

Д. Н. Садовский¹, О. В. Калачик¹, Г. В. Жук¹, А. А. Маханек²,
И. И. Пикиреня³, А. М. Шестюк⁴, А. В. Величко⁵

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ПОДАЧИ КОНСЕРВИРУЮЩЕГО РАСТВОРА И УДАЛЕНИЯ ЭФФЛЮЕНТА ПРИ ЭКСПЛАНТАЦИИ ПОЧЕК У УМЕРШЕГО ДОНОРА

УЗ «9-я городская клиническая больница», г. Минск¹,
ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова» НАН Беларуси²,
ГУО «БелМАПО»³,
УЗ «Брестская областная больница»⁴,
ГУ «Республиканский научно-практический центр
радиационной медицины и экологии человека»⁵

Температурный фактор влияет на возникновение отсроченной функции трансплантата почки.

С целью уменьшения нагревания консервирующего раствора во время флешинга и повышения эффективности афферентной и эфферентной магистралей для подачи раствора и отведения эффлюента были разработаны усовершенствованные модели. На этапе эксплантации органов при применении разработанных афферентной и эфферентной линий в сочетании с оригинальными канюлями для перфузии органов, снизилось нагревание раствора НТК, повысилась эффективность магистралей.

Ключевые слова: консервирующий раствор, магистраль для перфузии, канюля для перфузии органа, трансплантация почки.

**D. N. Sadovskiy, O. V. Kalachik, G. V. Zhuk, A. A. Makhaneck,
I. I. Pikirennya, A. M. Shestyuk, A. V. Velichko**

IMPROVEMENT OF THE WAY OF SUPPLY OF THE PRESERVING SOLUTION AND EFFLUENT'S REMOVAL AT THE EX-PLANTATION OF KIDNEYS AT THE DEAD OF THE DONOR

Temperature is a factor that influence on appearance of delayed kidney graft function.

The upgraded models of lines were developed for decreasing of preservation solution warming during flashing and increasing of effectiveness of lines for flashing.

In case of applying of created afferent and efferent lines in combination with original cannulas for organ perfusion the warming of HTK solution decreased and effectiveness of lines increased.

Key words: preservation solution, line for perfusion, cannula for organ perfusion, kidney transplantation.

Результаты трансплантации почки зависят от эффективности консервации донорского органа во время эксплантации. Она достигается путем

перфузии органов (флешинга), охлажденным консервирующим раствором (КР) с целью замедления процессов метаболизма в них. Известно, что во время

этой манипуляции, из-за воздействия тепла окружающей среды, заранее охлажденный консервирующий раствор нагревается в магистрали, по которой он подводится к внутренним органам [5].

Применяемые при перфузии органов афферентные магистрали или линии (от англ. *lines*) в трансплантационных центрах Республики Беларусь, представляют собой пластмассовые трубки из поливинилхлорида (ПВХ), с коннекторами без специальных канюль различных зарубежных производителей [7, 8, 10]. Для отведения эфлюента также используются универсальные пластмассовые трубки, на проксимальном конце которых, хирургом случайным образом во время операции наносится перфорация. Эти магистрали используются многократно после соответствующей обработки и стерилизации.

Практическое использование показало ряд недостатков, снижающих эффективность применения таких моделей. Происходит антеградная дислокация приводящей магистрали после размещения ее в аорте донора из-за высокого давления крови в этом сосуде. В некоторых случаях, при введении коннектора без канюли в аорту повреждается ее стенка, и консервирующий раствор не поступает в просвет сосуда. В такой ситуации необходимо повторить процедуру канюляции аорты. Также при заведении торцевого отверстия коннектора выше устьев почечных артерий происходит неадекватная перфузия почек. При оттоке эфлюента происходит закрытие перфораций и просвета трубки стенками нижней полой вены из-за падения давления в ее просвете, что нарушает отток крови и эфлюента из вен, отходящих от почек и других внутренних органов выше места введения магистрали. В этом случае хирургу бригады мультиорганного забора приходится вручную расправлять стенку венозного сосуда вокруг трубки или торцевого отверстия. При фиксации лигатурой афферентной магистрали в нижней полой вене также нередко стенки венозного сосуда ускользают из под лигатуры ввиду отсутствия выступов на трубке, что требует повторной фиксации.

