

DOI: 10.24287/1726-1708-2022-21-2-89-94

# Применение метода водоструйной диссекции при операциях по поводу опухолей почек у детей

М.А. Рохоев<sup>1</sup>, Т.А. Шароев<sup>1-3</sup><sup>1</sup>ГБУЗ г. Москвы «Научно-практический центр специализированной медицинской помощи детям им. В.Ф. Войно-Ясенецкого Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва<sup>2</sup>ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва<sup>3</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

Поиск более совершенного и эффективного метода разделения тканей непрерывно продолжается. На современном этапе развития хирургической техники залогом успешного выполнения обширных резекций паренхиматозных органов является использование широкого арсенала медицинской аппаратуры: современных генераторов, хирургического инструментария, анестезиологической аппаратуры. В связи с этим водоструйные диссекторы как инструмент для резекции паренхиматозных органов могут занять свое место в списке оборудования, применяемого в детской хирургии, в частности в детской онкологии, и внести свой вклад в улучшение результатов лечения пациентов. В статье представлен опыт применения метода водоструйной хирургии при операциях по поводу опухолей почек у детей. Работа основана на анализе клинического материала 48 детей с опухолями почек. Исследование одобрено независимым этическим комитетом и утверждено решением ученого совета ГБУЗ «НПЦ спец. мед. помощи детям ДЗМ». Все диагнозы подтверждены данными гистологического исследования. Пациенты были разделены на 2 группы: основную ( $n = 19$ ) и контрольную ( $n = 29$ ). У пациентов, вошедших в основную группу ( $n = 19$ ), применялся метод водоструйной диссекции, у больных группы контроля ( $n = 29$ ) – традиционный способ. Средняя продолжительность операции в основной группе составила  $200 \pm 51$  мин, в контрольной –  $198 \pm 92$  мин ( $p = 0,5$ ). Объем общей интраоперационной кровопотери достоверно различался в обеих группах: в основной группе он составил  $137,3 \pm 101$  мл, в контрольной –  $268,1 \pm 217,5$  мл ( $p = 0,05$ ). В основной группе выявлено сокращение длительности пребывания пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии: среднее время пребывания в основной группе составило  $2,2 \pm 0,8$  дня, в контрольной –  $3,5 \pm 1,0$  дня ( $p = 0,047$ ). В основной группе осложнений не отмечено ни у одного ребенка. В контрольной группе осложнения зарегистрированы у 17,1% пациентов. Применение метода водоструйной хирургии при резекции органа позволило сократить объем кровопотери на этапе пересечения паренхимы. Основным результатом применения водоструйной диссекции явилось достоверное сокращение частоты интраоперационной кровопотери, времени операции, послеоперационных осложнений с 17,1 до 0%.

**Ключевые слова:** опухоль почки, водоструйная хирургия, резекции почек, детиРохоев М.А. и соавт. Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2022; 21 (2): 89–94.  
DOI: 10.24287/1726-1708-2022-21-2-89-94

## The use of water jet dissection in surgery for renal tumors in children

М.А. Rokhoyev<sup>1</sup>, Т.А. Sharoyev<sup>1-3</sup><sup>1</sup>V.F. Voyno-Yasensky Scientific and Practical Center of Specialized Medical Care for Children, Moscow<sup>2</sup>M.F. Vladimirovsky Moscow Regional Clinical Research Institute, Moscow<sup>3</sup>Russian Medical Academy of Postgraduate Education of Ministry of Healthcare of Russia, Moscow

