<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-4-76-87>

Изменения гемодинамических показателей в почечном трансплантате у детей

М. И. Пыков¹, Д. Б. Эктов^{*, 2}

¹ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного профессионального образования» Минздрава России, кафедра лучевой диагностики детского возраста, Москва

² Российская детская клиническая больница ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» Минздрава России, отделение по пересадке почки, Москва

Changes in Hemodynamic Parameters in Various Morphological Changes in the Kidney Transplant in Children

М. I. Pykov¹, D. B. Ektov^{*, 2}

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education», Ministry of Healthcare of Russia, Department of Pediatric Radiation Diagnostics, Moscow

² Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Healthcare of Russia, Kidney Transplant Department, Moscow

Реферат

Целью исследования была оценка доплерографических показателей кровотока по сосудам трансплантированной почки с сохраненной азотовыделительной функцией при различных морфологических изменениях. Проведен анализ историй болезни 130 детей, которым были выполнены 130 аллогенных трансплантаций почек от посмертного донора. Проанализированы результаты 231 чрескожной пункционной биопсии и УЗИ трансплантатов. Данные морфологических исследований разделены на 5 групп:

- 1-я группа — не выявлено морфологических изменений, влияющих на функцию трансплантата;
- 2-я группа — морфологические признаки кальциневириновой токсичности;

* **Эктов Денис Борисович**, детский хирург, хирургическое отделение по пересадке почки, Российская детская клиническая больница ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» Минздрава России, Москва.

Адрес: 119571, г. Москва, Ленинский проспект, д. 117.
Тел.: +7 (926) 230-30-40. Электронная почта: denis.ektov@rambler.ru
ORCID.org/0000-0001-5676-1587

Ektov Denis Borisovich, Pediatric Surgeon, Surgical Department for Kidney Transplantation, Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Healthcare of the Russia, Moscow.

Address: 117, Leninsky prospect, Moscow, 119571, Russia.
Phone number: +7 (926) 230-30-40. E-mail: denis.ektov@rambler.ru
ORCID.org/0000-0001-5676-1587

- 3-я группа — пограничное повреждение ткани трансплантата;
 4-я группа — острое и хроническое отторжение;
 5-я группа — неспецифический тубулоинтерстициальный склероз.

Индексы резистентности (IR) и пульсационные индексы (PI), измеренные на уровне общей почечной артерии (ОПА) и междольковых артериях (МДА), имели тенденцию к снижению у почек с иммунологическим влиянием и оставались стабильными в остальных морфологических группах. Достоверно определено, что чем выше степень гиалиноза артерий, тем ниже IR и PI, измеренные на уровне ОПА и МДА ($p < 0,05$). Выявленная тенденция снижения значений IR и PI на уровне ОПА МДА может рассматриваться как одна из начальных ультразвуковых признаков, позволяющих говорить об уменьшении эластичности сосудистой стенки. Нормальные показатели почечной гемодинамики не исключают наличие патологических процессов, приводящих к дисфункции трансплантата.

Ключевые слова: почечный трансплантат, доплерография, чрескожная биопсия, морфология почки.

Abstract

Ultrasound scanning is one of the main methods of instrumental examination of patients after allogeneic transplantation of kidney. The main reasons of dysfunction of the kidney transplant in long post-transplantation term are acute or chronic rejection, as well as acute and chronic nephrotoxicity of calcineurin inhibitors. The study includes an analysis of the medical history of 130 children with end-stage chronic renal failure who underwent 130 allogeneic kidney transplants from a posthumous donor. There were analyzed the results of 231 percutaneous puncture biopsies and ultrasound studies of renal transplants. The analyzed data of morphological studies are divided into 4 groups:

- 1st group — there are no morphological changes affecting graft function;
 2nd group — morphological signs of calcineurin toxicity;
 3rd group — borderline damage of the graft;
 4th group — acute and chronic graft rejection;
 5th group — non-specific tubulointerstitial sclerosis and tubular atrophy.

