	Vmax стволовой артерии после нагрузки, м/с
Здоровые почки	0,67 ± 0,05	1,04 ± 0,06
Гипоплазия	0,64 ± 0,06	0,74 ± 0,07
Вторичное сморщивание	0,45 ± 0,04	0,56 ± 0,05

при гипоплазии отмечался меньший диаметр почечной артерии по сравнению с контралатеральной. Интрааренальный сосудистый рисунок характеризовался несколько меньшей интенсивностью при нормальных значениях сосудистых индексов, был равномерным и доходил до капсулы почки.

Исходно до нагрузки при изучении параметров ренальной гемодинамики кровотоков гипоплазированной почки и здоровой почки, контралатеральной гипоплазированной, не различался. Также не обнаружено различий в характеристике кровотока между здоровыми почками, контралатеральными сморщенной и гипоплазированной. Числовые характеристики показателей артериального ренального кровотока здоровых почек соответствовали данным литературы [14]. В то же время в сморщенной почке исходно отмечалось снижение скоростных показателей кровотока по сравнению с гипоплазированной и здоровой, статистически достоверное для магистрального сосуда и с тенденцией к снижению в сосудах мелкого калибра. Так, Vmax в стволовой артерии вторично сморщенной почки составила в среднем 0,45 ± 0,04 м/с, в случае гипоплазии 0,64 ± 0,06 м/с ($t=2,4$; $p=0,025$) (табл.1). Отмечалось снижение показателя Vmax в более мелких сосудах почечной паренхимы (междолевой и дуговой артериях) при вторичном сморщивании почки по сравне-

нию с гипоплазией, но достоверных различий не получено. Также отмечено, что Vmin в стволовой артерии вторично сморщенной почки составила в среднем 0,16 ± 0,01 м/с, в то же время при гипоплазии – 0,22 ± 0,03 м/с ($t=1,99$; $p=0,065$).

Получены достоверные различия в показателях сосудистого сопротивления в периферических артериях поч-

чек, характеризующиеся снижением этих показателей при вторичном сморщивании и нормальных значениях при гипоплазии. Так, RI в междолевой артерии вторично сморщенной почки составил в среднем 0,54 ± 0,02 и в дуговой 0,52 ± 0,01. При гипоплазии периферическое сосудистое сопротивление по индексу RI характеризовалось в междолевой артерии 0,65 ± 0,02 и в дуговой 0,69 ± 0,02 ($t=3,38$; $p=0,004$ и $t=5,29$; $p < 0,001$ соответственно), (табл.2). Аналогичные различия получены и для PI, который в междолевой артерии вторично сморщенной почки составил в среднем 0,86 ± 0,05 и в дуговой 0,77 ± 0,06, а при гипоплазии 1,11 ± 0,07 ($t=2,77$; $p=0,015$) и 1,22 ± 0,07 ($t=3,59$; $p=0,006$), соответственно (табл.3).

После белковой нагрузки здоровые почки отвечали значимым увеличением скорости кровотока в стволовой артерии (для Vmax $t_d=3,80$; $p=0,009$ и для Vmin $t_d=4,03$; $p=0,007$) (см. табл.1). Числовые характеристики скоростных показателей кровотока гипоплазированной почки после нагрузки не имели достоверных изменений. При сравнении кровотока после нагрузки гипоплазированной и здоровой почек выявлены значимые различия для Vmax стволовой артерии ($t_d=3,80$; $p=0,009$). Вторично сморщенная почка характеризовалась достоверным увеличением только Vmin в стволовой артерии ($t_d=2,30$; $p=0,05$).

