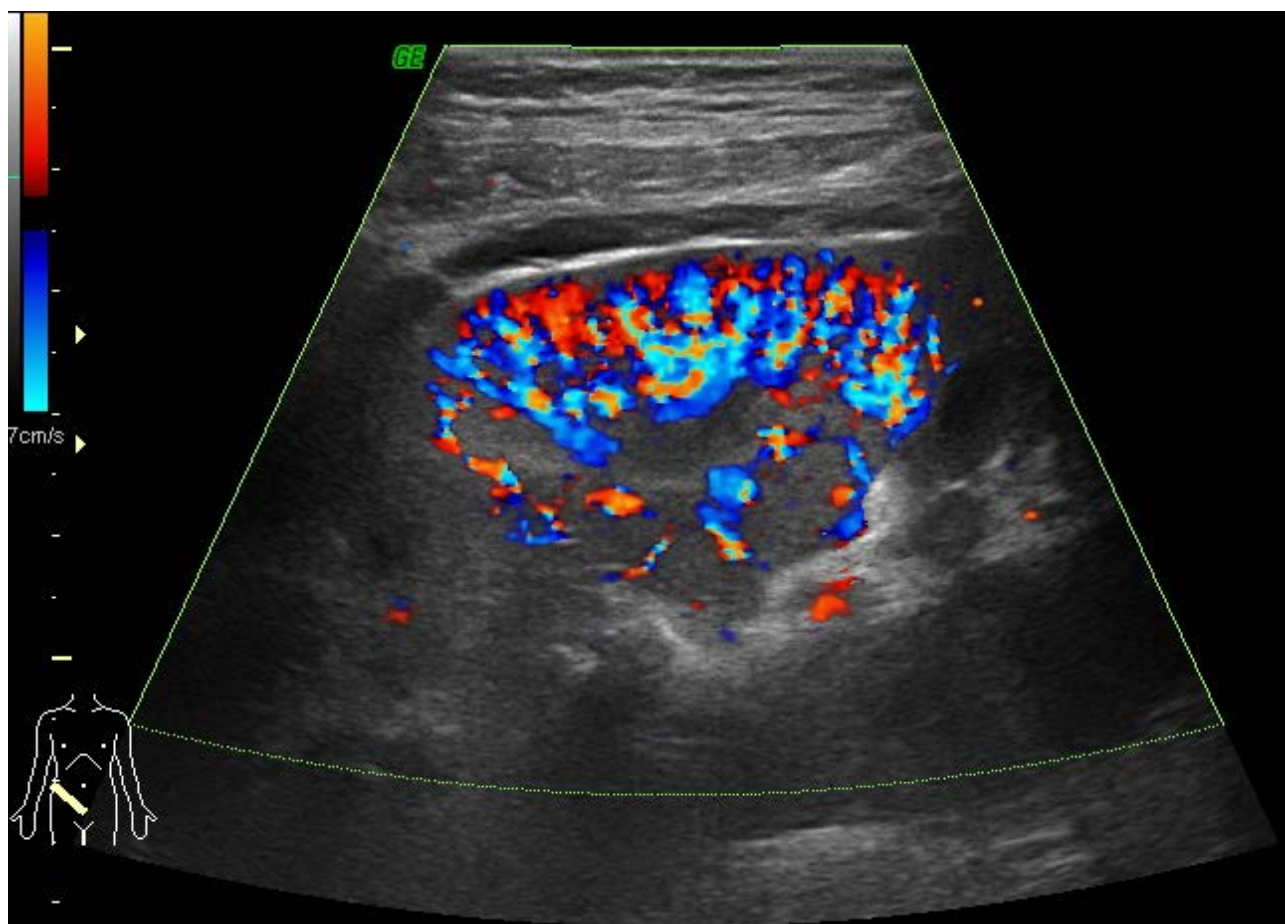


МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр радиационной медицины и экологии человека»

Евдочкова Т.И.,
Селькина В.Д., Шамренко Ю.Г.

Ультразвуковая диагностика почечного трансплантата
Практическое пособие для врачей



Гомель, 2024

Рецензенты:

Доцент кафедры хирургических болезней №3, кандидат медицинских наук,
доцент **Богданович В.Б.**

Евдочкова Т.И.

Ультразвуковая диагностика в трансплантации почки: практическое пособие для врачей/Т.И.Евдочкова, В.Д.Селькина, Ю.Г.Шамренко. – Гомель: ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2024. – 30 с.

В практическом пособии описаны подробно особенности ультразвукового исследования почечного трансплантата, осложнения после трансплантации почки, приведены эхограммы собственных наблюдений авторов.

Практическое пособие предназначено для врачей ультразвуковой диагностики, а также может быть полезно для врачей других специальностей и студентов медицинских вузов.

Рекомендовано к изданию решением учёного совета Государственного учреждения «РНПЦ РМиЭЧ» 26.09.2024г. протокол №10.

©Евдочкова Т.И., Селькина В.Д.,
Шамренко Ю.Г.
© ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2024

Содержание

Список сокращений.....	4
Введение.....	5
Показания и противопоказания к трансплантации почки	6
Варианты выполнения трансплантации почки.....	7
Анатомия почек и мочевыводящих путей.....	7
Протокол ультразвукового исследования трансплантата почки.....	10
Требования к ультразвуковому исследованию трансплантата почки.....	10
Оценка почечного трансплантата в серошкальном режиме.....	11
Допплерографические методы в оценке почечного трансплантата...	14
Осложнения после трансплантации почки.....	17
1. Венозный тромбоз.....	18
2. Стеноз почечной артерии.....	18
3. Лимфоцеле.....	20
4. Уринома.....	20
5. Гематома.....	21
6. Гидронефроз трансплантата.....	22
7. МКБ.....	23
8. Кисты трансплантата.....	23
9. Апостематозный пиелонефрит.....	24
10. Нефросклероз трансплантата.....	25
11. Гемостатическая губка.....	25
12. Острое отторжение трансплантата.....	26
Заключение.....	27
Литература.....	29
	30

Список сокращений

СДК – спектральное доплеровское картирование
УЗИ – ультразвуковое исследование
УЗД – ультразвуковая диагностика
ЦДК – цветное доплеровское картирование
ЭДК – энергетическое доплеровское картирование

Введение

В 2024 году исполняется 54 года с момента внедрения почечно-заместительной терапии в Республике Беларусь. В апреле 1970г. на базе 4-й клинической больницы г.Минска была создана первая лаборатория гемодиализа (заведующий В.М.Варенников). Спустя 6 месяцев после старта диализотерапии первая пациентка из листа ожидания получила почечный трансплантат от трупного донора. 11 сентября 1970г. профессор, академик НАН Беларуси Н.Е.Савченко совместно с коллегами и учениками (В.А.Мохорт, В.С.Пилотович, В.И.Соколов, И.А. Скобеюс) впервые в Республике Беларусь выполнили операцию по трансплантации почки.

Современный этап развития трансплантологической помощи пациентам с хроническими болезнями почек в Республике Беларусь отличается одновременно интенсивным и экстенсивным ростом. Операции по трансплантации почки выполняются не только в г.Минске, но и во всех областных центрах Республики Беларусь.

Основным неинвазивным безопасным, мобильным и простым методом визуализации трансплантата почки является ультразвуковое исследование (УЗИ). Использование данного метода позволяет получить ответы на основные вопросы, встающие перед клиницистом- характеристика размеров, структуры, гемодинамики и уродинамики трансплантата. В основе качественного УЗИ трансплантата лежит знание анатомии и самой трансплантации, а также знание и навыки ультразвукового исследования.

Показания и противопоказания к трансплантации почки

Показаниями к трансплантации почки являются хронические диффузные заболевания почек, приводящие к V стадии хронической болезни почек (№ 18.4; № 18.5 по МКБ-10 с изменениями-2007г.)

Показания к трансплантации почки:

- хронический гломерулонефрит;
- хронический пиелонефрит (рефлюкс-нефропатия);
- наследственные заболевания почек;
- врожденные заболевания почек;
- метаболические поражения почек;
- обструктивная нефропатия;
- токсическая нефропатия;
- системные заболевания;
- гемолитико-уремический синдром;
- опухоли почек (после удаления);
- необратимое острое почечное повреждение;
- травма почек.