Indices of resistance and pulsation measured at the level of the renal artery and interlobular arteries tended to decrease in the kidneys with immunological influence and remained stable in other morphological groups. This means that, the higher the degree of hyalinosis of the arteries, the lower the indices of resistance and pulsation indices measured at the level of the common renal artery and interlobular arteries. The revealed tendency of a decrease in the values of the resistance index and the pulsation index at the level of the common renal artery of the interlobular arteries can be considered as one of the initial ultrasound signs that allow to speak of a decrease in the elasticity of the vascular wall. Normal indices of renal hemodynamics do not exclude the presence of pathological processes leading to graft dysfunction.

Key words: Renal Transplant, Doppler Ultrasound, Percutaneous Biopsy, Kidney Morphology.

Актуальность

В XXI в. трансплантация почки по-прежнему является терапией выбора у детей с терминальной стадией хронической почечной недостаточности (ТХПН). Современные протоколы терапии, разработанные для предупреждения и лече-

ния острого отторжения, своевременная диагностика и лечение хирургических осложнений в раннем и отдаленном послеоперационных периодах позволили значительно увеличить выживаемость почечных трансплантатов (ПТ) [1, 2].

Нарушение функции почечного аллотрансплантата остается основной угрозой для долгосрочного выживания трансплантата и реципиента.

Дисфункция ПТ является гетерогенной по своей структуре, и ее развитие определяется рядом факторов, связанных с активацией иммунного ответа (острое, хроническое отторжение), нефротоксическим влиянием препаратов кальцинейрина (циклоsporин А, такролимус), патологических процессов, не связанных с иммунологическим или медикаментозным влиянием: инфекции, рефлюкс-нефропатия, гипертонический артериолосклероз, нефрокальциноз, злокачественные новообразования и рецидив основного заболевания.

Основными причинами, приводящими к дисфункции ПТ в отдаленном периоде, являются острое или хроническое отторжение, а также острая и хроническая нефротоксичность ингибиторов кальцинейрина (CNI) [3–5].

Современные методы диагностики позволяют выявить многочисленные факторы, приводящие к дисфункции почечного трансплантата как в раннем, так и в позднем периоде после трансплантации.

Широкое распространение для оценки анатомо-морфологического состояния почечного трансплантата получило ультразвуковое исследование (УЗИ). Для мониторинга функционального состояния ПТ используется доплерография, которая дает уникальную информацию о сосудистой архитектонике и особенностях кровообращения почки. С помощью прямого измерения скорости кровотока и величины сопротивления в сосудах почек можно оценить почечную перфузию, установить степень адекватности кровотока в паренхиме [6].

Основными причинами повышения значений индекса резистентности (IR) и пульсационного индекса (PI) являются интерстициальный отек, изменение сосудистого тонуса, эндоваскулит. Эти патологические процессы развиваются в основном при отторжении трансплантата. Повышение значений IR в раннем послеоперационном периоде может свидетельствовать об острой постишемической почечной недостаточности или отторжении трансплантата, в отдаленном периоде о развитии хронической дисфункции трансплантата, возвратной нефропатии и нефросклерозе. PI наиболее чувствителен в отношении изменения уровня периферического сопротивления и в большей степени отражает состояние микроциркуляторного русла, т. е. тонуса стенки артериол и капилляров [7, 8].

В настоящее время основным методом оценки структурных изменений трансплантированной почки является гистологическое исследование биопсийного материала, полученного с помощью пункционной биопсии [9]. Хотя биопсия остается «золотым стандартом» диагностики дисфункции почечного аллотрансплантата, она несет в себе риски и осложнения любого инвазивного исследования, включая кровотечение, формирование артериовенозных фистул или псевдоаневризм [10].

Учитывая неудобства и потенциальные риски, присущие биопсии, неинвазивные методы имеют большое значение для принятия клинических решений, особенно во время амбулаторного наблюдения за реципиентами [11, 12]. Ранняя диагностика повреждения аллотрансплантата позволяет правильно провести лечение и предотвратить дальнейшее повреждение пересаженной почки.

Цель: оценка доплерографических показателей кровотока трансплантированной почки с сохраненной азото-выделительной функцией, а также их изменение в отдаленном посттрансплантационном периоде при различных морфологических изменениях в трансплантате.

