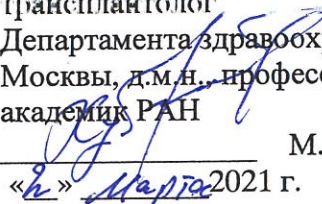


ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный
трансплантолог
Департамента здравоохранения города
Москвы, д.м.н., профессор,
академик РАН

 М.Ш.Хубутя
«12» марта 2021 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертный совет по науке
Департамента здравоохранения города
Москвы № 8
«02» апреля 2021 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ГИПОТЕРМИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНИРОВАННОЙ
ПЕРФУЗИИ ПОЧЕЧНОГО ТРАНСПЛАНТАТА

№ 29

Москва 2021

УДК 616.74-018.38-089.843:070.441

ББК 54.1/57.4

Организации-разработчики: Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы Городская клиническая больница имени С. П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы, ФГБОУ ДПО РМАНПО; Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»

Главный редактор

Шабунин А. В. – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный хирург и эндоскопист Департамента здравоохранения города Москвы, заведующий кафедрой ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, главный врач ГБУЗ Городская клиническая больница им. С. П. Боткина ДЗМ.

Составители: Дроздов П. А., заведующий отделением трансплантации органов и/или тканей человека ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ, к.м.н., врач-хирург.

Минина М. Г., руководитель Московского координационного центра органного донорства, д.м.н.

Нестеренко И. В. врач-хирург отделения трансплантации органов и/или тканей человека ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ, д.м.н., профессор

Макеев Д. А., врач-хирург отделения трансплантации органов и/или тканей человека ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ.

Пинчук А. В., руководитель отделения трансплантации почки и поджелудочной железы НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ, заведующий ОМО по трансплантологии ГБУ «НИИОЗММ» ДЗМ, д.м.н., врач-хирург.

Рецензенты: Зайратьянц О.В., д.м.н., профессор, Заслуженный врач Российской Федерации, заведующий кафедрой патологической анатомии ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России;

Милосердов И.А., к.м.н., заведующий отделением пересадки почки и печени ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России.

МР гипотермической оксигенированной перфузии почечного трансплантата: методические рекомендации / составители: А.В. Шабунин, П.А. Дроздов, М.Г. Минина [и др.]. – М.: ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, 2021. – 24 с.

Предназначение: Данные методические рекомендации предназначены для главных специалистов органов здравоохранения; руководителей медицинских организаций, врачей-хирургов, врачей-эндоскопистов

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы и не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения.

ISBN _____

© Коллектив авторов, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Обоснование необходимости применения гипотермической оксигенированной перфузии почечного трансплантата.....	7
Протокол применения гипотермической оксигенированной перфузии почечного трансплантата.....	14
Монографическое обоснование эффективности применения гипотермической оксигенированной перфузии почечного трансплантата.....	13
Непосредственные результаты применения гипотермической оксигенированной перфузии почечного трансплантата.....	20
Заключение.....	23
Список литературы.....	24

ВВЕДЕНИЕ

Трансплантация печени и почки является «золотым стандартом» лечения больных с терминальной стадией хронической почечной и печеночной недостаточности (Asch, 2016, Готье, 2019). В 2017 году во всем мире выполнено более 100 тысяч трансплантаций солидных органов, на трансплантацию почек приходится более половины выполненных пересадок, на втором месте находится трансплантация печени (World Health Organization Collaborating Center on Donation and Transplantation, 2018). Отдаленные результаты трансплантации постоянно улучшаются – в настоящее время 10-летняя выживаемость трансплантатов у реципиентов почки составляет 82%, печени – более 80% (Kim, 2018). Успехи трансплантации привели к тому, что листы ожидания на операцию год от года растут во всем мире (Morris, 2008, Готье, 2019). Прогрессирующий дефицит донорских органов привел к тому, что с целью увеличения количества операций в последнее время постоянно расширяются критерии для доноров почки (Gabriele, 2013). По мнению большинства зарубежных авторов, к донорам почки с расширенными критериями относятся доноры старше 60 лет или в возрасте 50-59 лет, имеющие два из трех нижеперечисленных критериев: гипертоническая болезнь, цереброваскулярная болезнь как причина смерти, повышение креатинина сыворотки крови более 132,7 мкмоль/л. (Morris, 2014). Отечественные трансплантологи также к этим критериям относят сахарный диабет 2-го типа в анамнезе, черепно-мозговую травму, осложненную травматическим или геморрагическим шоком как причину смерти, высокие дозы препаратов поддержки сердечной деятельности (допамин более 15 мкг/кг/мин, норадреналин более 1000 нг/кг/мин или мезатон и адреналин в стандартной дозировке) (Нестеренко, 2013). Необходимо отметить, что отдаленные результаты трансплантации почки от идеального донора и донора с расширенными критериями несколько отличаются. Так, 1- и 5-летняя выживаемость почечного трансплантата от идеального донора составляет 92 и 70% соответственно, а от донора с расширенными критериями – 80% и 44% соответственно (Gondos, 2014). Это различие объясняется худшей переносимостью холодовой ишемии органов от донора с расширенными критериями. Таким образом, в настоящее время усилия многих исследователей направлены на улучшение технологии консервирования донорских органов.

Исторически с 1970-х годов для консервации органов использовали статические методы. С начала 90-х годов для консервации стали использовать машинную перфузию, которая осуществляла постоянный ток консервирующего раствора через орган (Moers, 2009). Однако недавние систематический обзор и метаанализ, сравнивающий машинную перфузию с холодовым хранением, не дали убедительных доказательств преимущества машинной перфузии в отдаленных перспективах (Callaghan, 2013).

Снижение окислительного метаболизма и истощение аденозинтрифосфата (АТФ) является следствием недостатка кислорода при холодовой ишемии. Повторное введение кислорода в ишемический аллотрансплантат приводит к образованию и высвобождению активных форм кислорода, что приводит к повреждению клеток, данный процесс называют ишемически-реперфузионным повреждением (Saat, 2016).