Абсолютные противопоказания к трансплантации почки:

- диссеминированный или нелеченый рак;
- тяжелая психическая болезнь;
- прогрессирующая или рефрактерная сердечно-легочная недостаточность;
- активная инфекция мочевых путей, активный туберкулез, активный вирусный гепатит;
- острые инфекционные заболевания или кишечная инфекция;
- ВИЧ-инфекция;
- активное системное заболевание;
- необратимое поражение печени (цирроз).

Относительные противопоказания к трансплантации почки:

- леченая злокачественная опухоль в анамнезе;
- сердечная патология без прогрессирования;
- нескорректированные анатомические мочеполовые аномалии;
- рецидивирующие инфекции мочевых путей;
- сосудистая патология;
- хронические заболевания печени;
- нежелание пациента выполнять предписания врача.

Процедуру обследования для внесения пациента в лист ожидания трансплантата от умершего донора начинают не ранее, чем через 3 месяца диализотерапии в случае, если она начиналась по экстренным показаниям. Если пациент начинал диализотерапию в плановом порядке, то его обследование для внесения в лист ожидания осуществляется без задержки, поскольку изменения со стороны сердечно-легочной системы обычно не имеют выраженного патологического характера.

Додиализную трансплантацию почки от живого донора обычно планируют при снижении скорости клубочковой фильтрации ниже 20 мл/мин/1,73м².

Варианты выполнения трансплантации почки

Трансплантация почки может выполняться в нескольких вариантах.

1. Трансплантация почки от донора со смертью мозга – CRT (cadaveric renal transplant).
2. Трансплантация почки от живого родственного донора – LRT (living related renal transplant).
3. Трансплантация почки от живого неродственного донора – LNRT (living nonrelated transplant).
4. Двойная трансплантация почек: две почки одним блоком от педиатрического донора со смертью мозга или две почки отдельно, но от взрослого донора – dual («en-bloc» pediatric or two adult).
5. Одновременная трансплантация почки и других органов (чаще всего поджелудочной железы) – SPK (simultaneous pancreas-kidney).

В Республике Беларусь применяют CRT, LRT и симультанные трансплантации: SPK, печень – почка (SLKT), сердце – почка (SHKT). Почечный трансплантат обычно располагают гетеротопически в подвздошной области реципиента. В такой позиции он, с одной стороны, неподвижен, с другой – легкодоступен для исследования.

Классическая трансплантация почки выполняется перекрестно, то есть правая почка имплантируется в левую подвздошную область, а левая почка имплантируется в правую подвздошную область. Это связано с тем, что в таком положении в воротах почки лоханка лежит более поверхностно, а под ней обычно расположены почечная артерия и вена.

При выборе места имплантации почечного трансплантата правая подвздошная область считается преимущественным местом для первой операции. Это связано с более поверхностным ходом подвздошных сосудов справа.

Анатомия почек и мочевыводящих путей

Почка представляет собой паренхиматозный орган бобовидной формы, чаще темно-коричневого цвета. Масса органа колеблется от 120 до 200 г. Средние размеры почки: длина – 90 - 130 мм, ширина – 45-60 мм, толщина – 30- 50 мм. В почке различают две поверхности – переднюю и заднюю, два края – медиальный и латеральный и два полюса – верхний и нижний. В центре медиального края имеется углубление, называемое воротами почки, через которые в орган направляются почечная артерия и нервные стволы, а выходят мочеточник, почечная вена и лимфатические сосуды. Всю совокупность образований, входящих и выходящих из ворот почки, называют почечной ножкой. Если рассматривать отношение сосудов,

лоханки и мочеточника, то спереди обычно располагается вена, затем артерия и лоханка.

Паренхима почки покрыта фиброзной капсулой, от которой вглубь проникают нежные соединительнотканые междольковые прослойки, невидимые глазу. Кроме того, в капсуле имеется тонкий слой гладких мышц, за счет незначительного сокращения которых поддерживается внутритканевое давление почки.

В паренхиме почки различают корковое и мозговое вещество. Корковое вещество почки располагается поверхностно, оно представлено проксимальными и дистальными канальцами нефронов и почечными тельцами. Мозговое вещество располагается под корковым слоем и содержит собирательные трубочки, нисходящие и восходящие части канальцев, сосочковые канальцы.

Мозговое вещество состоит из почечных пирамид. В каждой пирамиде различают основание и верхушку (почечный сосочек). Каждый сосочек охватывает малая почечная чашка, при соединении чашки образуют большую почечную чашку.

Структурно-функциональной единицей почки является нефрон. В каждой почке содержится около 1 млн нефронов. Количество (масса) действующих нефронов с течением времени уменьшается, поэтому снижение почечной функции является естественным процессом, сопровождающим старение организма.

В клубочках осуществляется фильтрация плазмы крови, в проксимальных собирательных трубочках реабсорбируется около 65-75% воды и натрия, в петлях Генле концентрируется моча, а собирательные трубочки, имеющие корковый, медуллярный и папиллярный отделы, осуществляют выведение мочи.

В структуру нефрона, с одной стороны, входят артериальные и венозные терминали, с другой – в нем начинаются почечные канальцы для формирования и выведения мочи. Основным источником кровоснабжения почки является почечная артерия, которая делится на ветви, снабжающие соответствующие отделы почки.

Возможен магистральный, рассыпной и смешанный тип кровоснабжения почки.

В большинстве случаев почечная артерия делится на 2 ветви, одна из которых чаще имеет магистральный тип ветвления (впередилоханочная или верхнеполюсная), а вторая – рассыпной (как правило, позадилоханочная и нижнеполюсная). Деление почечной артерии на 2 ветви встречается в 75-90% случаев, причем в 50-85% она делится на впередилоханочную и позадилоханочную ветви, а в 12,5-25% - на верхнеполюсную и нижнеполюсную. Другие варианты ветвления, равно как и случаи деления почечной артерии на 3 и более ветви, гораздо более редки. Деление почечной артерии в воротах почки на 3 ветви встречается в 20% случаев, на

4 ветви – в 1,5% случаев. Кроме того, в 10-25% случаев почка кровоснабжается дополнительными артериями.

Окончательная моча изливается в малые чашечки, представляющие собой выросты лоханки, которые охватывают сосочек почки. Две- три малые чашечки сливаются в большие чашечки, а они, в свою очередь, образуют лоханку почки. Лоханка переходит в мочеточник. Стенка лоханки и чашечек состоит из слизистой оболочки, мышечной и соединительнотканной оболочки. Мышечная оболочка у основания малых чашечек развита лучше, чем в других отделах, и формирует сфинктер. За счет сокращения мышечной оболочки лоханки происходит накопление порции мочи объемом 2-3 мл, которая выбрасывается в мочеточник.

Мочеточник – трубчатый орган, в норме сообщающий лоханку почки с мочевым пузырем. Мочеточник имеет длину 30-35 см и состоит из слизистой оболочки, мышечной и наружной соединительнотканной оболочки. Мышечная оболочка имеет циркулярный и продольный слой. В нативном мочеточнике различают 3 изгиба и 3 сужения: в месте перехода лоханки в мочеточник, при переходе брюшной части в тазовую и перед вхождением в стенку мочевого пузыря.

Мочевой пузырь – мешкообразный орган, имеет верхушку; ниже верхушки до места впадения мочеточников в мочевой пузырь выделяется тело, от устьев мочеточника до начала мочеиспускательного канала – дно. Стенка состоит из слизистой оболочки, мышечной и соединительнотканной оболочки. Задняя стенка прикрыта париетальным листком брюшины. Слизистая оболочка покрыта переходным эпителием. Собственный соединительнотканый слой слизистой оболочки хорошо развит и представлен рыхлой тканью, которая при опорожнении пузыря легко собирается в складки. Эти складки обычно принимают за складки подслизистого слоя, в действительности подслизистый слой в пузыре отсутствует. Около устьев мочеточников есть складки слизистой оболочки. Напротив внутреннего отверстия мочеиспускательного канала выступает язычок пузыря, соединенный с гребешком мочеиспускательного канала.

Пузырный треугольник представляет собой часть дна пузыря, ограниченную сверху отверстиями мочеточников (основание треугольника), расположенную между ними межмочеточниковую складку и внутреннее отверстие мочеиспускательного канала (вершина треугольника). В области пузырного треугольника слизистая оболочка гладкая, содержит крипты, которые иногда принимают за железы.