Интересна динамика показателей, характеризу-

Таблица 2

Динамика RI в интрааренальных ветвях почечной артерии до и после нагрузки ($\bar{X} \pm m$)

Группа	RI междолевой артерии до нагрузки	RI междолевой артерии после нагрузки	RI дуговой артерии до нагрузки	RI дуговой артерии после нагрузки
Здоровые почки	0,67 ± 0,01	0,66 ± 0,02	0,62 ± 0,02	0,66 ± 0,01
Гипоплазия	0,65 ± 0,02	0,66 ± 0,02	0,69 ± 0,02	0,65 ± 0,02
Вторичное сморщивание	0,54 ± 0,02	0,55 ± 0,02	0,52 ± 0,01	0,57 ± 0,02

Таблица 3

Динамика PI в интрааренальных ветвях почечной артерии до и после нагрузки ($\bar{X} \pm m$)

Группа	PI междолевой артерии до нагрузки	PI междолевой артерии после нагрузки	PI дуговой артерии до нагрузки	PI дуговой артерии после нагрузки
Здоровые почки	1,24 ± 0,07	1,25 ± 0,11	1,11 ± 0,05	1,24 ± 0,06
Гипоплазия	1,11 ± 0,07	1,22 ± 0,08	1,22 ± 0,08	1,26 ± 0,13
Вторичное сморщивание	0,86 ± 0,05	0,85 ± 0,06	0,77 ± 0,07	0,94 ± 0,07

ющих периферическое сосудистое сопротивление. Так, после нагрузки в здоровой и гипоплазированной почке индексы RI и PI не изменялись. При вторичном сморщивании значимо возрастал PI в сосудах мелкого калибра вторично сморщенной почки (дуговых артериях) в среднем от 0,77 до 0,94 ($td=3,59$; $p=0,009$), отмечалась тенденция к увеличению RI в этих сосудах ($td=2,20$; $p=0,064$). При использовании параметрических критериев для сравнения показателей RI и PI после белковой нагрузки при вторичном сморщивании и гипоплазии получены достоверные различия в характеристике периферического сопротивления во всех исследуемых сосудах почечной паренхимы: эти показатели в случае сморщивания возрастали, но не достигали нормальных значений, и не изменялись при гипоплазии.

ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе имеется небольшое количество сообщений о гемодинамических изменениях при нефросклеротических процессах в паренхиме почек. В некоторых из них состояние сосудистого русла оценивалось с помощью контрастной ангиографии [2]. Данные ангиографии при ПМЛР III-IV ст., при котором у 90% детей отмечается сморщивание почек [3], характеризовались стойкими сосудистыми изменениями почечной паренхимы в виде резкого обеднения сосудистого рисунка, происходящего не только за счет мельчайших сосудов, но и более крупных сегментарных, истончением и удлинением сегментарных артерий. Именно процессы рубцевания почечной паренхимы приводят к деформации сосудистого рисунка. В данном случае это приобретенная деформация сосудов за счет экстравазального воздействия. Аналогичная характеристика состояния сосудистого русла у детей с вторичным сморщиванием почки на фоне ПМЛР описана в работах Е.Б. Ольховой [9, 10] использовавшей ультразвуковые методы диагностики – ДДС и ДГ. Учитывая одинаковую информативность обоих методов диагностики в оценке состояния сосудистого русла почечной паренхимы, более целесообразным является использование метода ДДС в связи с его неинвазивностью, отсутствием лучевой нагрузки и возможностью применения в амбулаторной сети.

Здоровая почка отвечает на нагрузку возрастанием скоростных показателей кровотока при сохранении индексов периферического сосудистого сопротивления в пределах нормальных значений. Нам этот механизм представляется естественным и логичным, поскольку в норме при отсутствии паренхиматозных изменений периферическое сопротивление не должно изменяться после любого способа стимуляции, отражая физиологический механизм защиты

почки в условиях стресса (функциональной нагрузки). В условиях повышенной функциональной нагрузки здоровая почка равномерно увеличивает скорость кровотока. Об увеличении почечного кровотока как о механизме, позволяющем нефронам увеличивать свои функциональные возможности, говорилось ранее [15]. Как уже упоминалось, величина индексов периферического сопротивления – расчетная и зависит от максимальной и минимальной скорости кровотока. При одновременном и равномерном их увеличении периферическое сопротивление не меняется. В этом, очевидно, и заключается механизм адаптации почки к нагрузкам.

Отсутствие реакции на нагрузку гипоплазированной почки может свидетельствовать о том, что, несмотря на исходно нормальные показатели гемодинамики, функциональная нагрузка выявляет отличие ее от здоровой, отражающееся в неспособности ответить значимым увеличением скоростных показателей. По-видимому, это объясняется тем, что гипоплазированная почка всегда имеет признаки дисплазии на ультраструктурном уровне [7], и за счет изначально сниженного количества нефронов не происходит активации резервных возможностей органа после стимуляции.