Хотя потребление кислорода в тканях значительно снижается при температуре 4-10 °С, соответствующий метаболизм все еще наблюдается. Поэтому дальнейшие исследования были направлены на изучение эффективности дополнительной оксигенации при различных формах машинной перфузии. Дополнительный кислород может поддерживать митохондриальный синтез АТФ и, в свою очередь, задерживать процесс повреждения. Некоторые исследования показывают, что АТФ может быть восстановлен до нормального уровня с добавлением кислорода во время холодовой перфузии (Minor, 2005).

В настоящее время в литературе имеется большое количество экспериментальных исследований, проведенных на животных (свиньи – 8 исследований, собаки – 15 исследований, кролики – 1 исследование, крысы – 1 исследование). Данные исследований являются несколько противоречивыми, что связано, скорее всего, с широким временным периодом, за который они были проведены (1968 – 2016). Однако большинство исследователей приходят к выводу, что холодовая оксигенированная перфузия имеет преимущества как в ближайших, так и в отдаленных результатах трансплантации почки (Kron, 2016, Bunegin, 2013).

Также в доклинических исследованиях было установлено, что холодовая оксигенированная перфузия снижает частоту повреждения клеток и активацию макрофагов (Kalenski, 2016, Tolba, 2015). Полученные экспериментальные данные позволяют использовать данную технологию в клинических условиях. В настоящее время проводится несколько клинических исследований по оценке эффективности данной технологии при трансплантации печени и почки в клинических условиях. По предварительным данным, применение данной технологии позволяет достоверно снизить частоту отсроченной функции почечного трансплантата.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПОТЕРМИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНИРОВАННОЙ ПЕРФУЗИИ ПОЧЕЧНОГО ТРАНСПЛАНТАТА

Отсроченная функция почечного трансплантата определяется как необходимость проведения заместительной почечной терапии в посттрансплантационном периоде. По данным Боткинской больницы, отсроченная функция почечного трансплантата наблюдается у 26,3% реципиентов почечного трансплантата. По нашим данным, у 43% пациентов с отсроченной функцией трансплантата развиваются послеоперационные осложнения, тогда как при первичной функции – 13% ($p = 0,006$). Развитие послеоперационных осложнений достоверно увеличивает сроки нахождения больного в стационаре ($13,56 \pm 1,45$ против $28,35 \pm 3,11$, $p = 0,011$), ухудшает качество жизни пациентов, увеличивает стоимость лечения. Таким образом, отсроченная функция трансплантата представляет собой важную медицинскую, социальную и экономическую проблему.

Мы оценили влияние различных факторов риска на развитие отсроченной функции трансплантата. Данные анализа представлены в таблице 1.

Факторами риска, влияющими на развитие отсроченной функции трансплантата, по нашим данным являются: высокий индекс массы тела донора и время холодовой ишемии.

Таблица 1.

Влияние факторов риска на развитие отсроченной функции почечного трансплантата.

Фактор риска	Немедленная функция (n - 98)	Отсроченная функция (n - 35)	p
Возраст донора:			
< 50 лет	59	16	0,299
> 50 лет	39	19	
Возраст реципиента:			
< 50 лет	57	22	0,805
> 50 лет	41	13	
Пол реципиента:			
Мужской	59	22	0,784
Женский	39	13	
ИМТ донора:			
< 25	48	10	0,01
> 25	50	25	
ИМТ реципиента:			
< 25	49	16	0,701
> 25	49	19	
Время нахождения донора в стационаре:			
< 72 часов			0,299
> 72 часов	73 25	23 12	
Время холодовой ишемии:			
< 10 часов	56	14	0,039
> 10 часов	42	21	

Высокий индекс массы тела донора – немодифицируемый фактор риска, таким образом, снизить частоту развития отсроченной функции трансплантата возможно за счет сокращения времени холодовой ишемии либо за счет модификации статической холодовой консервации.

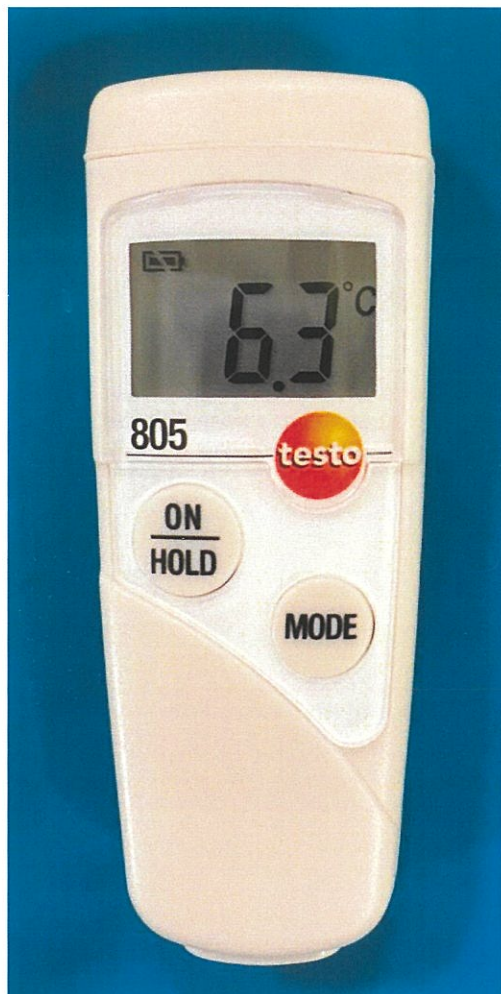
Время холодовой ишемии определяется от момента начала холодовой перфузии донора до момента помещения органа в рану реципиента. По данным Боткинской больницы, среднее время холодовой ишемии почечных трансплантатов составляет $612,33 \pm 178,88$ (133-1180) минуты. Это время складывается из следующих событий: завершение операции у донора, транспортировка органа в центр трансплантации, вызов реципиента, доезд реципиента до центра трансплантации, обследование реципиента, при необходимости проведение экстренного диализа, подготовка к операции, оперативный доступ, предтрансплантационная подготовка почечного трансплантата.