Материалы и методы

Исследование включает анализ истории болезни 130 детей с терминальной стадией хронической почечной недостаточности (ТХПН), которым в 2009–2019 гг. были выполнены 130 аллогенных трансплантаций почек от посмертного донора. Возраст пациентов составляет от 5 до 17 лет, из которых мальчиков 80 (62 %), девочек 50 (38 %).

Первое место среди причин, приведших к развитию ТХПН, занимает врожденная патология мочевыводящих путей (29 %), далее следует гипоплазия и дисплазия почек (18 %), кистозные заболевания (16 %), гемолитико-уремический синдром (10 %), наследственный нефрит (6 %), системные заболевания соединительной ткани (5 %), хронический гломерулонефрит (9 %), другие причины (7 %).

Трансплантация донорской почки выполнялась забрюшинно в подвздошную область реципиента. Артериальный анастомоз формировался между почечной артерией трансплантата и наружной или внутренней подвздошной артерией реципиента. Венозный анастомоз осуществлялся между почечной веной донорской почки и наружной подвздошной веной реципиента. Для восстановления экскреторного тракта формировался уретероцистоанастомоз по экстравезикальной методике Lich — Gregoir или J. Barry.

Все дети получали трехкомпонентную иммуносупрессивную терапию, включающую ингибитор кальцинейрина (циклоспорин А, такролимус), глюкокортикостероид (преднизолон, метилпреднизолон) и препарат микофеноловой кислоты (майфортик) или микофенолата мофетил (селлсепт).

Проанализированы результаты 231 чрескожной пункционной биопсии и УЗИ почечных трансплантатов, которые были выполнены от 0,7 до 78,9 мес после трансплантации. На момент УЗИ и биопсии проводилась лабораторная диагностика, позволяющая оценить функциональное состояние трансплантата.

Исследование включало определение уровня сывороточного креатинина (CREA), суточную протеинурию, определение скорости клубочковой фильтрации (СКФ), рассчитанной по формуле Schwartz. Интервал между инструментальной, лабораторной диагностикой и биопсией почки составлял менее 3 дней.

УЗИ проводилось конвексным датчиком частотой 3–5 МГц и линейным датчиком 8–10 МГц. Обследование пациента осуществлялось в положении лежа. Оценивался контур почки, однородность, эхогенность, толщина паренхимы, четкость кортико-медуллярной дифференцировки, состояние коллекторной системы. При топометрии определялись длина, ширина, высота с последующим вычислением объема трансплантата (V) по формуле

$$V = 0,523 \times A \times B \times C,$$

где *A* — длина почки; *B* — ширина; *C* — толщина; 0,523 — поправочный коэффициент.

Цветовая доплерография позволяла оценить адекватность перфузии

паренхимы почечного трансплантата и выявить участки обеднения сосудистого рисунка. При спектральной доплерографии определялись пиковая систолическая (Vps) и конечная диастолическая скорости (Ved), IR и PI. Проводилось измерение линейной скорости кровото-

ка в почечной вене. Кровоток исследовали на уровне основного ствола почечной артерии и в междольковых артериях в нижнем, среднем и верхнем сегментах, с последующим вычислением среднего показателя. Угол инсонации был в интервале от 30 до 60.

Рис. 1. Нормальные показатели IR, PI, измеренные на уровне общей почечной артерии

Рис. 2. Нормальные показатели IR, PI, измеренные на уровне междольковой артерии

Все биопсии были выполнены после УЗИ, чтобы исключить интракраниальные артериовенозные фистулы и псевдоаневризмы.

Через 1 год после АТПП проводились 79 % биопсий по протоколу и далее каждые 1,5–2 года, 21 % биопсий были выполнены по показаниям, т. е. при росте сывороточного креатинина более чем на 30 % или протеинурии более 400 мг/сут.

Чрескожная биопсия паренхимы почечного трансплантата проводилась в положении пациента лежа на спине под эхографическим контролем автоматической биопсийной системой BARD MAGNUN с пункционной иглой размером G16, G18. Выполнялась двукратная пункционная биопсия нижнего или среднего сегмента трансплантата.

Морфологические изменения в почечном трансплантате оценивались по данным световой микроскопии и иммунофлюоресценции. Верификация морфологических изменений производилась в соответствии с международной Banff классификацией патологии аллотрансплантата почки в модификации от 2016 г.