Нормальная слизистая оболочка мочевого пузыря совершенно не всасывает мочу. В мышечной оболочке условно выделяют 3 слоя: два продольных (наружный и внутренний) и циркулярный. Более значительного развития достигает наружный продольный и циркулярный слои.

В области треугольника мочевого пузыря мышечные слои плотно сращены друг с другом и со слизистой оболочкой. На передней стенке продольный мышечный слой у мужчин соединен с симфизом, на задней

стенке – с предстательной железой, у женщин – с передней стенкой влагалища и мочеиспускательным каналом.

Протокол ультразвукового исследования трансплантата почки

Протокол, который используется в клинической трансплантологии Республики Беларусь, основан на лучших мировых практических рекомендациях.

Задачи ультразвукового исследования трансплантата почки включают следующие позиции, но не ограничиваются ими.

1. Выполнение ультразвукового исследования в соответствии с протоколом мониторинга пациентов после органных трансплантаций, что позволяет создать основу представлений о почечном трансплантате.
2. Выявление изменений в ультразвуковой структуре трансплантата почки, которые не обнаруживались до трансплантации.
3. Оценка сосудистой архитектоники почечного трансплантата и его перфузии.
4. Оценка состояния уродинамики при наличии и/или подозрении на гематурию, гидронефроз, гидроуретер и изменения мочевого пузыря.
5. Оценка патологических скоплений жидкости (гематомы, лимфоцеле, уриномы), функциональной состоятельности и позиции дренажей, установленных интраоперационно и/или при выполнении чрескожных минимально инвазивных вмешательств.
6. Поиск возможных причин болевого синдрома, лихорадки, сепсиса и/или значимых клинико-лабораторных показателей (падение диуреза, изменение уровня креатинина и т. д.).
7. Оценка почечного трансплантата при гипертензии.
8. Оценка почечного трансплантата после минимально инвазивных вмешательств для исключения осложнений (биопсия, нефростомия, стентирование и др.).
9. Поиск злокачественных опухолей почечного трансплантата.

Требования к ультразвуковому исследованию трансплантата почки

1. Ультразвуковые исследования почечного трансплантата должны проводиться в режимах серошкального, цветного, энергетического и спектрального доплеровского картирования (СДК).
2. Перед УЗИ исследователь должен располагать всей доступной информацией об особенностях хирургической анатомии и технических особенностях, возникших в ходе трансплантации почки.
3. При каждом УЗИ почечного трансплантата необходимо проводить сравнительный анализ получаемых параметров с результатами предыдущих исследований.

4. В серошкальном режиме (В-режим) необходимо проводить продольное и поперечное сканирование с измерением длины, ширины, толщины и объема почечного трансплантата и мочевого пузыря.

5. Оценке подлежит паренхима почечного трансплантата, мочевыделительный тракт (при наличии гидронефроза определяется уровень обструкции) и околопочечное пространство (определяется наличие, характер и объем патологического скопления жидкости). При наличии мочеточникового стента должно быть определено положение его проксимального и дистального конца.

6. При наличии более одного почечного трансплантата каждый оценивается отдельно.

7. Для оценки васкуляризации почечного трансплантата должно быть выполнено доплеровское картирование.

8. Оценке подлежат главные, внутривисцеральные, подвздошные артерии и вены, а также, по возможности, сосудистые анастомозы.

9. При оценке ствола почечной артерии, кроме цветного доплеровского картирования (ЦДК), обязательным является измерение скорости кровотока в анастомозе и дистальнее его. Перечень обязательных параметров спектральной доплерографии, которые заносятся в протокол исследования, включает: PSV (V_{ps}) – пик систолической скорости; R1 – индекс резистентности или P1 – пульсаторный индекс; AT – время набора пика систолы. При наличии более одного ствола почечной артерии и/или сосудистых анастомозов каждый подлежит отдельной оценке.

10. Ствол почечной вены оценивается на всем протяжении до анастомоза с использованием ЦДК и спектральным расчетом оттока крови из почки.

11. Наружные подвздошные артерии и вены оцениваются при помощи ЦДК и спектрального доплеровского картирования на участках краиниальных анастомозов со стволами почечной артерии и вены. Для выявления стеноза артериального анастомоза рекомендуется расчет отношения PSV почечной артерии к PSV наружной подвздошной артерии.

12. Внутривисцеральные артерии и вены оценивают с использованием цветного, энергетического доплеровского картирования (ЭДК) и СДК, что обеспечивает глобальные представления о перфузии почечного трансплантата. Параметры спектральной доплерографии наиболее корректно снимать на междолевых и сегментарных сосудах. Перечень обязательных параметров спектральной доплерографии, которые заносятся в протокол исследования, включает PSV (V_{ps}), R1, P1, AT.

Оценка почечного трансплантата в серошкальном режиме

Исследование почечного трансплантата начинают в В-режиме. Поскольку трансплантат располагается близко к поверхности передней брюшной стенки, обычно он хорошо визуализируется при использовании датчиков с частотой 3,5-7,5 МГц, чаще – 5 МГц. УЗИ позволяет получить

томографические срезы на любом уровне и визуализировать все нормальные анатомические структуры.

Ультразвуковой образ нормального почечного трансплантата идентичен таковому естественной почки. Паренхима представляет собой изоэхогенную часть почки толщиной от вершины пирамиды до капсулы 13-18 мм. Условной границей между корковым и медуллярным слоем является линия, проходящая по основаниям пирамид. Толщина коркового слоя – 5- 7 мм.

Медуллярный слой разделяется на 9-18 пирамидок, между которыми расположены 10- 15 почечных столбов (столбы Бертини), представляющих собой отростки коркового вещества в пределах мозгового слоя. У каждой пирамиды различают основание, обращенное к поверхности почки, и вершину, направленную к почечному синусу.

Наиболее эхогенная часть почечного трансплантата и нативной почки, обычно определяемая как «центральный эхо-комплекс», включает собирательную систему, сосуды, соединительнотканые и жировые компоненты (рисунок 1).



Рисунок 1 — Эхограмма почечного трансплантата в правой подвздошной области

Развитие отека трансплантата почки может снижать эхогенность паренхимы, сглаживать кортикомедуллярную дифференцировку и увеличивать объем до 20% от исходного.

Оценка биометрических параметров почечного трансплантата включает измерение длины – наибольшего размера при продольном сканировании, ширины – поперечного размера, толщины – переднезаднего размера при поперечном сканировании трансплантата на уровне ворот.

По полученным параметрам в автоматическом или ручном режиме рассчитывается объем почечного трансплантата. Обычно используют формулу усеченного эллипса:

Объем почки = длина (см) x ширина (см) x толщина (см) x 0,52.

При проведении операции при трансплантации почки одним из этапов операции является формирование уретероцистонеоанастомоза с установкой внутреннего мочеточникового JJ-стента. Преимущество стентирования мочеточника в том, что он предохраняется от развития обструкции мочеточника сгустком, от сдавления извне или нарушения пассажа мочи из-за отека новообразованного устья. Кроме того, если стенка мочевого пузыря крайне атрофична, то использование внутреннего JJ-стента повышает герметичность и надежность анастомоза. Мочеточниковый стент - полая трубка с двумя завитыми концами, один конец этой трубки находится в почке, а другой — в мочевом пузыре (рисунки 2,3).