Большинство из этих событий в центрах трансплантации хорошо отработаны, занимают минимум времени – и дальнейшее сокращение временного периода невозможно: завершение операции у донора, транспортировка органа в центр трансплантации, вызов реципиента, обследование реципиента, подготовка к операции, оперативный доступ, предтрансплантационная подготовка почечного трансплантата. На два оставшихся события оказать влияние крайне сложно – доезд реципиента до центра трансплантации, необходимость в экстренном диализе. Таким

образом, резервов для значимого сокращения времени холодовой ишемии в настоящее время нет, поэтому необходимо внедрение новых технологий для защиты почечных трансплантатов во время холодовой ишемии.

ПРОТОКОЛ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПОТЕРМИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНИРОВАННОЙ ПЕРФУЗИИ ПОЧЕЧНОГО ТРАНСПЛАНТАТА

Гипотермическая оксигенированная перфузия почечного трансплантата выполняется в условиях операционной при строгом соблюдении правил асептики. В подготовке к процедуре участвуют два хирурга, перфузиолог и операционная сестра. Для перфузии органа используется аппарат искусственного кровообращения. Операционная сестра готовит стерильный стол с



набором инструментов для обработки трансплантата (back-table). Вскрывается набор стерильных магистралей и оксигенатор. Стерильные концы артериальной и венозной магистралей фиксируются на столике, венозная магистраль заправляется насосным сегментом в роликовый насос по направляющей стрелке, далее к этой магистрале присоединяется оксигенатор, магистраль датчика давления, к оксигенатору присоединяется трубка подачи кислорода. К выходу из оксигенатора присоединяется артериальная магистраль, по которой насыщенный кислородом консервант подается на back-table. Так называемые венозная и артериальная магистрали (которые обеспечивают, соответственно, забор и подачу раствора) надежно крепятся зажимами к столику и погружаются в стерильный таз, предварительно заполненный охлажденным консервантом в объеме 2-3 литров. Конец венозной магистрали во избежание подсоса воздуха утяжеляется зажимом. К артериальной магистрали крепится силиконовая конусообразная канюля. В консервант укладываются стерильные хладагенты, замороженные до -18°C объемом 1 литр. При помощи неконтактного термометра фиксируется температура раствора, целевой уровень составляет $4-6^{\circ}\text{C}$.

Затем включается насос – и контур заполняется раствором, проверяется на герметичность, проверяется работа датчика давления. После вытеснения воздуха и проверки системы устанавливается минимальная скорость вращения насоса (до 50 мл/мин). Включается подача кислорода к оксигенатору со скоростью 4 л/мин.

На следующем этапе извлекают упакованный почечный трансплантат из транспортного контейнера. Пакет после обработки антисептиком вскрывается, берется проба консервирующего раствора на стерильность. При необходимости берется пункционная биопсия. Почка погружается в емкость с консервантом и хладагентами. Проводится предварительная хирургическая обработка трансплантата, которая заключается в частичном освобождении почки от паранефрия, препаровки начальных отделов почечной артерии с аортальной площадкой и почечной вены. Проводится осмотр трансплантата, оцениваются внешний вид, сосудистая анатомия. Обработка почки во избежание ее согревания проводится в емкости с раствором. При этом раствор уже участвует в циркуляции через АИК, как описано выше. Перед подключением почки к контуру насос останавливается. В устье почечной артерии вводится мягкая силиконовая канюля, прикрепленная

ранее к артериальной магистрали, и фиксируется к аортальной площадке при помощи 2-3-х узловых или П-образных швов. Если почечных артерий две или более, канюлируют каждую при помощи Y-образного переходника. На минимальную скорость включается насос. Необходимая объемная скорость циркуляции консерванта зависит от гидростатического давления в артериальной магистрали. Скорость подачи консерванта постепенно увеличивается регулятором, пока не будет достигнуто целевое давление – 60 мм. рт. ст. Показатель скорости обычно лежит в пределах от 100 до 200 мл/мин. Перфузия трансплантата проводится в течение 2 часов. Процедура проводится под постоянным контролем хирурга. Необходимо контролировать герметичность соединения артериальной канюли и почечной артерии. Поток оттекающего из почки перфузата определяется при осмотре устья почечной вены. Температура раствора контролируется каждые 15 минут. По мере необходимости производят замену подтаявших хладагентов. В течение процедуры может определяться постепенное снижение давления в системе, что косвенно указывает на уменьшение сопротивления в микроциркуляторном русле почки. В таком случае потребуется коррекция скорости подачи консерванта для поддержания целевого уровня давления – 60 мм рт ст (рис. 1).