В исследование не включались неадекватные биопсии. Согласно классификации Banff, к неадекватным биоптатам относятся образцы, в которых отсутствует кортикальный слой или количество клубочков менее 7, отсутствуют артериальные ветви.

В исследование не были включены пациенты с сердечной недостаточностью, стенозом аорты, подвздошных артерий и общей почечной артерии трансплантата, объемными образованиями в ложе аллотрансплантата и гидронефрозом, поскольку эти патологические состояния могут влиять на почечную гемодинамику.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи компьютерной программы для статистического анализа Statistica 12.0 и программы Microsoft Excel 2010. Были использованы методы описательной статистики с определением частоты встречаемости признака, среднего арифметического, медианы и стандартного отклонения (SD). Для проверки статистической значимости различий частотных показателей использовали точный критерий Фишера, двусторонний тест. Достоверными считались различия при $p < 0,05$; $0,05 \leq p < 0,1$ рассматривали как тенденцию к различию. Также для выявления и оценки связей между исследуемыми показателями применялся непараметрический анализ ANOVA, критерий Стьюдента (t). Различия считали статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Проанализированные данные морфологических исследований были разделены на 4 группы. Первая группа — не выявлено морфологических изменений, влияющих на функцию трансплантата, 2-я группа — морфологические признаки кальциневроиновой токсичности, 3-я группа — пограничное повреждение ткани трансплантата, 4-я группа — острое и хроническое отторжение трансплантата, 5-я группа — неспецифический тубулоинтерстициальный склероз (табл. 1).

Основную долю исследуемого материала составляли биоптаты с изменениями на фоне иммунологического влияния разной степени выраженности 28 % (4-я группа) и неспецифическим тубулоинтерстициальным склерозом 23 % (5-я группа).

Морфологическая структура трансплантатов

Группа	Гистологические изменения	Количество (%)
1-я	Патологических изменений нет	47 (20)
2-я	Кальциневриновая токсичность	28 (12)
3-я	Пограничное повреждение	38 (17)
4-я	Острое и хроническое отторжение	68 (28)
5-я	Неспецифический тубулоинтерстициальный склероз	53 (28)

Морфологические изменения сосудов микроциркуляторного русла почек в группах в виде гиалиноза артериол (ah) и интимального артериита (v) представлены в табл. 2.

Основные изменения артериол в виде гиалиноза были представлены в группе с CNI-токсичностью, неспецифическим тубулоинтерстициальным склерозом, атрофией канальцев и составляли 67 и 48 % соответственно.

Интимальный артериит был выявлен только в 4-й группе и составлял 42 %. Сочетание гиалиноза артериол и артериита в 4-й группе было выявлено в 10 % биоптатов. Средний возраст трупных доноров в 1-й группе был достоверно ниже, чем в остальных ($p < 0,05$), во 2, 3, 4, 5-й группах достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$) (табл. 3).

Все трансплантаты были с сохранной депурационной функцией, рассчитанная СКФ в группах была больше 40 мл/мин/1,73 м².

Скорость клубочковой фильтрации в 4-й группе была достоверно ниже, чем в остальных ($p < 0,05$), тогда как суточная протеинурия и сывороточный креатинин были достоверно выше в группах с морфологическими признаками CNI-токсичности и отторжения ($p < 0,05$).

Снижение СКФ, повышение креатинина и суточной протеинурии поз-

воляют говорить о наличии патологических процессов, происходящих в трансплантате и приводящих к его дисфункции.

При УЗИ все трансплантаты имели бобовидную форму, четкие, ровные контуры, хорошо выраженную кортикомедулярную дифференцировку, патологических изменений чашечно-лоханочной системы не было выявлено.

Результаты анализа показателей почечной гемодинамики на уровне общей почечной артерии и междольковых артерий у пациентов в отдаленные сроки после трансплантации представлены в табл. 4.

Значения IR и PI, определенные на уровне общей почечной артерии, были достоверно ниже в 4-й и 5-й группах ($p < 0,05$), в 1, 2, 3-й достоверных различий не было выявлено ($p > 0,05$).