The search for a more advanced and effective method of tissue separation is continuously ongoing. In present-day surgery, the key to a successful extensive resection of a parenchymal organ is the use of a wide array of medical devices such as modern generators, surgical instruments, and anesthetic equipment. In this regard, water-jet dissectors as a tool for resection of parenchymal organs can take their place in the list of equipment used in pediatric surgery and pediatric oncology in particular, and contribute to improving patient outcomes. Here we present our experience of using water jet dissection in surgery for renal tumors in children. The work is based on the analysis of clinical material of 48 children with kidney tumors. The study was approved by an Independent Ethics Committee and the Scientific Council of the V.F. Voyno-Yasensky Scientific and Practical Center of Specialized Medical Care for Children. All diagnoses were confirmed by histological examination. All patients were divided into two groups: the experimental group ( $n = 19$ ) and the control group ( $n = 29$ ). In the experimental group ( $n = 19$ ), the water jet dissection method was employed, while the children in the control group ( $n = 29$ ) were operated on using standard techniques. The average duration of the surgery was  $200 \pm 51$  minutes in the experimental group and  $198 \pm 92$  minutes in the control group ( $p = 0.5$ ). The total volume of intraoperative blood loss differed significantly between the groups:  $137.3 \pm 101$  ml in the experimental group, and  $268.1 \pm 217.5$  mL in the controls ( $p = 0.05$ ). The patients from the experimental group stayed at the intensive care unit for a shorter period of time:  $2.2 \pm 0.8$  days, compared to  $3.5 \pm 1.0$  days ( $p = 0.04$ ) in the control group. What is more, the children from the experimental group did not develop any complications after the surgery, while in the control group, complications were registered in 17.1% of patients. The use of water jet surgery for resection led to reduced blood loss during parenchymal transection. The most important result of the use of water jet dissection was a significant reduction in the frequency of intraoperative blood loss, duration of surgery, and postoperative complications (from 17.1 to 0%).

**Key words:** kidney tumor, water jet surgery, kidney resections, childrenRokhoyev M.A., et al. Pediatric Hematology/Oncology and Immunopathology. 2022; 21 (2): 89–94.  
DOI: 10.24287/1726-1708-2022-21-2-89-94© 2022 ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России  
Поступила 21.04.2022  
Принята к печати 13.05.2022**Контактная информация:**Рохоев Магомед Ахмадулаевич,  
научный сотрудник отделения онкологии,  
врач – детский онколог, детский хирург  
ГБУЗ «Научно-практический центр  
специализированной медицинской  
помощи детям им. В.Ф. Войно-Ясенецкого  
Департамента здравоохранения  
г. Москвы»  
Адрес: 119620, Москва, ул. Авиаторов, 38  
E-mail: Rokhoyev@gmail.com

© 2022 by «D. Rogachev NMRCPHOI»

Received 21.04.2022

Accepted 13.05.2022

**Correspondence:**Magomed A. Rokhoyev,  
a researcher at the Department  
of Oncology, a pediatric oncologist  
and a pediatric surgeon at the V.F. Voyno-  
Yasensky Scientific and Practical Center  
of Specialized Medical Care for Children  
Address: 38 Aviatorov St.,  
Moscow 119620, Russia  
E-mail: Rokhoyev@gmail.com

Применение высокочастотного тока в начале 20-х годов XX столетия открыло эпоху электрохирургии. Появилась возможность не только бережно пересекать ткани, но и одновременно выполнять гемостаз [1].

Эволюция и развитие высоких технологий привели к внедрению в хирургическую практику лазерного луча для рассечения тканей. Безусловно, многие оперативные вмешательства можно выполнять, применяя стандартный набор инструментов (скальпель, ножницы, зажимы, шовный материал, высокочастотный коагулятор), однако развитие хирургии выдвигает новые требования к хирургическому оборудованию. Особенно это заметно в хирургии паренхиматозных органов (печень, почки). В связи со структурными особенностями названных органов, имеющих богатую сосудистую архитектуру, рассечение паренхимы нередко сопровождается обильным кровотечением [2].

Первоначально тонкая водная струя, выбрасываемая под большим давлением, нашла свое применение в промышленности для резки различных материалов (древесина, свинец, алюминий). Медицина – поле, где эта технология мало используется, но обладает большим потенциалом применения. Область использования водоструйного диссектора в клинической практике довольно обширна и широко варьирует: оперативные вмешательства на головном мозге, очистка травматических ран, применение в стоматологии и ортопедии. Прямое использование водоструйного скальпеля в хирургии паренхиматозных органов имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с другими методами. Важным достоинством водоструйной диссекции является возможность атравматичного селективного выделения трубчатых структур.

При операциях на почках по поводу опухолей в ГБУЗ г. Москвы «Научно-практический центр специализированной медицинской помощи детям им. В.Ф. Войно-Ясенецкого Департамента здравоохранения г. Москвы» с 2009 г. мы используем аппарат ERBE VIO 300 D (компания ERBE Elektromedizin GmbH, Германия), который представляет передвижную модульную станцию (рисунок 1).

**Цель работы** – продемонстрировать повышение качества хирургических вмешательств путем минимизации кровопотери, снижения интра- и послеоперационных осложнений при операциях по поводу опухолей почек у детей с помощью метода водоструйной диссекции.