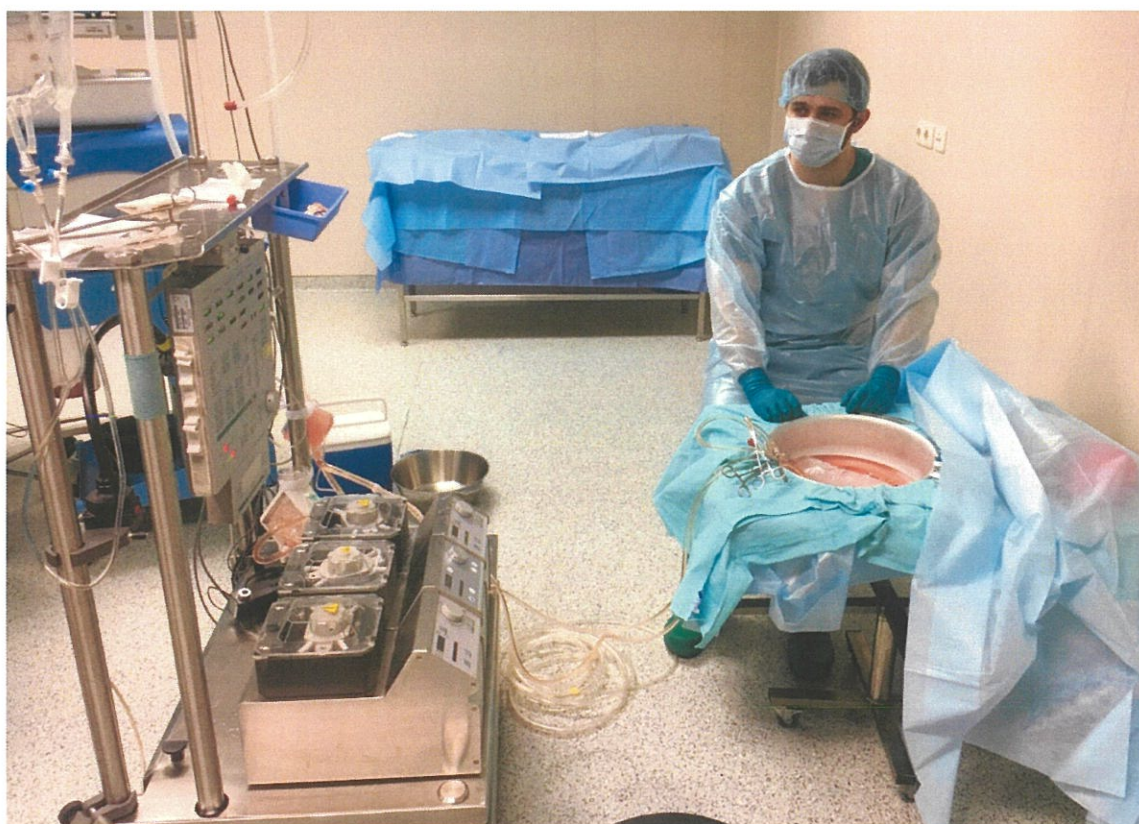


Рисунок 1. Проведение гипотермической оксигенированной перфузии почечного трансплантата

По истечении срока перфузии насос останавливается. Из почечной артерии удаляется канюля, магистрали удаляются с рабочего стола. Почка перекладывается в лоток с ледяной крошкой. Завершается хирургическая обработка почечного трансплантата по стандартной методике.

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПОТЕРМИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНИРОВАННОЙ ПЕРФУЗИИ ПОЧЕЧНОГО ТРАНСПЛАНТАТА

Для оценки эффективности гипотермической оксигенированной перфузии мы провели морфологическое исследование нефробиоптатов, взятых после изъятия и перед укладкой трансплантата в рану, и сравнили изменения с нефробиоптатами почечных трансплантатов без проведения перфузии. При световой микроскопии до перфузии определяли гиалинизированные клубочки, незначительное расширение капсулы Шумлянского – Буомана. Диффузная умеренно выраженная белковая дистрофия эпителия канальцев. Крайне скудная лимфоидная инфильтрация интерстиция (рис. 2).



Рисунок 2. Морфологическое исследование нефробиоптатов до гипотермической оксигенированной перфузии

После перфузии нами не зафиксировано значительных изменений в почечном трансплантате (рис. 3).

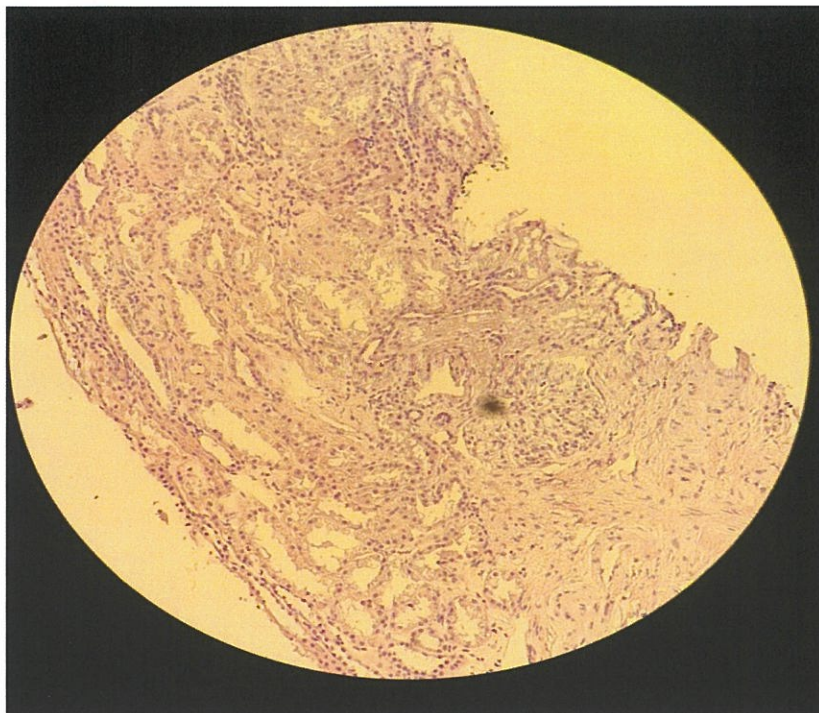


Рисунок 3. Морфологическое исследование нефробиоптатов после гипотермической оксигенированной перфузии

Для оценки состояния митохондрий мы провели **электронную микроскопию** нефробиоптатов до и после перфузии и сравнили результаты с изменениями нефробиоптатов без перфузии.

Без перфузии отмечали изменение ультраструктурной организации клеток, повреждение структур почки статической холодной консервацией (рис. 4, 5).