Снижение скоростных характеристик кровотока вторично-сморщенной почки, полученное в наших исследованиях, согласуется с данными других авторов [11]. По-видимому, гипоперфузия почки отражает ее потребность в кровоснабжении, что косвенно подтверждает предположение о снижении количества работающих нефронов.

Известно, что повышение величин индексов RI и PI наблюдается при вазоспастических реакциях или при инфильтративных или склеротических процессах в периваскулярных тканях. Снижение величины данных показателей отмечается в случаях артериовенозного шунтирования, а также при выраженной периферической вазодилатации.

По мнению исследователей, увеличение почечного сосудистого сопротивления по индексу RI у пациентов с эссенциальной гипертензией отражает развитие нефросклероза, вызванного гипертензией [24]. При определении соотношения между RI в междолевых артериях, ПМЛР и почечным рубцеванием показано, что RI был значительно выше у пациентов со средним и высоким ПМЛР, чем при низких степенях или у здоровых. RI у пациентов с признаками почечного рубцевания был выше, чем у пациентов с ПМЛР без рубцевания [25]. При уровне RI 0,71 можно предположить наличие почечного рубцевания с высокой точностью, специфичностью и чувствительностью. Другие исследователи определяли RI у пациентов с ПМЛР на уровне междо-

левых и дуговых артерий [23]. Отмечена корреляция индекса резистивности с данными сцинтиграфии. Показано, что только у детей с высокой степенью ПМЛР (IV-V ст.) отмечалось повышение RI $0,77 \pm 0,07$. В то же время у пациентов с ПМЛР 1-3 ст. RI был в пределах нормы – $0,60 \pm 0,07$.

В наших исследованиях только при вторичном сморщивании наблюдалось изменение показателей периферического сосудистого сопротивления, отражавшее диффузные паренхиматозные изменения. Индексы RI и PI были снижены при нефросклерозе в сосудах мелкого калибра. С другой стороны, при оценке ренальной гемодинамики с помощью ДДС и доплерографии почечных артерий у пациентов с тяжелой степенью рефлюкс-нефропатии, сопровождавшейся значимым уменьшением размеров почки и количества функционирующей паренхимы, являющейся по сути вторичным сморщиванием почки, Е.Б. Ольхова и соавт. отметили значительное разнообразие резистивных показателей артериального ренального кровотока [11]. Ожидаемое повышение RI у детей со склеротическими изменениями паренхимы почек имело место далеко не всегда. В другой публикации [9] автор указывает, что изменения резистивных характеристик кровотока почек при рефлюкс-нефропатии разнообразны и не имеют корреляции со степенью выраженности изменений почки при исследовании в В-режиме и степенью тяжести поражения органа по данным других методов исследования. В связи с чем в работе автор делает вывод, что параметр RI оказался наименее значимым в оценке нарушения ренальной гемодинамики при склеротических изменениях паренхимы почек [10]. Сохранение RI в пределах возрастной нормы на фоне значительных изменений паренхимы почки, по мнению Е.Б. Ольховой, может быть объяснено механизмом артериовенозного шунтирования крови (АВШК) на юкстамедуллярном уровне, который «нейтрализует» повышение RI при склеротических изменениях паренхимы почек за счет сброса части крови, минуя гломерулярный аппарат. Иными словами, величина RI формируется под воздействием двух противоположных механизмов: во-первых, это склеротические и инфильтративные процессы, повышающие периферическое сопротивление, во-вторых, механизм АВШК, снижающий периферическое сопротивление артериального кровотока. Именно суммарное воздействие этих механизмов и определяет RI. АВШК является универсальным патофизиологическим механизмом, который, видимо, включается при любом затруднении периферического кровотока в почке и в данном случае является средством патологической компенсации повышенного периферического сопротивления, что и определяет отсут-

ствие прямой зависимости между степенью выраженности фибросклеротических изменений почечной паренхимы и показателями периферического сопротивления артериального ренального кровотока. Следовательно, нормальное значение RI еще не доказывает нормального функционального состояния ренального кровотока.