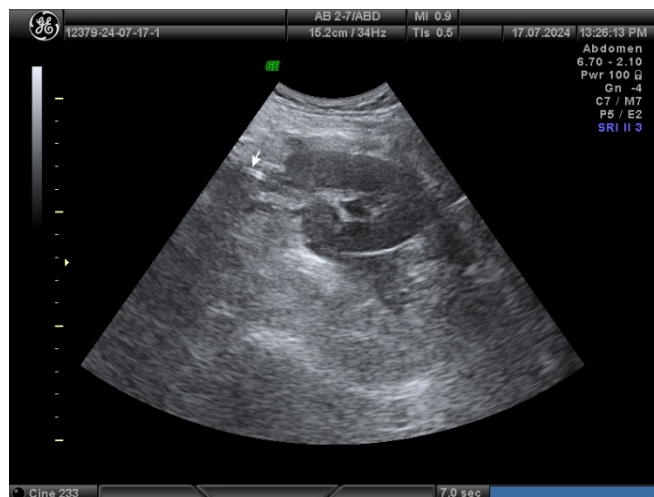


Рисунок 2 — Эхограмма стента в проксимальном отделе мочеточника почечного трансплантата

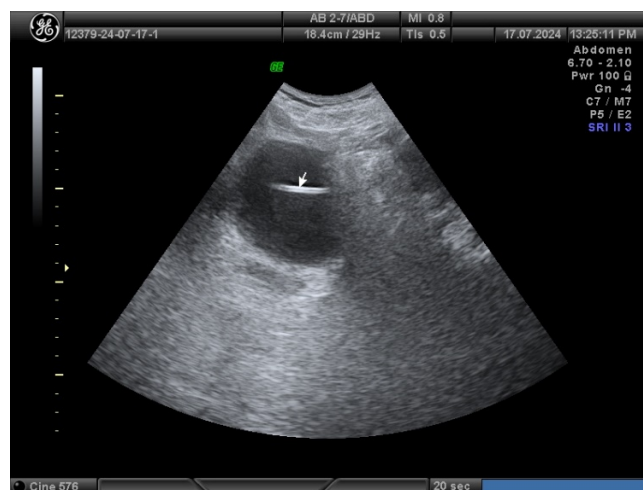


Рисунок 3 — Эхограмма стента в мочевом пузыре

В случае если во время операции устанавливался мочеточниковый стент, его обычно удаляют с помощью манипуляционного цистоскопа спустя 4-5 недель после операции.

Допплерографические методы в оценке почечного трансплантата

При оценке состояния трансплантата почки используют все доплерографические методы: ЦДК, ЭДК и СДК.

Использование режима ЦДК основано на применении импульсного доплера, где зона картирования представлена множеством контрольных объемов, что обеспечивает кодирование направления и скорости потока, обычно оттенками красного и синего. ЦДК- технология является углозависимой и требует минимального угла между направлениями кровотока и сканирующим ультразвуковым лучом. Применение режима ЭДК основано на расчете интеграла квадратов амплитуд доплеровского сигнала. Это делает картирование углонезависимой технологией и повышает чувствительность исследования по сравнению с ЦДК в несколько раз, однако не позволяет судить о направлении потока крови.

Использование режима СДК позволяет оценивать состояние почечного кровотока как по качественным, так и по количественным характеристикам. Качественными параметрами СДК являются: форма спектральной кривой, направление потока крови и особенности звукового сигнала.

Нормальный почечный трансплантат, сохраняя все свойства нативной почки, является органом с высоким уровнем перфузии (рисунок 4).

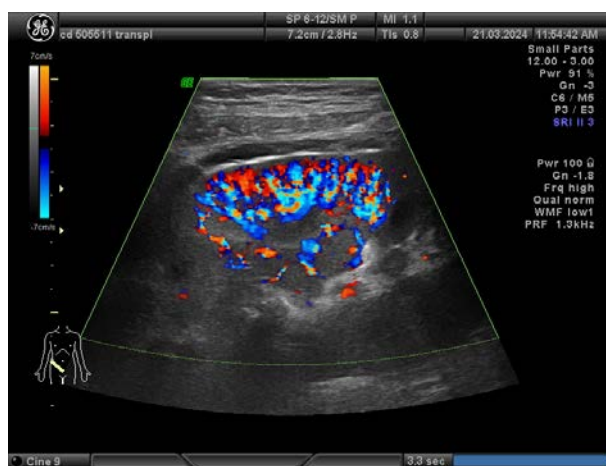


Рисунок 4 — Эхограмма нормальной перфузии почечного трансплантата

Высокая интенсивность и непрерывность функционирования требуют постоянства артериального потока. Поток крови в артериях почки изменяется в соответствии с фазами сердечного цикла (систола - диастола). Сосудистое русло нормального почечного трансплантата остается низкорезистентным, поэтому в фазу диастолы поток по артериям сохраняется на высоком уровне.

На спектрограмме в артериях почки выделяют элементы кривой, типичные для артерий с низким периферическим сопротивлением (рисунок 5).

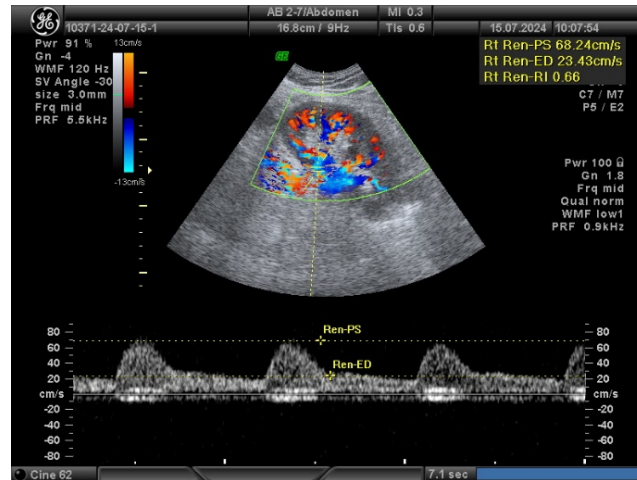


Рисунок 5 — Эхограмма артериального кровотока трансплантата

Так, максимальный подъем (1) соответствует пику систолической скорости, катакrotический зубец (2) - началу периода расслабления, диkротический зубец (3) отражает закрытие аортального клапана, диастолическая часть кривой соответствует фазе диастолы, конец диастолической скорости (5) предшествует новому подъему кривой.

У большинства людей с нормальной эластичностью сосудистой стенки систолический пик расщеплен. Первый пик систолического сокращения (1) называют ранним систолическим пиком, второй пик с закругленной верхушкой (2) называют пиком эластичности. Для артерий с высоким периферическим сопротивлением, таких как наружная подвздошная артерия, помимо систолического зубца (1) характерно наличие обратного потока во время ранней диастолы (2) (ниже базальной линии), волна конечного диастолического возврата (3) соответствует фазе диастолы.

Для количественной характеристики кривой доплеровского сдвига частот при СДК используют следующие показатели: Vps (Vmax) - пик систолической скорости (см/с); Ved (Vmin) - конец диастолической скорости (см/с); Vmean - средняя скорость в течение сердечного цикла; R1 - индекс резистентности (индекс Пурсело), определяется как отношение разности максимальной систолической и конечной диастолической скорости кровотока к максимальной систолической скорости:

$R1 = Vps (Vmax) - Ved (Vmin) / Vps (Vmax)$; P1 - пульсационный индекс (индекс Геслинга), определяется как отношение разности максимальной систолической и конечной диастолической скорости к средней скорости кровотока в течение сердечного цикла:

$$P1 = Vps (Vmax) - Ved (Vmin) / Vmean;$$

AT - время акселерации: время от начала систолического подъема до достижения систолического пика (с); R1AR = Vps (Vmax) в почечной артерии / Vps (Vmax) в подвздошной артерии.

Использование данного индекса обусловлено тем, что максимальная скорость кровотока в почечной артерии связана не только с диаметром почечного сосуда, но и с сердечным выбросом, со скоростью кровотока в аорте и подвздошной артерии.

Кровоток по почечной вене трансплантата чаще монофазный (рисунок 6), но может регистрироваться и двух-, трехфазный спектр, повторяющий поток по наружной подвздошной артерии.

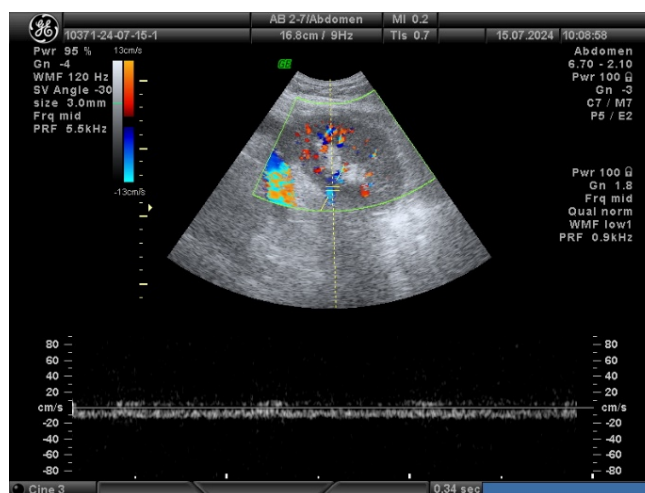


Рисунок 6 — Эхограмма монофазного кровотока по почечной вене трансплантата

Основные показатели нормальной гемодинамики почечного трансплантата представлены в таблице 1.