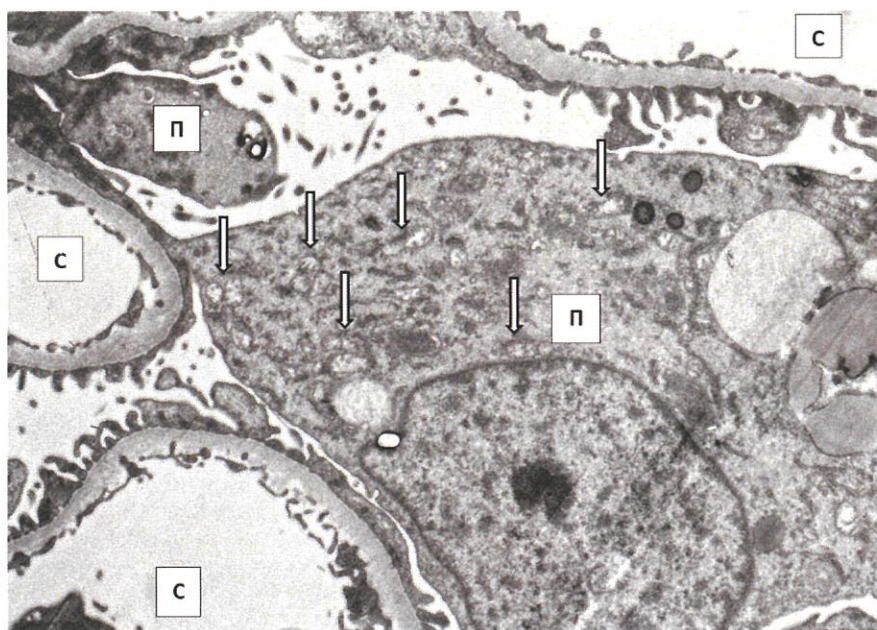


Рисунок 4. Фрагмент почечного клубочка в момент изъятия почечного трансплантата. В цитоплазме подоцита (П): мелкие митохондрии с частично сохраненными кристами (стрелки); короткие профили гранулярной цитоплазматической сети. С-капилляры. Ув. 9000

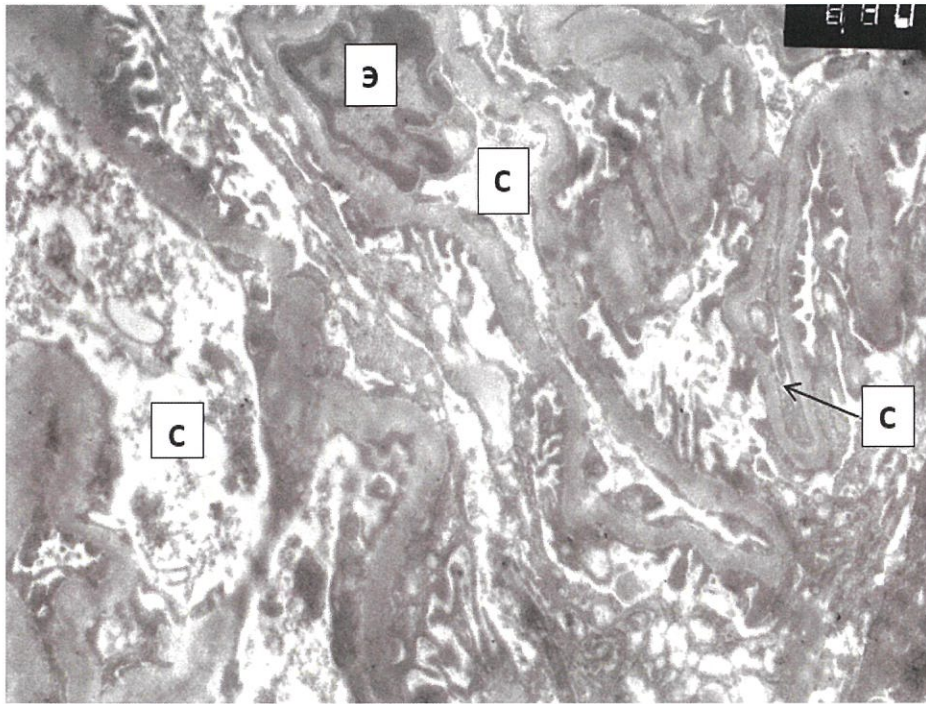


Рисунок 5. Просвет капилляров клубочка (С) – сужен и заполнен хлопьевидным содержимым. Эндотелиоцит (Э) с крупным ядром неправильной формы, с узким ободком цитоплазмы, клеточные органеллы не определяются. Ув. 9000

В группе больных, кому проводилась гипотермическая оксигенированная холодовая перфузия, после изъятия почечного трансплантата митохондрии определялись как в подоцитах почечного клубочка, так и в эпителиоцитах дистального и проксимального фрагментах нефрона (рис. 6, 7, 8).

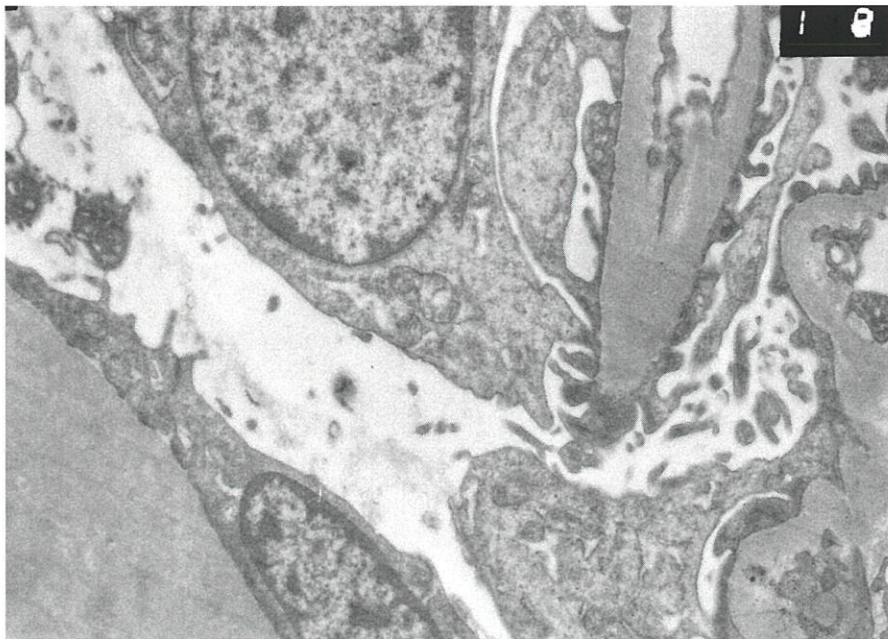


Рисунок 6. Фрагмент почечного клубочка до перфузии. В цитоплазме подоцита находятся мелкие митохондрии с частично сохранными кристами. Ув. 12 000