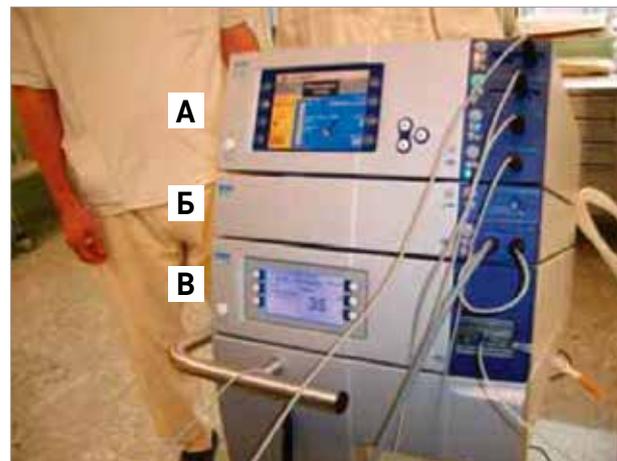
## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа основана на анализе клинического материала 48 детей с объемными образованиями почек,

### Рисунок 1

Внешний вид модульной станции ERBE VIO 300 D компании ERBE Elektromedizin (Германия), состоящей из 3 блоков: А – высокочастотной электрохирургии; Б – аргоноплазменной коагуляции; В – водоструйной диссекции

**Figure 1**  
The ERBE VIO 300 D workstation by ERBE Elektromedizin (Germany) consisting of 3 units: A – a high-frequency electrosurgical unit; Б – an argon plasma coagulation unit; В – a water jet surgery system



находившихся на обследовании и лечении в ГБУЗ «НПЦ спец. мед. помощи детям ДЗМ» с 2009 по 2018 г. Возраст оперированных варьировал от 3 дней жизни до 17 лет (средний возраст – 3 года 4 месяца). Исследование одобрено независимым этическим комитетом (протокол №3 от 25.04.2022) и утверждено решением ученого совета ГБУЗ «НПЦ спец. мед. помощи детям ДЗМ».

Первичные злокачественные опухоли почек зарегистрированы у 41 пациента. Подавляющее большинство составили дети с нефробластомой ( $n = 33$ ). Вторичные злокачественные опухоли почек выявлены у 5 детей. По поводу доброкачественного поражения оперированы 5 пациентов. Больные были разделены на 2 группы: основную ( $n = 19$ ) и контрольную ( $n = 29$ ). У детей, вошедших в основную группу, во время операции применялся метод водоструйной диссекции, у пациентов контрольной группы – традиционный способ.

Резекции различного объема выполнены 48 пациентам с поражением почек. Изолированные резекции произведены 38 больным: верхнего сегмента – 17 пациентам, среднего сегмента – 12, нижнего сегмента – 9. Следует отметить, что при поражении нескольких сегментов почки выполнялись одномоментные резекции пораженных участков ( $n = 10$ ).

В наше исследование были включены пациенты с широким спектром хирургических заболеваний почек, поэтому для установления диагноза и планирования объема оперативного вмешательства приходилось использовать практически весь арсенал диагностических возможностей. Ведущее место в предопера-

ционной диагностике занимали визуализирующие методы: ультразвуковое исследование, компьютерная и магнитно-резонансная томографии.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Всем пациентам ( $n = 48$ ), вошедшим в исследование, были выполнены операции различного объема. Средний возраст оперированных детей составил 3,4 года (от 3 дней до 17 лет). Всем детям операции на почках выполнялись трансперитонеальным доступом. Объем опухолевого поражения широко варьировал: от 1 до 2160 см<sup>3</sup> (в среднем  $328 \pm 529$  см<sup>3</sup>).

В таблице 1 представлен спектр заболеваний у пациентов, вошедших в данное исследование. Злокачественное поражение почек диагностировано у 16 (84,2%) человек. У большинства больных была диагностирована нефробластома ( $n = 11$ ).

У 29 оперированных детей, вошедших в контрольную группу, злокачественное поражение диагностировано в 93,2% случаев, у 5 (17,2%) из них было зарегистрировано вторичное поражение органа: прорастание нейробластомы в соседние органы ( $n = 4$ ) и метастазы ретинобластомы ( $n = 1$ ).

Детям обеих групп выполнялись резекции почек различного объема (таблица 2).