Подобные ситуации приводят к ухудшению перфузии органов и развитию их тепловой ишемии [6, 9], что в дальнейшем отрицательно влияет на начальную функцию трансплантата.

Кроме этого, многократное использование металлических зажимов для контроля тока жидкости и многократная стерилизация линий повреждает их, поскольку неблагоприятно сказывается на структуре материала, из которого они изготовлены.

Проведенное [1] нами ранее экспериментальное численное моделирование температуры охлаждения консервирующего раствора и почки до и во время ее перфузии на этапе эксплантации показало, что одним из наиболее эффективных способов снижения температуры почки и, следовательно, уменьшения неблагоприятного эффекта от воздействия теплового фактора, является предварительное охлаждение трубки, подводящей консервирующую жидкость к почке при условии создания ее адекватной теплоизоляции. Предложено использовать для этой цели двухпросветную

трубку, внешний (кольцевой) канал которой заполнен воздухом. Доказано, что обеспечение более низкой температуры перфузирующего раствора на входе в почку, влияет на среднюю температуру самой почки на этапе эксплантации. Установлено, что охлаждение трансплантата почки до температуры ниже 13,4 °С достоверно ассоциировано с уменьшением количества ранних дисфункций трансплантатов почки [5].

Все вышеизложенное свидетельствует о значительной важности соблюдения температурного режима при эксплантации органов для профилактики развития отсроченной функции почечного трансплантата и указывает на необходимость практического решения этой проблемы с учетом полученных нами сведений.

Цель: разработать усовершенствованные линии подачи КР и отведения эфлюента при перфузии органов на этапе их эксплантации у умершего донора для уменьшения нагревания консервирующего раствора и повышения эффективности линий.

Материалы и методы

Во время забора органов производилось измерение температуры консервирующего раствора путем введения стерильного игольчатого дистанционного термодатчика термометра производства HANNA Instruments (США), через дополнительную мембрану в пакете с раствором. Затем стерильная, охлажденная в транспортировочном контейнере, экспериментальная модель аортальной линии присоединялась к пакету с консервирующим раствором и заполнялась им. После этого производилась термометрия вытекающего раствора путем введения стерильного игольчатого дистанционного термодатчика термометра в просвет линии.

Донорами трансплантата почки являлись пациенты с констатированной смертью мозга, находившиеся в отделениях реанимации и интенсивной терапии учреждений здравоохранения Республики Беларусь. Доноры разделены на две группы: в группе № 1 (группа сравнения, $n = 8$) применяли стандартные линии; в группе №2 (исследуемая группа, $n = 8$) применялись усовершенствованные афферентная и эфферентная линии. Выполнено 16 заборов органов. Мультиорганый забор состоялся в 6 случаях, изолированный забор почек в 10 случаях. Средний возраст доноров составил 44,1(9,8) года. Причиной смерти в 4 случаях была тяжелая черепно-мозговая травма, в 12 случаях острое нарушение мозгового кровообращения. Эксплантация органов производилась по стандартной методике, описанной в «Клиническом протоколе трансплантации почки», утвержденном приказом Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 05.01.2010 г. № 6. В заборе органов участвовали 5 хирургов. Результаты применения линий получены путем анкетирования.

Статистический анализ проводился с использованием непараметрических методов. Средние величины показаны как медиана с 25% и 75% квартильным интервалом – Me (25;75), среднее арифметическое

❑ Оригинальные научные публикации

со средним квадратичным отклонением – $M(SD)$. Сравнение количественных величин выполнялось с использованием Mann-Whitney. При значениях $p < 0,05$ результаты считались статистически значимыми.