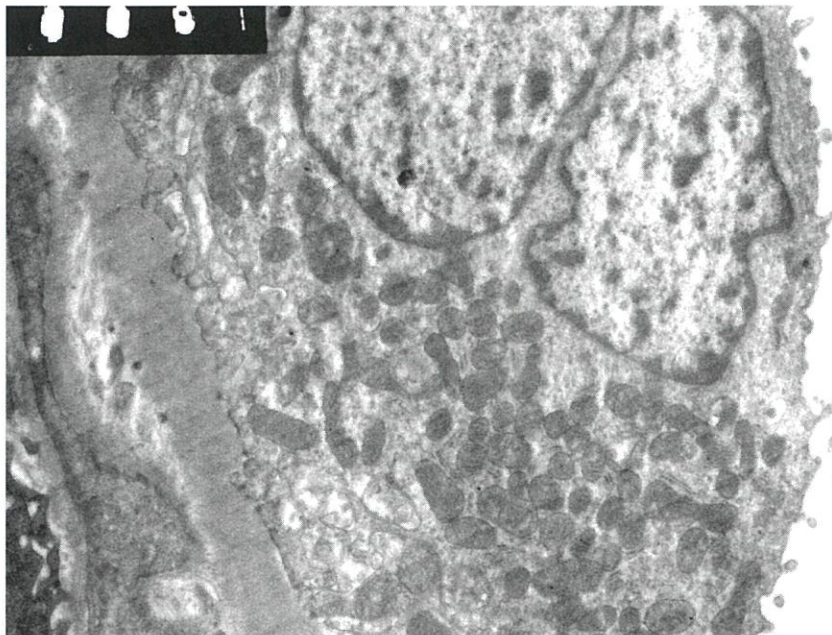


Рисунок 7. Дистальный фрагмент нефрона до перфузии. В цитоплазме эпителиоцита большое количество митохондрий с электронно плотным матриксом и сохраненными кристами. Ув 9000

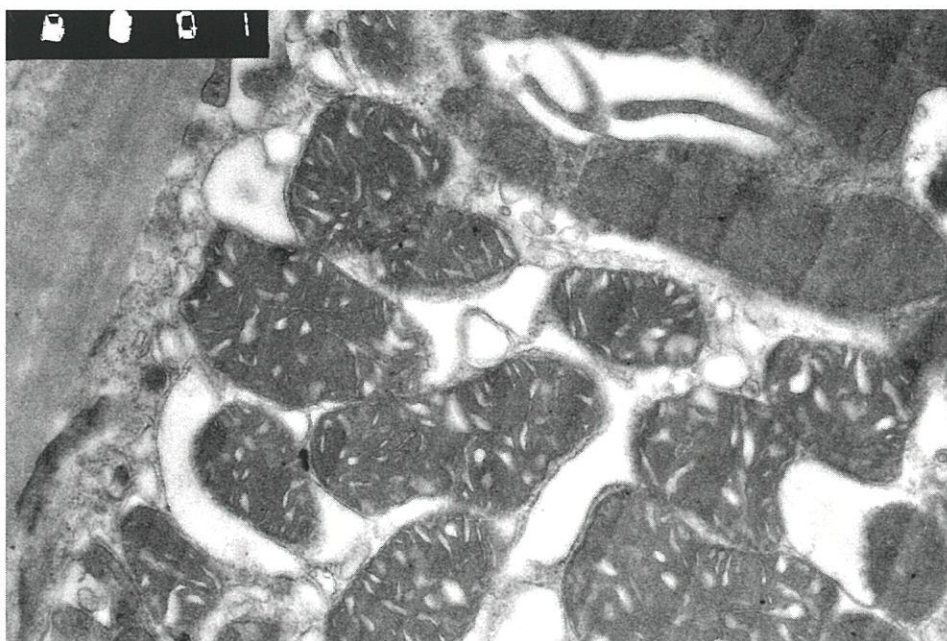


Рисунок 8. Проксимальный отдел нефрона (базальная часть) до перфузии. В расширенных мембранных складках находятся митохондрии с электронно плотным матриксом и плотными кристами. Ув. 17 000

После холодной перфузии в митохондриях клеток почечного клубочка, дистального и проксимального фрагментов нефрона определялись сохраненные кристы (рис. 9, 10, 11).