IR, измеренные на уровне междольковых артерий, имели тенденцию к снижению, тогда как остальные показатели, отражающие тонус сосудистой стенки на уровне междольковых артерий, были стабильными и не имели статистических различий ($p > 0,05$).

Линейная скорость кровотока, измеренная на уровне почечной вены, во всех группах оставалась стабильной и статистически значимых различий не имела ($p > 0,05$).

Таблица 2

**Морфологические изменения сосудов микроциркуляторного русла
трансплантатов**

Изменения в ренальных сосудах	Группа														
	1-я (n = 47)			2-я (n = 28)			3-я (n = 38)			4-я (n = 68)			5-я (n = 53)		
Степень аh, v	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Гиалиноз артериол (ah), %	20	—	6	53	6	8	18	3	—	22	15	4	34	8	6
Интимальный арте- риит (v), %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	—

Таблица 3

Средний возраст трупных доноров в группах

Группа	1-я (n = 47)	2-я (n = 28)	3-я (n = 38)	4-я (n = 68)	5-я (n = 53)
Возраст донора, лет	35,1 ± 12,9	41 ± 10,8	42 ± 14,6	41,5 ± 11,2	44,4 ± 10,1

* p < 0,05.

Таблица 4

**Гемодинамические показатели ренального кровотока почечного трансплантата
у пациентов в отдаленные сроки после трансплантации**

Показатели ренального кровотока	Группа				
	1-я (n = 47)	2-я (n = 28)	3-я (n = 38)	4-я (n = 68)	5-я (n = 53)
Vps ОПА, см/с	110 ± 17	98 ± 21	95 ± 19,7	88 ± 21,5*	76 ± 19,1*
Ved ОПА, см/с	35 ± 2,9	29 ± 3,1	31 ± 3,2	30 ± 2,8	24 ± 2,1
IR ОПА	0,67 ± 0,07	0,65 ± 0,09	0,68 ± 0,07	0,64 ± 0,07*	0,63 ± 0,07*
PI ОПА	1,3 ± 0,3	1,32 ± 0,34	1,45 ± 0,32	1,16 ± 0,23*	1,23 ± 0,23*
Vps МДА, см/с	10,2 ± 4,1	10,1 ± 2,9	10,4 ± 4,9	10,5 ± 4,2	10,5 ± 3,9
Ved МДА, см/с	4,3 ± 1,8	4,3 ± 2,3	4,5 ± 2,1	4,7 ± 1,7	4,0 ± 1,7
IR МДА	0,60 ± 0,1	0,59 ± 0,09	0,62 ± 0,06	0,55 ± 0,08**	0,6 ± 0,08**
PI МДА	1,12 ± 0,2	1,06 ± 0,34	1,22 ± 0,32	1,18 ± 0,23	1,06 ± 0,23
Vven, см/с	34 ± 20	27 ± 10	27 ± 19	28 ± 21	26 ± 21

* p < 0,05.

** 0,05 ≤ p < 0,1.

Изменения показателей ренальной гемодинамики в зависимости от степени гиалиноза артериол в морфологических группах представлены в табл. 5.

В 1-й морфологической группе был выявлен только гиалиноз артериол 1-й и

3-й степени, во 2, 4 и 5-й группах были выявлены все 3 степени гиалиноза, в 3-й группе гиалиноз был представлен 1-й и 2-й степенью,