Результаты и обсуждение

По нашему техническому заданию и согласно чертежам полезных моделей афферентной и эфферентной линий [3, 4] на СП ООО «ФреБор» (г. Борисов, Республика Беларусь) были разработаны и изготовлены экспериментальные образцы.

Особенность разработанной нами афферентной (артериальной) линии заключается в том, что она имеет двухпросветное строение, внешний (кольцевой) канал которой заполнен воздухом. Существующее пространство с воздухом толщиной 2 мм между внешним и внутренним контуром магистрали дает возможность значительно уменьшить нагревание перфузирующего раствора протекающего по внутреннему контуру. Это позволяет охлаждать органы в пределах необходимого температурного режима [5].

К линии в заводских условиях присоединена разработанная нами оригинальная канюля для перфузии органов при эксплантации [2] (рис. 1).

При введении в аорту донора ребристая поверхность данной канюли позволяет фиксировать глубину ее введения и препятствует смещению после перевязки лигатурой в просвете аорты. Двухпросветная и перфорированная структура канюли при введении в аорту сохраняет возможность перфузии сосудов, отходящих выше места фиксации лигатурой канюли, даже при условии расположения торцевого отверстия канюли выше устьев почечных сосудов. Такой принцип работы канюли позволяет не выделять нижележащий участок аорты для введения канюли в случае наличия нижних полюсных почечных артерий, что сокращает время операции.

В одном случае при наличии нижнеполюсной левой почечной артерии не понадобилось дополнительной мобилизации участка аорты, двухпросветная перфорированная структура канюли позволила качественно «отмыть» участок кровоснабжения нижней полюсной артерии. Длины линии оказалось достаточно для расположения в операционном поле и соблюдения нормы высоты в 120–140 см над уровнем до-

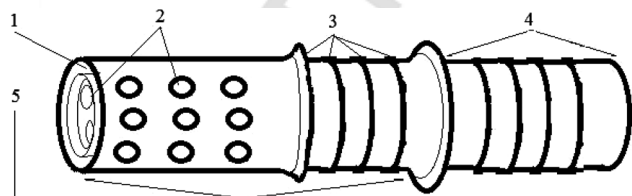


Рисунок 1. Канюля для перфузии органов при эксплантации у умершего донора: 1 – пространство между наружной и внутренней трубками канюли; 2 – перфоративные отверстия; 3 – ребристая поверхность для фиксации в кровеносном сосуде; 4 – часть канюли с ребристой поверхностью для фиксации в линии; 5 – часть канюли, вводимая в кровеносный сосуд

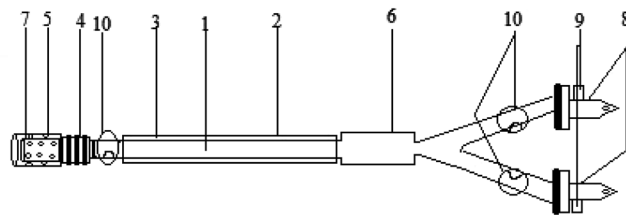


Рисунок 2. Схема линии для введения в аорту умершего донора для перфузии органа при эксплантации: 1 – трубка внутренняя; 2 – трубка наружная; 3 – пространство с воздухом; 4 – ребристая поверхность канюли; 5 – канюля для перфузии органа; 6 – накопительный резервуар; 7 – пространство между внутренней и наружной трубками канюли; 8 – иглы; 9 – воздушные клапаны; 10 – зажим

нора, а также в условиях различной площади операционных и количества бригад забора (кардиологическая, торакальная, абдоминальная). Схематичное изображение афферентной магистрали для подачи КР в комплекте с оригинальной канюлей приводится на рис. 2.