Таблица 1 - характеристики кровотока по сосудам трансплантата почки в норме

Область исследования		Vps(Vmax),см/с	R1	Vmean,см/с
Почечный ствол	артерия	50-120	0,60-0,80	
	вена	-	-	18-35
сегментарная	артерия	35-65	0,60-0,80	
	вена	-	-	14-25
междолевая	артерия	20-45	0,60-0,80	
	вена	-	-	12-16
аркуатная	артерия	10-25	0,60-0,80	
	вена	-	-	7-11

Скоростные потоки необходимо измерять при минимально возможном угле (всегда менее 60°) между направлением кровотока и плоскостью сканирования. Увеличение этого угла приводит к снижению амплитуды, контрастности доплеровской волны, появлению зеркального изображения. Величина контрольного объема устанавливается равной 2-4 мм. Получаемый спектр доплерограммы должен иметь контрастный контур и быть оптимизированным по фильтру, частоте повторения пульсов и уровню усиления.

При трансплантации почки пересаженный орган в той или иной мере испытывает повреждение в результате ишемии и реперфузии, хирургической травмы и иммунологической агрессии со стороны организма реципиента. Это может приводить к нарушениям функций почечного трансплантата различной степени выраженности.

Осложнения после трансплантации почки

- 1) Патология паренхимы трансплантата почки:
 - острый тубулярный некроз;
 - острое и хроническое отторжение;
 - инфекционное поражение.
- 2) Преренальные (сосудистые) проблемы трансплантата почки:
 - артериальный тромбоз;
 - стеноз почечной артерии;
 - венозный тромбоз;
 - стеноз почечной вены.
- 3) Постренальные проблемы:
 - обструкция мочевыводительного тракта или мочеоточника.
- 4) Патологическое скопление жидкости:
 - гематома;
 - лимфоцеле;
 - уринома;
 - абсцесс.

Накопленный опыт позволяет определить ориентировочные временные интервалы развития тех или иных осложнений после трансплантации почки (табл. 1).

Восстановление функции почечного трансплантата занимает до 12 недель. Именно в этот период могут развиваться основные осложнения после трансплантации почки. Урологические осложнения, приводящие к утрате функции донорской почки, являются наиболее встречаемыми в позднем посттрансплантационном периоде, доля которых на протяжении многих лет, по данным разных авторов, колеблется от 4% до 14%.

Таблица 1 — Сроки развития основных осложнений трансплантата почки

Вид осложнений	Срок развития		
	немедленно	Раннее, 1-4 неделя	Позднее, 4-12 неделя
Сосудистые	Тромбоз артерии или вены	Тромбоз артерии или вены. Артериальная фистула. Псевдоаневризма.	Стеноз почечной артерии. Артериовенозная фистула. Псевдоаневризма
Паренхиматозные	Острый тубулярный	Острое отторжение	Острое и хроническое

	некроз. Сверхострое отторжение		отторжение. Лекарственная токсичность
Урологические	Отек Затек	Затек Стриктура	Стриктура Конкременты
Патологическое скопление жидкости	Серома Гематома	Уринома Лимфоцеле	Лимфоцеле
Хирургические	Кровотечения. Кишечная непроходимость и др.	-	-
инфекционные	+	+	+

1.Венозный тромбоз

Тромбоз почечной вены после трансплантации встречается менее чем 5% случаев, обычно в течении первой недели после операции. Тромбоз почечной вены, как правило, ассоциирован с хирургическими трудностями наложения венозных анастомозов, компрессией вен за счет патологического скопления жидкости вокруг трансплантатов, эпизодами гиповолемии и снижением скорости оттока за счет отторжения.

Ультразвуковая картина при тромбозе почечной вены характеризуется увеличением почечного трансплантата в объеме, уменьшением кортико-медуллярной дифференцировки; возможно обнаружение эхогенного содержимого в просвете вены. При ЦДК и ЭДК заметно резкое снижение или исчезновение венозного потока. При оценке артериального кровотока в стволе, сегментарных и междолевых артериях регистрируется реверсия диастолического потока. Поскольку диастолическая реверсия артериального кровотока может наблюдаться при остром тубулярном некрозе, диагностическое значение при тромбозе имеет только сочетание с отсутствием венозного потока.

В нашем учреждении было несколько случаев тромбоза почечной вены в первый год после начала трансплантации почки, более данная патология не встречалась.

2.Стеноз почечной артерии

Стеноз почечной артерии – наиболее распространенное сосудистое осложнение, которое встречается при трансплантации почки. Его частота может достигать до 10%.

Обычно развивается в течении 3 месяцев после трансплантации почки. Локализация зоны стенозирования зависит от ряда факторов. При изучении

артериального русла от трансплантата к подвздошным артериям можно обнаружить стеноз в зоне самого артериального анастомоза, перед анастомозом и после него. Развитие стеноза артерий до анастомоза обычно связано с атеросклеротическим поражением сосудов донора, после анастомоза – с неправильным положением или изменением положения почечного трансплантата, ротацией или компрессией артерий, острым отторжением.

Стеноз в зоне анастомоза составляет половину всех артериальных проблем и обычно связан с техническими особенностями шва, вторичным ишемическим повреждением интимы сосуда или реакцией на шовный материал. Кроме того, артериальные анастомозы «конец в конец» имеют в 3 раза больший риск развития стеноза, чем анастомоз «конец в бок».

Около 80% реципиентов страдают артериальной гипертензией, при этом у 60% из них происходит снижение артериальной гипертензии после трансплантации почки. Оставшаяся артериальная гипертензия, от легкой до умеренной, как правило, не связана с сосудистыми проблемами.

Поиск стеноза артерий после трансплантации почки следует проводить при следующих клинических ситуациях:

- 1) тяжелая артериальная гипертензия, рефрактерная к медикаментозной терапии;
- 2) артериальная гипертензия в сочетании с аускультативным шумом над трансплантатом;
- 3) артериальная гипертензия в сочетании с необъяснимой дисфункцией трансплантата.

Поиск начинают с использования ЦДК, при котором выявляется:

- 1) на междолевых и сегментарных артериях трансплантата почки, т.е. дистальнее стеноза артерии, спектральный доплер выявляет кривую «parvus-tardus»;
- 2) увеличение времени акселерации (АТ более 0.07с);
- 3) уменьшение индекса резистентности (RI менее 0.56);
- 4) в зоне стеноза локальное изменение цветового спектра за счет увеличения скорости и турбулентности;
- 5) увеличение скорости потока крови более 200см/с в зоне сужения;
- 6) формировании между стенотическим и престенотическим сегментами градиента скорости более 2:1.

В нашем учреждении данная патология встречалась крайне редко. Проводились уточняющие методы визуализации, такие как компьютерная томография или магнитно-резонансная томография.

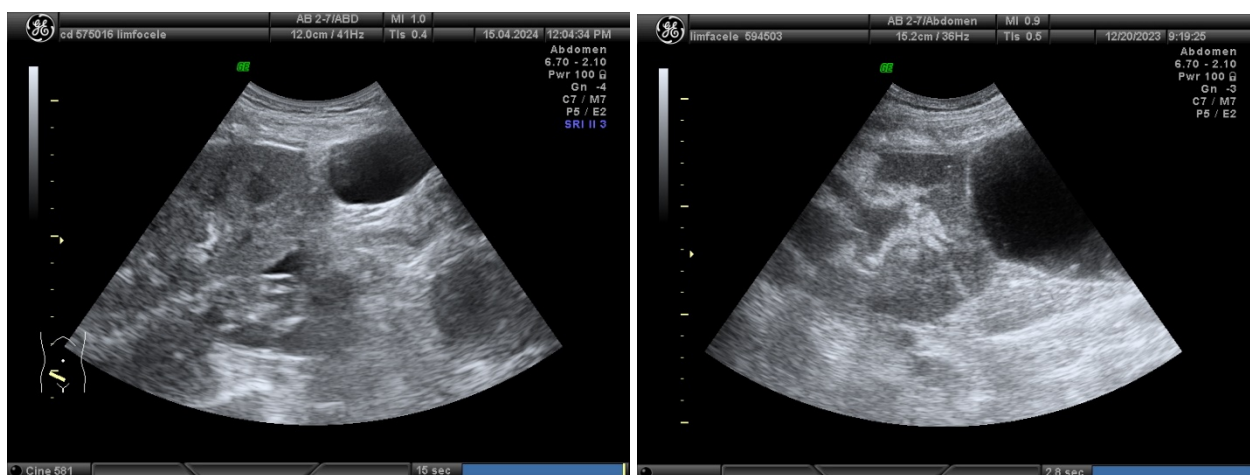
3. Лимфоцеле

Лимфоцеле ложа трансплантата является наиболее частым хирургическим осложнением после трансплантации почки, частота которого варьирует от 0,5 до 20%. Лимфоцеле относится к ранним (1-4 неделя) и поздним (4-12 неделя) осложнениям после трансплантации почки.