Достоверные различия были выявлены между средними значениями IR,

Таблица 5

Показатели гемодинамики в морфологических группах при гиалинозе артериол

Показатели ренальной гемодинамики	Группа												
	1-я (n = 47)		2-я (n = 28)			3-я (n = 38)		4-я (n = 68)			5-я (n = 53)		
Степень ah, v	1	3	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3
Vps ОПА, см/с	83,8 ± 35,7	108	77,4 ± 27,0	63 ± 8,2	66,2 ± 17	96,48 ± 22,5	114	72,4 ± 37	71 ± 26	49,9 ± 10,5	71,7 ± 17	69 ± 13	59 ± 13
Ved ОПА, см/с	28,9 ± 11,2	47	23,7 ± 9,5	22,7 ± 9,5	24 ± 4,7	33,3 ± 7,8	57	24,4 ± 11,4	26,4 ± 10	18,6 ± 7,5	21,7 ± 9,9	21,2 ± 9	17,1* ± 7,3
IR ОПА	0,65 ± 0,06	0,57*	0,68 ± 0,09	0,6* ± 0,1	0,62* ± 0,03	0,65 ± 0,06	0,5	0,67 ± 0,07	0,63* ± 0,07	0,6* ± 0,05	0,62 ± 0,06	0,61* ± 0,07	0,57* ± 0,05
PI ОПА	1,29 ± 0,24	1,11*	1,42 ± 0,38	1,15* ± 0,21	1,14* ± 0,17	1,29 ± 0,54	0,77	1,27 ± 0,33	1,21** ± 0,26	1,0* ± 0,06	1,19 ± 0,23	1,19 ± 0,21	1,1* ± 0,07
Vps МДА, см/с	12,9 ± 4,5	10,5 ± 2,1	10,4 ± 3,75	11,5 ± 4,9	12,2 ± 3,7	10,3 ± 3,9	8,42 ± 2,5	12,7 ± 3,5	9 ± 2,1	10,6 ± 4,3	9,6 ± 3,3	9,1 ± 2,0	10,2 ± 4,1
Ved МДА, см/с	4,9 ± 2,0	5,5 ± 2	4,14 ± 2,15	4,3 ± 2,3	5,6 ± 1,7	4,7 ± 2,3	3,8 ± 2,1	4,9 ± 1,9	4,3 ± 1,4	3,7 ± 1,4	4 ± 1,1	4,1 ± 1,3	3,3* ± 1,4
IR МДА	0,62 ± 0,1	0,47* ± 0,04	0,62 ± 0,1	0,62 ± 0,11	0,55* ± 0,06	0,62 ± 0,07	0,49* ± 0,01	0,62 ± 0,08	0,59 ± 0,1	0,61 ± 0,1	0,61 ± 0,08	0,58 ± 0,1	0,56* ± 0,1
PI МДА	1,20 ± 0,3	0,84* ± 0,2	1,17 ± 0,36	1,15 ± 0,48	1,0* ± 0,27	1,24 ± 0,18	0,9* ± 0,25	1,21 ± 0,27	1,17 ± 0,31	1,08* ± 0,25	1,20 ± 0,25	1,18 ± 0,3	1,06* ± 0,21
Vven, см/с	30,3 ± 11,9	37	26,9 ± 9,3	38 ± 21	23,7 ± 8,5	33,8 ± 22	29	33,4 ± 16	48 ± 35	30 ± 20	31,2 ± 14	43 ± 34	31 ± 21

* p < 0,05.

** 0,05 ≤ p < 0,1.

PI на уровне общей почечной артерии при разных степенях гиалиноза артериол в 1, 2, 4, 5-й морфологических группах. Чем выше была степень гиалиноза, тем ниже значения IR, PI на уровне общей почечной артерии $0,05 \leq p < 0,1$.

Средние значения PI на уровне междольковых артерий во всех морфологических группах при гиалинозе 1-й степени, были достоверно выше, чем при 2-й и 3-й степени ($p < 0,05$).

Динамика усредненных показателей IR также показала достоверное его снижение у биоптатов с более выраженной степенью гиалиноза ($p < 0,05$). Исключение составляла 4-я группа, где не было получено достоверных различий IR ($p > 0,05$). Интимальный артериит был представлен в биоптатах 4-й группы и только 1-й и 2-й степени (табл. 6).

Изменения показателей IR, PI на уровне общей почечной и междольковых артерий указывают на наличие достоверной разницы в параметрах, отражающих сосудистое сопротивление. Повышение значений IR, PI были выявлены при интимальном артериите 2-й степени ($p < 0,05$). Также было получено достоверное увеличение линейной скорости кровото-

ка в основной почечной вене трансплантата при артериите 2-й степени ($p < 0,05$).

Проведенный сравнительный анализ доплерографического исследования выявил, что показатели, отражающие тонус сосудистой стенки у трансплантатов с сохраненной азотовыделительной функцией, измеренные на уровне общей почечной артерии и междольковых артериях, имели тенденцию к снижению у почек с иммунологическим влиянием и оставались стабильными в остальных морфологических группах.