До начала флешинга, после фиксации канюли в аорте, существующее давление крови воздействует на КР в афферентной линии и на стенки аорты, растягивает их и вокруг канюли образуется пространство с кровью. В процессе введения перфузирующего раствора давление крови, и в последующем, замещающий кровь КР в аорте также действует на поток раствора, выходящего из торцевого отверстия канюли. Консервирующий раствор направляется из внутренней трубки канюли через перфоративные отверстия внутренней и наружной трубок канюли в разные стороны (рис. 3).

Особенность эфферентной (венозной) линии, которую вводят в нижнюю полую вену умершего донора при перфузии органов во время эксплантации, заключается в наличии канюли для оттока эфлюента. Она имеет схожее строение с артериальной канюлей, но отличается от нее большим диаметром. При введении «венозной» канюли достигается фиксированная глубина проникновения в нижнюю полую вену. Сохраняется возможность оттока крови и консервирующего раствора из сосудов, отходящих краниальнее места фиксации лигатурой канюли, даже при «залипании»

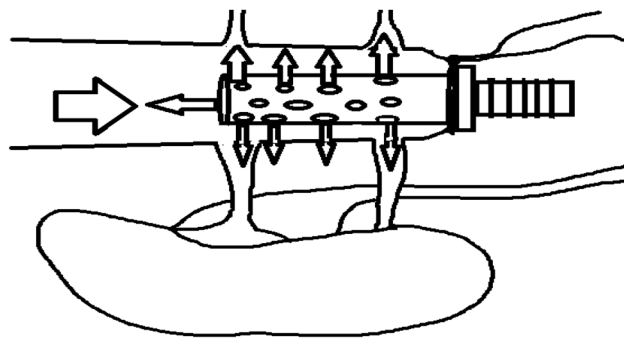


Рисунок 3. Канюля для перфузии органа при эксплантации, введенная в аорту торцевым отверстием за устья почечных артерий (большая стрелка указывает давление крови, меньшие стрелки указывают поток перфузирующего раствора)

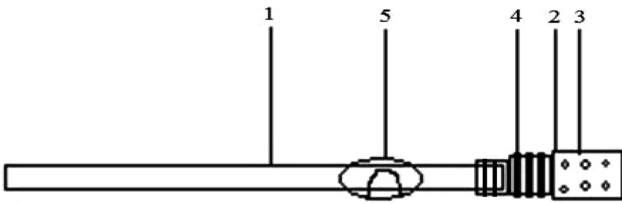


Рисунок 4. Схема линии для введения в нижнюю полую вену умершего донора для обеспечения оттока эфлюента при перфузии органа во время эксплантации: 1 – трубка; 2 – канюля для перфузии органа; 3 – перфорированная двухпросветная часть канюли; 4 – ребристая поверхность канюли; 5 – зажим

перфораций наружной трубки канюли, благодаря предусмотренному пространству между внутренней и наружной стенками канюли (рис. 4).

Линии стерилизуются и асептично упаковываются в заводских условиях для однократного использования, что позволяет снизить вероятность микробной контаминации, возникающей при многократном использовании магистралей.

При анализе данных температур выявлены статистически значимые отличия в группах. Применение предложенных линий в группе сравнения было ассоциировано со статистически значимым снижением температуры КР в афферентной магистрале по сравнению с группой исследования при том, что температура раствора в упаковке между группами не отличалась (таблица).

Таблица. Динамика температуры КР в группах

Температура КР	Группа 1, n = 8	Группа 2, n = 8	p
В упаковочной емкости, °С	5,6(5,2;6,55)	5,85(4,8;6,4)	1,0
В артериальной (афферентной) магистрале, °С	7,65(7,1;8,6)	6,35(5,15;6,8)	0,007

Также применение канюль у афферентной и эфферентной линии позволяет снизить время процедуры флашинга в среднем на 2 минуты, что зафиксировано в наших предыдущих исследованиях [1].