Обычно лимфоцеле не представляет из себя какой-либо угрозы и является просто находкой при выполнении УЗИ. Но иногда лимфоцеле достигает больших размеров и может сдавливать мочевые пути, тогда его пунктируют. Если пункция не эффективна, и плазма все-равно копится рядом с трансплантатом, то выполняют лапароскопическую операцию и дренируют лимфоцеле в брюшную полость.

Причинами развития этого осложнения может являться повреждение и недостаточное лигирование лимфатических сосудов трансплантата и реципиента во время операции и, как следствие, скопление лимфатической жидкости в забрюшинном пространстве.

Лимфоцеле у пациентов с пересаженной почкой представляет собой псевдокистозное образование с твердой фиброзной капсулой (рисунок 7).



а)

б)

Рисунок 7 — Эхограмма лимфоцеле:
а) малых размеров; б) больших размеров

4. Уринома

Мочевые затеки (уриномы) являются одним из встречаемых урологических осложнений в раннем послеоперационном периоде. Частота встречаемости мочевых затеков по данным анализа различных современных авторов варьирует от 1,6% до 6% и прогрессивно уменьшается. Установлено, что мочевые затеки встречаются реже у пациентов, где анастомоз был выполнен с использованием постоянного двойного J-мочеточникового стента.

Среди причин мочевых затек можно выделить: ишемический некроз мочеточника, преждевременное удаление уретрального и/или мочеточникового катетера, погрешности хирургической техники, такие как расхождение швов, перекручивание или перегиб мочеточника, некроз ишемизированной почечной паренхимы, перфорация паренхимы при установке двойного J-образного стента и повышение давления в мочевом пузыре (острая задержка мочеиспускания, нарушение пассажа мочи по уретральному катетеру).

Эхографически мочевой затек мало чем отличается от лимфоцеле, но имеет неправильную форму и располагается возле мочевого пузыря (рисунок 8).

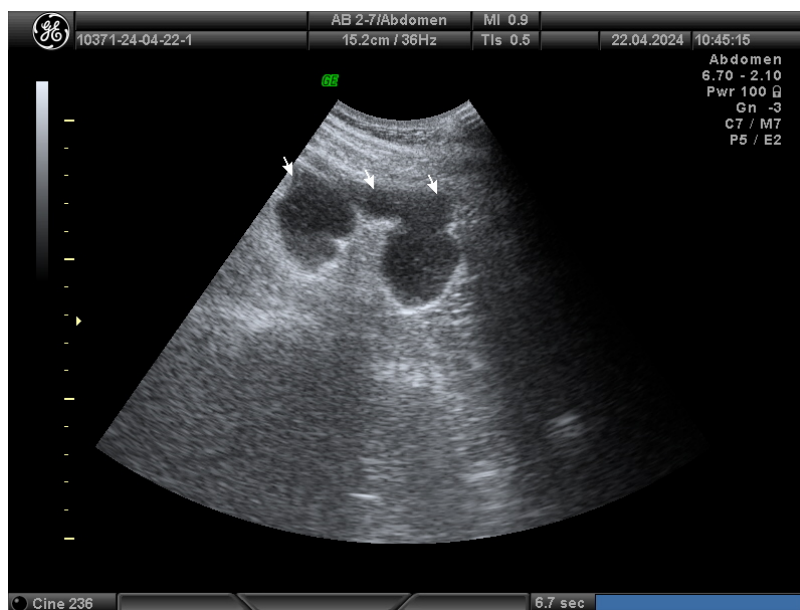


Рисунок 8 — Эхограмма уриномы

5. Гематома

При трансплантации почки гематомы встречаются в 4-8% случаев непосредственно в ранний послеоперационный период, могут также развиваться спонтанно или в результате биопсии (рисунок 9). Небольшие гематомы разрешаются самостоятельно. Большие гематомы могут вызывать смещение пересаженной почки и гидронефроз.

Кроме осложнений, характерных для пересаженной почки, таких как лимфоцеле, уринома и другие, для почечного трансплантата присущи и повреждения, характерные для нативных почек, например, травмы.

Согласно существующим патологическим классификациям выделяется пять степеней закрытых повреждений почек.

Степень I — ушиб почки, множественные кровоизлияния в паренхиме почки без макроскопических разрывов, ограниченная подкапсулярная гематома (рисунок 9).

Степень II — ограниченная периренальная гематома или разрыв коркового вещества на глубину менее 1 см, без экстравазации мочи.

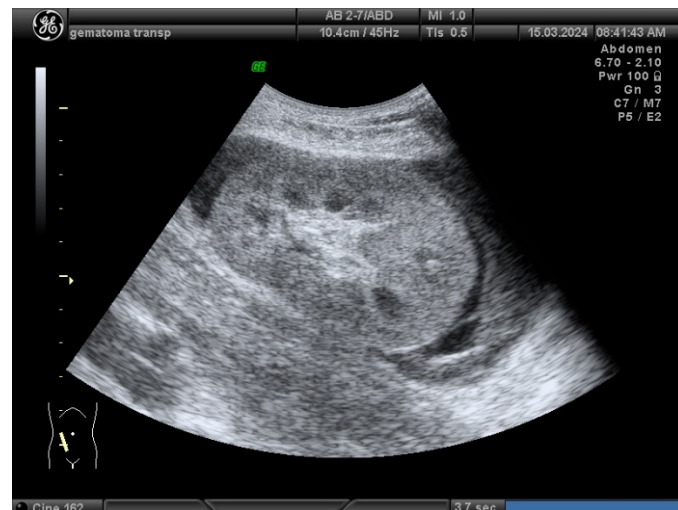
Степень III — разрыв коркового вещества на глубину более 1 см без проникновения в чашечно-лоханочную систему и экстравазации мочи.

Степень IV — разрыв паренхимы с распространением на медуллярное вещество и чашечно-лоханочную систему, повреждение и тромбоз сегментарных сосудов.

Степень V — множественные глубокие разрывы, размозжение почки, тромбоз почечной артерии, отрыв почки от почечной ножки.



а)



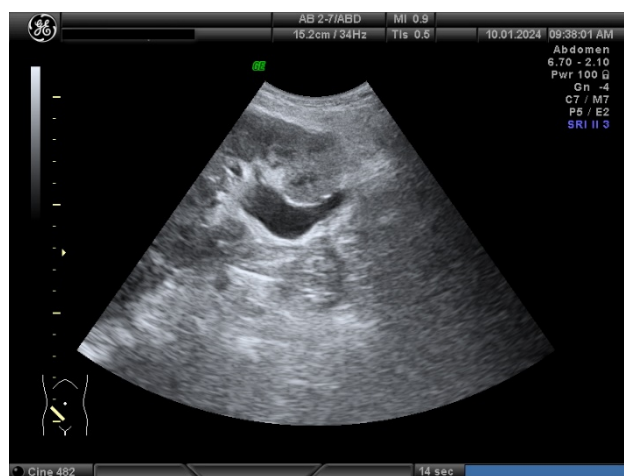
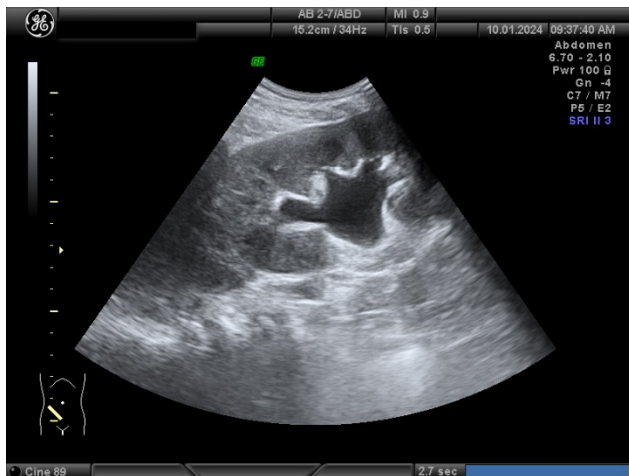
б)