При дальнейшем анализе данных мы выявили четкую статистическую достоверность, говорящую о том, что чем выше степень гиалиноза артерий, тем ниже индексы сосудистого сопротивления, измененные на уровне общей почечной артерии и междольковых артерий.

Выводы

1. Выявленная тенденция снижения значений IR и PI на уровне общей почечной артерии и междольковых артерий может рассматриваться как одна из начальных ультразвуковых признаков, позволяющих говорить об уменьшении эластичности

Таблица 6

Показатели гемодинамики при различных степенях интимального артериита

Степень артериита	Vps ОПА, см/с	Ved ОПА, см/с	IR ОПА	PI ОПА	Vps МДА, см/с	Ved МДА, см/с	IR МДА	IR МДА	Vven, см/с
1-я	85,8 ± 40	30,5 ± 13,5	0,65 ± 0,08	1,25 ± 0,28	11,5 ± 4,7	4,4 ± 1,95	0,62 ± 0,08	1,2 ± 0,36	36 ± 16
2-я	95 ± 26,6	31,5 ± 16	0,7** ± 0,07	1,6* ± 0,17	8,1 ± 1,9	3,3 ± 1,47	0,69* ± 0,09	1,55* ± 0,35	98* ± 37

* $p < 0,05$.

** $0,05 \leq p < 0,1$.

сосудистой стенки, что является причиной нарушения миогенного механизма ауторегуляции почки и в дальнейшем приводящей к дисфункции почечного трансплантата.

2. Поскольку у пациентов с субклиническим отторжением могут быть нормальные показатели индексов сосудистого сопротивления, протокольная пункционная биопсия позволяет диагностировать патологические процессы в трансплантате в отдаленном послеоперационном периоде.
3. Допплерография как методика ультразвуковой диагностики является наиболее доступным методом неинвазивного исследования гемодинамики почечного трансплантата и играет немаловажную роль в диагностике патологии ПТ, но этот метод должен применяться только как дополнительный в сочетании с другими методиками.

Список литературы

1. Данович Г. Руководство по трансплантации почки. М.: Триада, 2004. 471 с.
2. Данович Г. Трансплантация почки. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 848 с.
3. Никитин А. В. Механизмы нефротоксического действия иммунодепрессантов-ингибиторов кальцинейрина // Антибиотики и химиотерапия. 2014. Т. 59. № 2. С. 44–47.
4. Пыков М. И. Детская ультразвуковая диагностика. Уронефрология. М.: Видар-М, 2014. 240 с.
5. Сандришников В. А., Каабак М. М., Платонова Е. Н., Сандриков В. И., Бабенко Н. Н., Зокоев А. К. Ранние диагностические критерии криза отторжения почечного трансплантата по данным ультразвукового мониторинга // Трансплантология. 2017. Т. 9. № 3. С. 248–251.

6. Claire McArthur, Colin C. Geddes, Grant M. Baxter. Early measurement of pulsatility and resistive indexes: correlation with long-term renal transplant function // Radiol. 2011. V. 259. № 1. P. 278–285.
7. Gao J. et al. Doppler parameters in renal transplant dysfunction: Correlations with histopathologic changes // J. Ultrasound Med. 2011. V. 30. № 2. P. 169–175.
8. Krumme B., Grotz W., Kirste G., Schollmeyer P., Rump L. C. Determinants of intra-renal Doppler indices in stable renal allografts // JASN. 1997. V. 8. No. 5. P. 813–816.
9. Naesens M., Dirk R. J. Kuypers, Sarwal M. Calcineurin inhibitor nephrotoxicity // Clinical J. of the Am. Society of Nephrology. 2009. V. 4. № 2. P. 481–508.
10. Ponticelly C. Renal transplantation: where do we stand today? // Nephrol. Dial. Transplant. 2004. V. 19. No. 12. P. 2937–2947.
11. Liptak P., Ivanyi B. Primer: histopathology of calcineurin-inhibitor toxicity in renal allografts // Nature Clinical Practice Nephrol. 2006. V. 2. № 7. P. 398–404.
12. Preuss S., Rother C., Renders L., Wagenpfeil S., Holtzmann C., Kuechle C., Heemann U., Friedrich K. Sonography of the renal allograft: Correlation between doppler sonographic resistance index and histopathology // Clini. Hemorheol. and Microcirc. 2018. V. 70. № 4. P. 413–422.