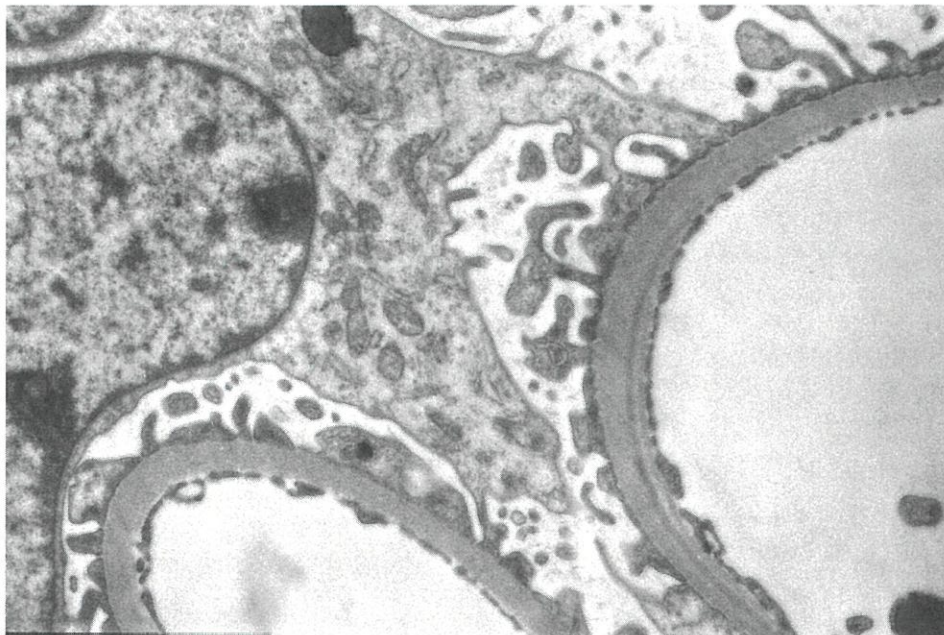


Рисунок 9. Фрагмент почечного клубочка. В цитоплазме подоцита находятся: мелкие митохондрии с частично сохраненными кристами, короткие профили гранулярной цитоплазматической сети. Ув. 12 000

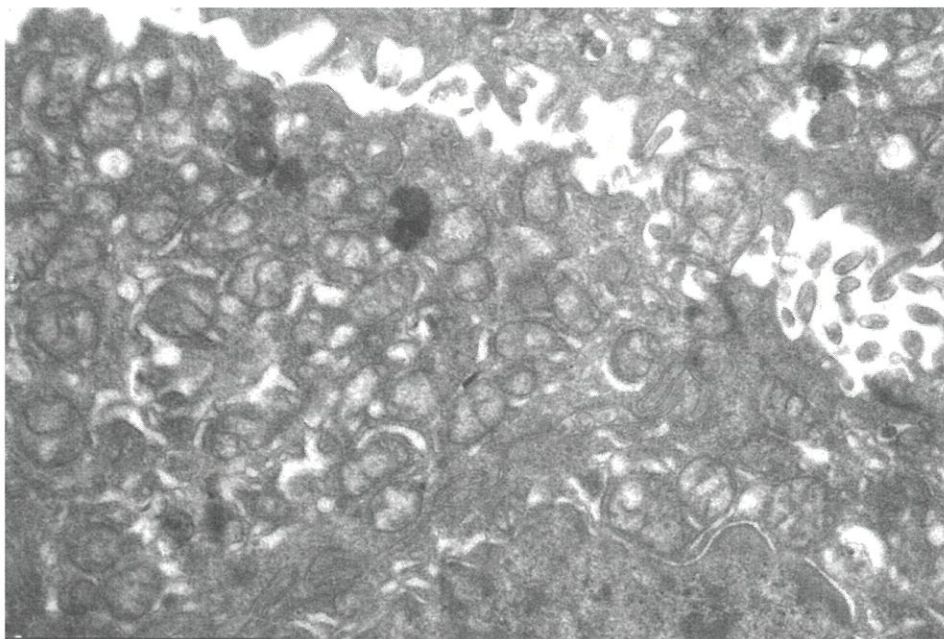


Рисунок 10. Дистальный фрагмент нефрона. В цитоплазме клетки большое количество митохондрий с сохраненными кристами. Межклеточные контакты сохранены. Ув. 14 000

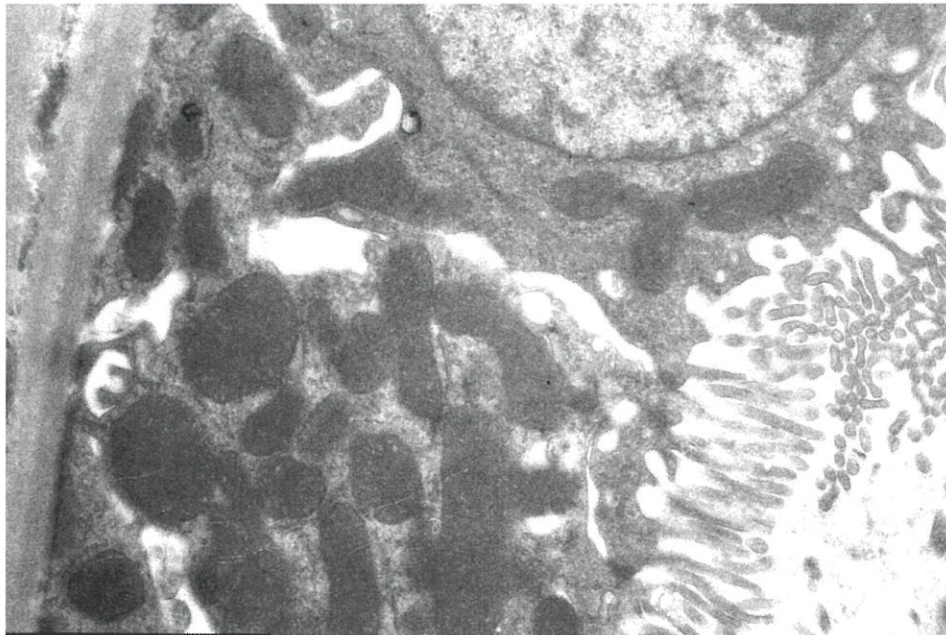


Рисунок 11. Проксимальный отдел нефрона. В мембранных складках находятся митохондрии с электронно плотным матриксом и плотными кристами. Щеточная кайма не изменена. Ув. 14 000

Таким образом, после проведения холодовой перфузии трансплантата сохраняются ассоциация эпителиальных клеток с базальной мембраной; целостность плазматической мембраны и мембран клеточных органоидов (ядра, митохондрий, структур лизосомального компартмента); структура ядерного хроматина. Ультраструктурная организация клеток нефрона до и после холодовой перфузии значительно не отличалась. Проведенный ультраструктурный анализ показал, что применение холодовой перфузии предотвращает митохондриальное повреждение, что может способствовать улучшению качества сохранения почки.