Рисунок 9 — Эхограмма гематомы вследствие травмы трансплантата (вокруг трансплантата, субкапсулярно, определяется неоднородное жидкостное скопление с перегородками)

Почка — весьма активно кровоснабжаемый орган. Скопление сгустков или жидкой крови образовавшееся из-за разрыва кровеносных сосудов, называют гематомой. Причиной кровоизлияния является хрупкость, сложность и уязвимость функциональной ткани почки и околопочечных структур, особенно трансплантированной почки. При резком ударе о ребра или позвоночник (а именно такова механика нефротравмы) создается локальное давление такой силы, что мелкие кровоснабжающие сосуды буквально разрываются. В наиболее тяжелых случаях окружающие ткани пропитываются не только кровью, но и мочой (урогематома), что в итоге может привести к самым неблагоприятным последствиям (например, при развитии острого и агрессивно протекающего инфекционно-воспалительного процесса). Наиболее типичные ситуации, при которых современный человек получает непроникающую травму почки с последующим образованием гематомы — это дорожно-транспортные происшествия, падения на спину (с высоты, на скользком тротуаре и т.п.), драки, занятия спортом, нарушения техники безопасности и прочие производственные инциденты.

6. Гидронефроз трансплантата

Гидронефроз (hydronephrosis от греч. hydor-вода, nephros-почка) — заболевание, вызываемое нарушением оттока мочи из почки, характеризующееся расширением чашечно-лоханочной системы органа с последующей его атрофией (рисунок 10).



а)

б)

Рисунок 10 — Эхограмма гидронефроза трансплантата:
а) расширение чашечек и лоханки; б) расширение лоханки и верхней трети мочеточника

7. МКБ

Мочекаменная болезнь трансплантата может привести к обструкции мочевыводящих путей и повлечь такие осложнения, как гидронефроз, анурия, развитие мочевой инфекции, гидронефроз и дисфункция трансплантата. Возможность возникновения нефролитиаза зависит практически от множества причин, включая обструкцию мочеточника, качество шва, инфекцию и различные нарушения метаболизма. Нередко встречается проблема, связанная с нарушениями иннервации трансплантируемого органа, в связи с чем при обструкции мочевыводящих путей классических симптомов почечной колики обычно не возникает. Обнаружение закупоривающего камня как правило происходит во время обследования на предмет несостоятельности трансплантата, что в свою очередь приводит к задержке диагностики и обнаружения осложнений.

Последствия камней в трансплантате протекают гораздо тяжелее, чем у пациентов с собственными почками, поэтому подходы лечения конкрементов в пересаженной почке в целом соответствуют протоколам лечения в случае уролитиаза единственной почки.

Положение камней в чашечно-лоханочной системе почки значительно меняется изо дня в день, поскольку транспланты расположены относительно горизонтально, что затрудняет поиск и локализацию конкрементов (рисунок 11).



а)

б)

Рисунок 11 — Эхограмма камней трансплантата:
а) в верхней группе чашечек; б) в проекции лоханки

8. Кисты трансплантата

Киста почки – это образование с тонкой капсулой и жидкостным содержимым. Капсула кисты представлена соединительной тканью с эпителиальной выстилкой, а содержимое кисты представлено чаще всего прозрачной жидкостью, по сути — это то, что «отфильтровалось» из крови (это называется «первичная моча»).

Чаще всего киста – это результат закупорки почечного канальца, после которой он расширяется и заполняется различными вариантами содержимого. Чаще всего, в 70% случаев, киста почки не имеет никаких симптомов и является случайной находкой во время ультразвукового исследования.

При ультразвуковом исследовании простая киста выглядит как округлое анэхогенное образование с тонкой эхогенной капсулой и задним акустическим усилением. Киста трансплантата ничем не отличается по ультразвуковым признакам от кисты нативных почек (рисунок 12).

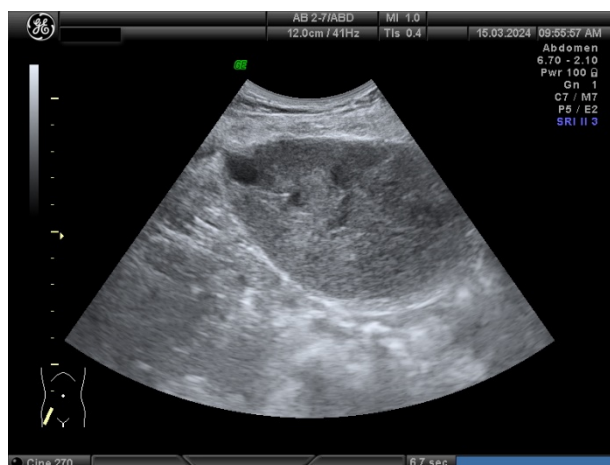


Рисунок 12 — Эхограмма кисты трансплантата

9. Апостематозный пиелонефрит

Патоморфологически представлен многочисленными мелкими абсцессами, располагающимися в основном в корковом веществе почек (при этом поражаются клубочковые структуры). При развернутой картине апостематозного гнойного процесса почка резко увеличена, контуры ее бугристые, дифференциация паренхимы-синус нарушена, так как синус сдавлен резко утолщенной отечной паренхимой. Эхографически в почке визуализируются множественные мелкие гипо- и анэхогенные очаги с неровным нечетким контуром. На ранних стадиях развития апостематозного пиелонефрита размер апостематозных очагов настолько мал, что как анэхогенные структуры не дифференцируются, создавая только диффузную неоднородность утолщенной паренхимы с нарушением кортико-медуллярной дифференциации (рисунок 13).

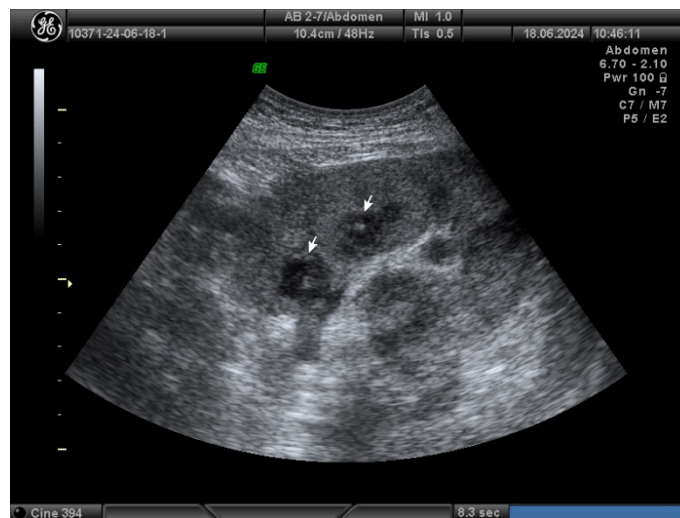


Рисунок 13 — Эхограмма гипоэхогенных очагов при апостематозном пиелонефрите (указаны стрелками)

10. Нефросклероз трансплантата

Нефросклероз (синоним: «сморщенная почка») — патологическое состояние, при котором ткань почки заменяется соединительной тканью, а сама почка уменьшается в размерах («сморщивается»), при этом нарушаются её функции вплоть до полного прекращения работы почки.

Эхографически нефросклероз проявляется уменьшением размеров пересаженной почки, неровностью контура, уменьшением толщины паренхимы. При том диффузно повышается эхогенность паренхимы, в результате чего почка может не дифференцироваться от окружающего паранефрия (рисунок 14).



Рисунок 14 — Эхограмма нефросклероза трансплантата

11. Гемостатическая губка

Губку гемостатическую применяют в качестве гемостатического средства для остановки кровотечений при хирургических вмешательствах для заполнения дефектов и остановки паренхиматозных кровотечений (рисунок 15).

Попадая в рану, губка приводит к слипанию тромбоцитов, что ведет к остановке кровотечения, а впоследствии самостоятельно рассасывается без следа (процесс занимает чаще 4-6 недель), так что удалять из раны ее не нужно.