References

1. Danovich G. Guide to Kidney Transplantation. Moscow: Triada, 2004. 471 p. (in Russian).
2. Danovich G. Kidney Transplantation. Moscow: GEOTAR-Media, 2014. 848 p. (in Russian).
3. Nikitin A. V. Mechanisms of nephrotoxic action of immunosuppressants-calcineu-

- rin inhibitors. Antibiotics and chemotherapy. 2014. V. 59. No. 2. P. 44–47 (in Russian).
4. *Pykov M. I.* Children's ultrasound diagnostics. Uronephrology. Moscow: Vidar-M, 2014. 240 p. (in Russian).
 5. *Sandrikov V. A., Kaabak M. M., Platonova E. N., Sandrikov V. I., Babenko N. N., Zokoev A. K.* Early diagnostic criteria for the renal transplant rejection crisis according to ultrasound monitoring data. Transplantology. 2017. V. 9. No. 3. P. 248–251 (in Russian).
 6. *Claire McArthur, Colin C. Geddes, Grant M. Baxter.* Early measurement of pulsatility and resistive indexes: correlation with long-term renal transplant function. Radiol. 2011. V. 259. No. 1. P. 278–285.
 7. *Gao J. et al.* Doppler parameters in renal transplant dysfunction: Correlations with histopathologic changes. J. of Ultrasound in Medicine. 2011. V. 30. No. 2. P. 169–175.
 8. *Krumme B., Grotz W., Kirste G., Scholmeyer P., Rump L. C.* Determinants of intrarenal Doppler indices in stable renal allografts. Clin. J. of the Am. Society of Nephrol. 1997. V. 8. No. 5. P. 813–816.
 9. *Naesens M., Dirk R. J. Kuypers, Sarwal M.* Calcineurin Inhibitor Nephrotoxicity. Clinical J. of the American Society of Nephrol. 2009. V. 4. No. 2. P. 481–508.
 10. *Ponticelli C.* Renal transplantation: where do we stand today? Nephrol. Dialysis Transplantation. 2004. V. 19. No. 12. P. 2937–2947.
 11. *Liptak P., Ivanyi B.* Primer: histopathology of calcineurin-inhibitor toxicity in renal allografts. Nature Clin. Prac. Nephrol. 2006. V. 2. No. 7. P. 398–404.
 12. *Preuss S., Rother C., Renders L., Wagenpfeil S., Holtzmann C., Kuechle C., Heemann U., Friedrich K.* Sonography of the renal allograft: Correlation between doppler sonographic resistance index and histopathology. Clin. Hemorheol. and Microcirc. 2018. V. 70. No. 4. P. 413–422.

Сведения об авторах

Пыков Михаил Иванович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики детского возраста, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного профессионального образования» Минздрава России, Москва.
Адрес: 125373, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 28.
Электронная почта: pykov@yandex.ru
ORCID.org/0000-0003-3731-6263

Pykov Mikhail Ivanovich, M.D. Med. Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics of Children, «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education», Ministry of Healthcare of Russia, Moscow.
Address: 28, ul. Geroev Panfilovtsev, Moscow, 125373, Russia.
E-mail: pykov@yandex.ru
ORCID.org/0000-0003-3731-6263

Эктов Денис Борисович, детский хирург, хирургическое отделение по пересадке почки, Российская детская клиническая больница ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава России, Москва.
Адрес: 119571, г. Москва, Ленинский проспект, д. 117.
Тел.: +7 (926) 230-30-40. Электронная почта: denis.ektov@rambler.ru
ORCID.org/0000-0001-5676-1587

Ektov Denis Borisovich, Pediatric Surgeon, Surgical Department for Kidney Transplantation, Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow.
Address: 117, Leninsky prospect, Moscow, 119571, Russia.
Phone number: +7 (926) 230-30-40. E-mail: denis.ektov@rambler.ru
ORCID.org/0000-0001-5676-1587

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.