Полученные нами результаты не противоречат данным других авторов. По-видимому, изначально наличие высоких степеней ПМЛР и процессы склерозирования почечной паренхимы приводят к повышению индексов периферического сосудистого сопротивления за счет склеротических и инфильтративных процессов в периваскулярных тканях. При прогрессировании патологического процесса с уменьшением массы функционирующей почечной паренхимы, то есть при формировании вторичного сморщивания, включаются механизмы АВШК, поскольку в склерозированных нефронах в очагах рубцовой деформации и запустевания сосудов не происходит процессов фильтрации. И таким образом происходит падение индексов периферического сосудистого сопротивления за счет «сброса» крови в вены, минуя микроциркуляторное русло. Возможно, в предыдущих исследованиях авторы изучали гемодинамику начальных проявлений склерозирования почечной паренхимы, в нашей работе исследована гемодинамика ее конечных нарушений, то есть речь идет о стадиях одного процесса.

Повышение показателей периферического сосудистого сопротивления у пациентов с вторичным сморщиванием почки после белковой нагрузки, по-видимому, обусловлено уменьшением процессов АВШК за счет возобновления кровотока в микроциркуляторном русле, усилением влияния на периферическое сопротивление состояния периваскулярных тканей и в вазоконстрикции для предотвращения разрыва деформированных и истонченных артерий в зонах рубцовых изменений паренхимы.

Отмечено, что снижение $V_{\max}$ на магистральной почечной артерии менее 0,4 м/с всегда сопровождается значительным снижением функции почки [10]. В наших исследованиях $V_{\max}$ в стволочной артерии вторично сморщенной почки составила в среднем $0,45 \pm 0,04$ м/с, с минимальным значением 0,28 м/с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Получены достоверные различия в характеристике параметров ренальной гемодинамики до и после белковой нагрузки у пациентов с вторично сморщенной и гипоплазированной почкой, что может использоваться для дифференциальной диагностики при первоначальном диагнозе «малая» почка.

2. Вторично сморщенная почка характеризуется исходно сниженными скоростными показателями кровотока и сниженными показателями периферического сопротивления, что объясняется механизмом АВШК.

3. Не выявлено различий в исходных показателях кровотока гипоплазированной и здоровой почек, однако после нагрузки значимое увеличение скоростных показателей было характерно только для здоровой почки, при сохранении индексов периферического сопротивления в пределах нормы.

4. Вторично сморщенная почка реагировала на нагрузку значимым увеличением показателей периферического сопротивления при неспособности увеличить максимальную скорость кровотока (увеличивалась только V_{min} в стволочной артерии). Особенно значимо изменялся показатель PI в мелких артериях. Возможно, патогенетический механизм этих изменений заключается в уменьшении процессов АВШК при раскрытии спавшихся и запустевших сосудов в зонах рубцовой деформации паренхимы и вазоконстрикции для предотвращения разрыва деформированных и истонченных артерий.

5. Эхографические методы визуализации интрааренального сосудистого русла с определением числовых характеристик кровотока являются перспективными и информативными методами оценки ренальной гемодинамики у детей с заболеваниями почек, проявляющимися снижением количества функционирующей почечной паренхимы (гипоплазия почки, вторичное сморщивание почки).