Линия для введения в нижнюю полую вену использована также в восьми заборах органов. Во всех случаях в течение флашинга не отмечалось затруднений с оттоком эфлюента. Канюля быстро, легко и надежно фиксировалась лигатурой в просвете вены за ребристую поверхность. Пластиковый зажим на магистрали полностью пережимал ее просвет. Линия имела достаточную длину для расположения в операционном поле и помещения ее в резервуар приема эфлюента.

Выводы

1. Усовершенствованная афферентная линия для перфузии органов у умерших доноров позволяет предотвратить нагревание перфузирующего раствора во время флашинга.

2. Комплекты, включающие в свой состав афферентную и эфферентную линии и канюли для перфузии органов, позволяют эффективно без технических

трудностей фиксировать магистрали в просвете сосудов и обеспечивают устойчивую подачу КР и отток эфлюента.

3. Полезные модели линий для перфузии органов при эксплантации у умерших доноров перспективны для разработки на их основе импортозамещающих изделий медицинского назначения для применения в трансплантологии.

Литература

1. Влияние оптимизации температурного фактора на начальную функцию трансплантата почки / Д. Н. Садовский [и др.] // Медицинский журнал. – 2015. – №4. – С. ?.

2. Канюля для перфузии органа при эксплантации: пат. 18199 Респ. Беларусь, МПК А61М31/00 / Д. Н. Садовский, О. В. Калачик; заявитель Учреждение здравоохранения «9-я городская клиническая больница» – № а 20121509; заявл. 2012.10.30; опубл. 30.04.14 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 2. – С. 56.

3. Линия для введения в аорту умершего донора для перфузии органа при его эксплантации: пат. 10762 U Респ. Беларусь, МПК А61М31/00 / Д. Н. Садовский, О. В. Калачик, А. А. Маханек; заявитель Учреждение здравоохранения «9-я городская клиническая больница» – № u 20140458; заявл. 2014.12.16; опубл. 30.08.15 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2015. – № 4. – С. 130–131.

4. Линия для введения в нижнюю полую вену умершего донора для перфузии органа при его эксплантации: пат. 10761 U Респ. Беларусь, МПК А61М31/00 / Д. Н. Садовский, О. В. Калачик, А. А. Маханек; заявитель Учреждение здравоохранения «9-я городская клиническая больница» – № u 20140457; заявл. 2014.12.16; опубл. 30.08.15 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2015. – № 4. – С. 130.

5. Садовский, Д. Н. Температурный фактор при эксплантации и консервации аллогraftа почки от донора со смертью мозга, как фактор предиктор отсроченной функции трансплантата / Д. Н. Садовский, О. В. Калачик, Г. В. Жук // Медицинский журнал. – 2015. – №3. – С. 114–117.

6. Ayala-García, M. Renal Explantation Techniques / M. Ayala-García, Ramírez-Barba, J. Encalada, B. Yebra // Renal Transplantation – Updates and Advances / InTech. – 2012. – P. 49–74.

7. CardioMed Supplies Catalogue Perfusion – 2013 Revision № 2012-11.URL: <http://vpn.cardiomed.com/marketing/catalogue/Catalogue/Perfusion.pdf>. (дата обращения: 31.11.2014).

8. French-sized Cannulas and Tubing. URL: <http://www.bridgetolifesolutions.com/french-sized-cannulas-and-tubing/> (дата обращения 31.11.2014).

9. Kälbe, T., Alkaraz A., Budde K. et al. Трансплантация почки. Федянин М. Ю. (перевод на русский язык) // Европейская ассоциация урологов, 2011. http://www.uroweb.org/gls/pdf/russian/20_Transplantation.pdf. (дата обращения: 31.11.2014).

10. Tubing sets. URL: <http://www.medos-ag.com/en/products/medosr-tubing-sets/> (дата обращения: 31.11.2014).

Поступила 21.09.2015 г.