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПОТЕРМИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНИРОВАННОЙ ПЕРФУЗИИ ПОЧЕЧНОГО ТРАНСПЛАНТАТА

Мы обладаем опытом применения гипотермической оксигенированной перфузии почечного трансплантата у 10 пациентов. Во всех случаях почечный трансплантат был получен от донора с расширенными критериями. Характеристики доноров представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Характеристика доноров почечного трансплантата

Показатель	n - 10
Средний возраст донора	61,35 ± 11,54 (59-71)
Средний креатинин донора	135,35 ± 33,38 (89-210)
Прессоры донора, %	100
Гипертоническая болезнь в анамнезе, %	90
Сахарный диабет в анамнезе, %	50

Характеристика оперативных вмешательств по трансплантации почки представлена в таблице 3.

Таблица 3.

Характеристика оперативных вмешательств по трансплантации почки

Показатель	n - 10
Среднее время статической холодовой консервации	423,11 ± 110,24 (311-525)
Среднее время гипотермической оксигенированной перфузии	179,34 ± 21,48 (150-210)
Среднее время тепловой ишемии	27,35 ± 21,48 (150-210)
Среднее время операции	211,36 ± 37,27 (170-260)
Средняя кровопотеря	104,36 ± 21,84 (50-200)

Непосредственные результаты операций представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Непосредственные результаты оперативных вмешательств по трансплантации почки

Показатель	n - 10
Послеоперационные осложнения	1 (10%)
Функция трансплантата: немедленная	9
отсроченная	1
Средний койко-день	14,24 ± 1,46 (10-15)
Летальность	0

Далее мы сравнили характеристики оперативных вмешательств и непосредственные результаты больных, чьи почечные трансплантаты подверглись гипотермической оксигенированной перфузии, с ретроспективной группой больных, чьи трансплантаты сохранялись помощью статической холодовой консервации. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Сравнительная характеристика оперативных вмешательств и их результатов у пациентов, трансплантаты которых подвергались статической холодовой консервации и гипотермической оксигенированной перфузии

Показатель	Гипотермическая оксигенированная перфузия (n – 10)	Статическая холодовая консервация (n – 133)	p
Среднее время статической холодовой консервации, мин.	423,11 ± 110,24 (311-525)	612,33 ± 178,88 (133-1180)	0,012
Среднее время гипотермической оксигенированной перфузии, мин.	179,34 ± 21,48 (150-210)	0	0,00001
Среднее время тепловой ишемии, мин.	27,35 ± 2,27 (23-41)	28,45 ± 1,94 (21-43)	0,846
Среднее время операции, мин.	211,36 ± 37,27 (170-260)	226,27 ± 45,27 (190-300)	0,637
Средняя кровопотеря, мл	104,36 ± 21,84 (50-200)	101,36 ± 15,46 (50-210)	0,942
Послеоперационные осложнения	1 (10%)	30 (22,5%)	0,04
Функция трансплантата: <i>немедленная</i> <i>отсроченная</i>	9 1	98 35	0,005
Средний койко-день	14,24 ± 1,46 (10-15)	19,45 ± 2,83 (14-35)	0,036
Летальность	0 (0%)	1 (0,7%)	0,361

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в настоящее время морфологические данные демонстрируют эффективность гипотермической оксигенированной перфузии в сохранении митохондрий, что, в свою очередь, снижает риск развития ишемически-реперфузионного повреждения почечного трансплантата после пуска кровотока. Морфологические находки подтверждаются клиническими данными, которые в настоящее время показывают достоверное снижение частоты развития отсроченной функции трансплантата, послеоперационных осложнений и среднего послеоперационного койко-дня. Необходимо отметить, что использование процедуры гипотермической оксигенированной перфузии увеличивает стоимость оперативного вмешательства за счет необходимости использования дополнительных объемов консервирующего раствора и расходных материалов, а также требует привлечения дополнительного медицинского персонала. Однако снижение частоты послеоперационных осложнений и среднего койко-дня после операции снижает стоимость лечения данной группы пациентов. В дальнейшем необходимо проведение дополнительных исследований для определения экономической эффективности данного метода консервации органов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Moers C., Smits J. M., Maathuis M-H. J., et al. Machine perfusion or cold storage in deceased-donor kidney transplantation // *New England Journal of Medicine*. – 2009. – Т. 360. – №. 1. – С. 7-19.
- 2 De Deken J., Kocabayoglu P., Moers C. Hypothermic machine perfusion in kidney transplantation // *Current opinion in organ transplantation*. – 2016. – Т. 21. – №. 3. – С. 294-300.
- 3 Kataria A. et al. Machine perfusion in kidney transplantation // *Current opinion in organ transplantation*. – 2019. – Т. 24. – №. 4. – С. 378-384.
- 4 Столяр А. Г. и др. Улучшение результатов трансплантации почки // *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. – 2015. – Т. 16. – №. 4. – С. 55-61.
- 5 Ватазин А. В., Зулькарнаев А. Б., Степанов В. А. Анализ выживаемости пациентов в листе ожидания трансплантации почки с позиции конкурирующих рисков // *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. – 2019. – Т. 21. – №. 1. – С. 35-45.
- 6 Готье С. В., Хомяков С. М. Донорство и трансплантация органов в Российской Федерации в 2016 году IX сообщение регистра Российского трансплантологического общества // *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. – 2017. – Т. 19. – №. 2. – С. 6-26.
- 7 Хубутя М. Ш. и др. Сосудистые осложнения после трансплантации почки // *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. – 2014. – Т. 15. – №. 4. – С. 31-39.
- 8 Хубутя М. Ш., Шмарина Н. В., Дмитриев И. В. 11-летний опыт повторной трансплантации почки у пожилых реципиентов в НИИ СП им. Н. В. Склифосовского // *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. – 2019. – Т. 21. – №. 2. – С. 31-38.