6. Применение высокоразрешающей ультразвуковой техники позволяет оценить состояние почечной паренхимы, исключая лучевую нагрузку на ребенка, и может использоваться для динамического наблюдения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арутюнян В.М. Клиническая нефрология. – Ереван, 2000.
2. Аюбаев А.С. Состояние почечной гемодинамики у детей с пузырно-мочеточниковым рефлюксом. Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 75-летию НИИ педиатрии РАМН «Проблемы детской нефрологии», Москва, 1997, часть II «Рефлюкс-нефропатия и инфекция мочевыводящих путей». – С.46.
3. Балалаева И.Ю. Функциональное состояние почек у детей при пузырно-мочеточниковом рефлюксе. Там же, С. 47.
4. Ешмухамбетулы С. Вторичное сморщивание почек при пузырно-мочеточниково-лоханочном рефлюксе у детей. Там же, С. 49.
5. Дворяковский И.В. Эхография внутренних органов у детей. – М., 1994.
6. Зверев К.В. Почечный функциональный резерв при хроническом гломерулонефрите. – Автореферат дисс.канд. мед.наук. М., 1994.
7. Игнатова М.С. Клиника, диагностика и лечение нефропатии при пороках развития почечной ткани. – Методические рекомендации. – М., 1989.
8. Кирюхина Л.В. Особенности клиники и диагностики маленькой почки у детей. Автореферат дисс.канд.мед.наук. СПб, 1999.
9. Ольхова Е.Б. Эхографическая оценка почек при рефлюкс-нефропатии у детей // Детская хирургия. – 1999. № 5, С. 27-31.
10. Ольхова Е.Б. Эхографические аспекты нефросклероза у детей // Ультразвуковая диагностика в акушерстве, гинекологии и педиатрии. – 2000, № 2. – С. 136-142.
11. Ольхова Е.Б., Крылова Е.М., Пачес О.А. и соавт. Ультразвуковое исследование почек при пузырно-мочеточниковом рефлюксе у детей // Эхография. – 2001. – Т.2, N2. – С.201-211.
12. Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики / Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1982. – С. 344.
13. Пыков М.И. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике. – М.: Видар, 1997. – Т. 4. – С. 185-221.
14. Пыков М.И., Ватолина К.В. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике в педиатрии. – М.: Видар, 1998. – С. 181-183.
15. Рябов С.И., Наточин Ю.В. Функциональная нефрология. – СПб, 1997. – С. 257.
16. Труупыльд А., Труупыльд Т. Патоморфология болезней кровеносной ткани и почек. Учебно-методическое пособие. – Тарту, 1989.
17. Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. – М.: Медицина, 1975. – 295 с.
18. Anton-Gamero M., Menendez-Cuervo S., Orejas-Rodriguez-Arango G. et al. Renal function and functional renal reserve in adolescents who acquired minimal change nephrotic syndrome in childhood // An.Esp.Pediatr. – 1999. – Vol. 50, N5. – P.455-458.
19. Barry B.P., Hall N., Cornford E. et al. Improved ultrasound detection of renal scarring in children following urinary tract infection // Clin.Radiol. – 1998. – Vol.10. – P 747-751.
20. Brenner B.M., Levine S.A. Approaches to remission and regression of chronic renal diseases // J.Nephrol. – 1999. – Vol.3. – P. 81-83.
21. Englund M.S., Berg U.B., Arfwidson K. Renal functional reserve in transplanted and native single kidneys of children and adults // Pediat.Nephrol. – 1997. – Vol.11, N3. – P 312-317.
22. Finco D.R., Cooper T.L. Soy protein increases glomerular filtration rate in dogs with normal or reduced renal function // J. Nutr. – 2000. – Vol.130, N4. – P 745-748.
23. Frauscher F., Radmayr C., Klausner A. et al. Assessment of renal resistance index in children with vesicoureteral reflux // Ultraschall.Med. – 1999. – Vol.20, N3. – P 93-97.
24. Galesic K., Brkljacic B., Sabljic-Matovinovic M. et al. Renal vascular resistance in essential hypertension: duplex-Doppler ultrasonographic evaluation // Angiology. – 2000. – Vol.51, N8. – P 667-675.
25. Kawauchi A., Yamao Y., Ukimura O. et al. Evaluation of reflux kidney using renal resistive index // J.Urol. – 2001. – Vol.165, N6, Pt 1. – P. 2010-2012.
26. Roebuck D.J., Howard R.G., Metreweli C. How sensitive is ultrasound in the detection of renal scars? // Br.J.Radiol. – 1999. – Vol.72, N 856. – P. 345-348.
27. Scholbach T. Color Doppler sonographic determination of renal blood flow in healthy children // J.Ultrasound.Med. – 1999. – Vol.18, N8. – P. 559-564.
28. Smellie J.M. Childhood reflux and urinary infection: a follow-up of 10-41 years in 226 adults // J.Pediatr.Nephrol. – 1998. – Vol.12. – P. 727-736.

Поступила в редакцию 22.10.2002 г.