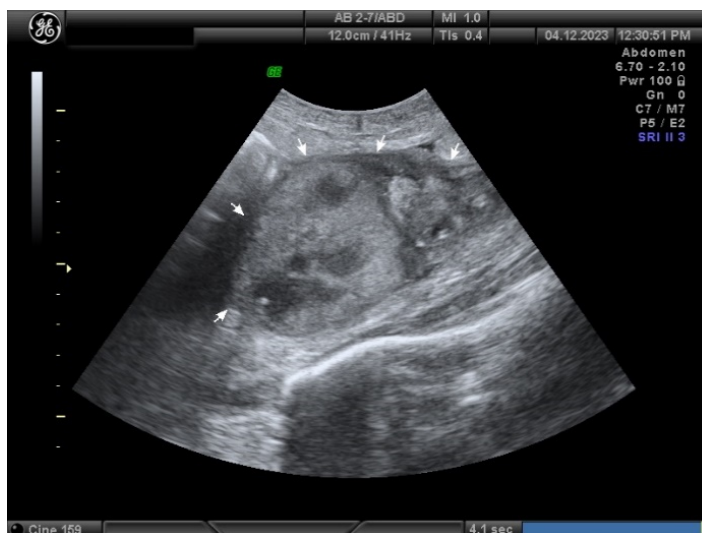


Рисунок 15 — Эхограмма гемостатической губки в ложе удаленного трансплантата (указана стрелками)

12. Острое отторжение трансплантата

Дисфункция трансплантата - симптомокомплекс, включающий в себя все патологические проявления почечной недостаточности.

Острое отторжение может развиваться на любом этапе трансплантации (обычно 1- 4 неделя). При ультразвуковом исследовании в серошкальном режиме характерны стереотипные изменения ультразвукового образа (рисунок 16а):

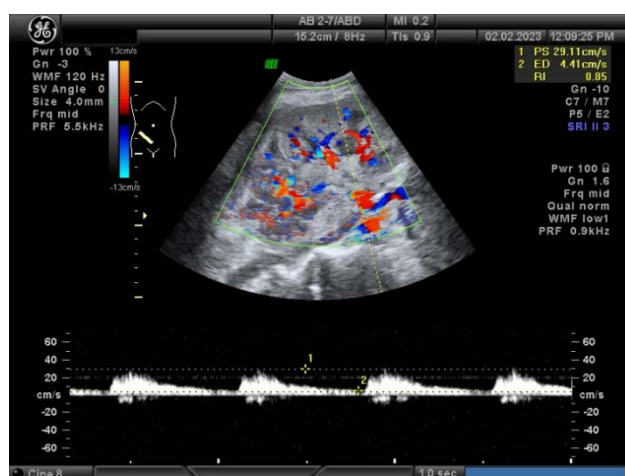
- увеличение объема почечного трансплантата (более 30% от исходного объема);
- утолщение паренхимы более 21мм;
- изменение эхогенности паренхимы (понижение или повышение);
- изменение кортико-медуллярной дифференцировки;
- выделение и увеличение пирамид (расширение основания);
- стертость центрального эхокомплекса.

При использовании режима ЦДК перфузия может иметь нормальный вид или может отмечаться диффузное снижение потока крови.

При использовании спектрального доплеровского картирования обнаруживается рост индекса резистентности (RI) больше 0.8 (рисунок 16б). Фиксируется отсутствие или реверсия диастолического потока при измерении на интрапаренхиматозных артериях (корректнее всего - на междолевых).



а)



б)

Рисунок 16 — Эхограммы острого отторжения трансплантата:
а) в серошкальном режиме; б) в режиме ЦДК и импульсно-волновой доплерографии

Хроническая трансплантационная нефропатия (хроническое отторжение трансплантата) - это прогрессирующий нефросклероз трансплантата, в формировании которого играют роль антиген-зависимые и/или неспецифические факторы, проявляющийся дисфункцией трансплантата. Одной из основных причин «потерь» трансплантированной почки в отдаленные сроки после трансплантации является прогрессирующая

хроническая дисфункция трансплантата с исходом в терминальную хроническую почечную недостаточность, обусловленную широким спектром патологий различной природы. Важнейшими из них признаются нефросклероз вследствие хронического нефротоксического эффекта ингибиторов кальциневрина и/или отторжение – позднее острое либо хроническое. Бесспорную роль играют также неспецифический тубулоинтерстициальный склероз и рецидив основного заболевания в трансплантате. Заболевания пересаженной почки в большинстве случаев характеризуются латентным течением и практически полным сходством клинико-функциональных проявлений. Именно поэтому верификация повреждения трансплантата и выявление его доминирующего патогенетического механизма в настоящее время возможны только методами прижизненной морфологической диагностики. При наличии разнообразных методов исследования только гистологическая картина трансплантата, наличие или отсутствие тех или иных структурных изменений позволяют объективно диагностировать патологию, контролировать эффективность терапии и, в определенной мере, прогнозировать функциональное состояние органа.

В настоящее время чрескожная пункционная биопсия аллотрансплантированных почек стала рутинным диагностическим методом. Общепринятым считается, что клинический диагноз отторжения почки и, соответственно, выбор лечения не могут быть правомочны без подтверждения результатами гистологического исследования биоптата трансплантированной почки. Его информативность составляет 92,8%, а серьезное осложнение пункционной биопсии – кровотечение встречается крайне редко, с частотой не более 0,5%.

Заключение

Таким образом, в основе грамотного ультразвукового исследования почечного трансплантата лежат глубокие знания нормальной и ультразвуковой анатомии, технических вариантов выполнения самой операции пересадки требований к ультразвуковому исследованию трансплантата почки. Высокая эффективность ультразвукового исследования почечного трансплантата может быть достигнута при условии выполнения его протокола с использованием серошкального режима и доплерографических методов.

Ультразвуковое исследование в послеоперационном периоде проводится в определенной последовательности, которая включает оценку околопочечного пространства, топографию трансплантата, исследование в режиме цветовой и спектральной доплерографии с регистрацией гемодинамических показателей кровотока по почечным артериям и венам. Соблюдение этих принципов дает возможность диагностировать грозные осложнения, в том числе сосудистые тромбозы и стенозы посттрансплантационного периода.

Литература

1. Султанов, П.К. Анализ осложнений после трансплантации почки / П.К. Султанов, В.А.Хаджибаев, Д.Н. Эргашев и др. // Вестник экстренной медицины. – 2021. – Т.14. - №1. – С. 55.
2. Земко, В.Ю. Основные осложнения у пациентов после гетеротопической трансплантации почки / В.Ю.Земко, В.К. Окулич, А.М. Дзядзько // Клиническая иммунология. – 2022. – №3. – С.84.
3. Калачик, О.В. Трансплантация почки: основные хирургические методы, ультразвуковая визуализация и минимально инвазивная коррекция патологии аллогraftа почки / О.В. Калачик, А.М. Федорук. – Минск: Парадокс, 2016. – С.7-8.
4. Капустин, С.В. Ультразвуковое исследование в урологии и нефрологии / С.В. Капустин, Р.Оуен, С.И.Пиманов. – М.: Умный доктор, 2017. – С.50.
5. Смоляр, А.Н. Закрытая травма живота. Повреждения почек. Часть 3 / А.Н. Смоляр // Хирургия. – 2016. – №6 – С.5-6.
6. Митьков, В.В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / В.В.Митьков. – М.: Издательский дом Видар-М, 2003. – С.240-242.
7. Безруков, Е.А. Урологические осложнения трансплантированной почки / Е.А.Безруков, М.А.Фирсов, В.С.Арутюнян и др. // Экспериментальная и клиническая урология. – 2023. – Т.16. – №4. – С.20-25.
8. Федорук, А.М. Основы ультразвукового исследования трансплантата почки / А.М. Федорук // Здравоохранение. – 2018. – №2. – 45-51.
9. Хамидова, Л.Т. Лимфоцеле ложа трансплантата: клиническое наблюдение / Л.Т. Хамидова, Д.Г.Авагян, А.Г.Балкаров и др. // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». – 2023. – №2. – С. 117
10. Khauli, R.B. Post-transplant lymphoceles: a critical look into the risk factors, pathophysiology and management / R.B., Khauli // Te J. of Urol. – 1993. – Vol.150(1). – P.22-26.

**Подписано в печать 01.10.2024г.
Формат 60X84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Ризография. Усл.-печ. л. 1,8.
Тираж 10 экз. Заказ № 8.**

**Отпечатано в ГУ “Республиканский научно-практический
центр радиационной медицины и экологии человека”
Свидетельство № 1/410 от 14.08.2014г.
246040, Гомель, ул. Ильича, 290**