Всем детям основной группы при резекции почек применялся водоструйный диссектор. В зависимости от возраста ребенка рабочее давление в рукоятке водоструйного диссектора выставлялось от 20 до 35 бар. Данный диапазон давления мы считаем наиболее эффективным, так как в этом режиме обеспечивается оптимальное сочетание скорости и селективности диссекции. Сосуды диаметром 1 мм и более остаются неповрежденными (рисунок 2).

Средняя продолжительность операции в обеих группах была приблизительно одинаковой: в основной группе –  $200 \pm 51$  мин, контрольной –  $198 \pm 92$  мин.

Объем интраоперационной кровопотери в основной группе составил в среднем  $137,3 \pm 101$  мл, в контрольной –  $268,1 \pm 217,5$  мл, разница достоверна ( $p = 0,05$ ) (таблица 3).

В основной группе выявлено сокращение длительности пребывания ребенка в отделении реанимации и интенсивной терапии, составившее в среднем  $2,2 \pm 08$  дня (таблица 3).

В контрольной группе резекция выполнялась при помощи электроножа с последующей коагуляцией и прошиванием паренхимы. Пережатие сосудистой ножки при выполнении резекции применялось нами у всех пациентов в контрольной группе и ни у одного в основной группе. При этом использовали пережатие сосудистой ножки с 10-минутными стадиями реперфузии. В основной группе пациентов применение метода водоструйной диссекции позволяло

**Таблица 1**  
Распределение больных по группам в зависимости от диагноза

**Table 1**  
Distribution of patients into groups according to the diagnosis

Диагноз Diagnosis	Основная группа ( $n = 19$ ) Experimental group ( $n = 19$ )		Контрольная группа ( $n = 29$ ) Control group ( $n = 29$ )	
	$n$	%	$n$	%
<b>Злокачественные опухоли почек</b> Malignant tumors of the kidneys				
Нефробластома Nephroblastoma	11	57,8	21	72,4
Мезобластическая нефрома Mesoblastic nephroma	3	15,8	–	–
Рабдоидная опухоль Rhabdoid tumor	1	5,3	1	3,4
Рак единственной левой почки Cancer of the solitary left kidney	1	5,3	–	–
Нейробластома* Neuroblastoma*	–	–	4	13,8
Ретинобластома* Retinoblastoma*	–	–	1	3,4
<b>Доброкачественные опухоли почек</b> Benign tumors of the kidneys				
Аденома Adenoma	2	10,5	–	–
Нефробластоматоз Nephroblastomatosis	1	5,3	–	–
Ангиолипома Angiolipoma	–	–	1	3,4
Киста Cyst	–	–	1	3,4
Всего Total	19	100	29	100

Примечание. \* – больные со вторичным поражением почки.  
Note. \* – patients with secondary kidney disease.

**Таблица 2**  
Объем выполненных оперативных вмешательств

**Table 2**  
The extent of the performed surgical interventions

Объем оперативного вмешательства The extent of the performed surgical interventions	Основная группа ( $n = 19$ ) Experimental group ( $n = 19$ )		Контрольная группа ( $n = 29$ ) Control group ( $n = 29$ )	
	$n$	%	$n$	%
Резекция верхнего и нижнего сегментов Resection of the upper and lower segment	2	10,5	1	3,4
Резекция верхнего сегмента Resection of the upper segment	5	26,3	12	41,4
Резекция нижнего сегмента левой почки, среднего и нижнего сегментов правой почки Resection of the lower segment of the left kidney and of the middle and lower segment of the right kidney	2	10,5	–	–
Резекция среднего и нижнего сегментов Resection of the middle and lower segment	3	10,8	2	6,9
Резекция среднего сегмента Resection of the middle segment	7	36,8	5	17,2
Резекция нижнего сегмента Resection of the lower segment	–	–	9	31
Всего Total	19	100	29	100

не использовать этот маневр, избегая тем самым тепловой ишемии почки, что является чрезвычайно важным фактором.

Рисунок 2

Этап операции. Рассечена капсула почки. Водоструйным диссектором рассечен верхний слой паренхимы. Капилляры остаются неповрежденными (обозначено стрелками)

Figure 2

A stage of the surgical operation. The kidney capsule is dissected. The upper layer of the parenchyma is dissected using a water jet dissector. The capillaries remain intact (indicated by arrows)

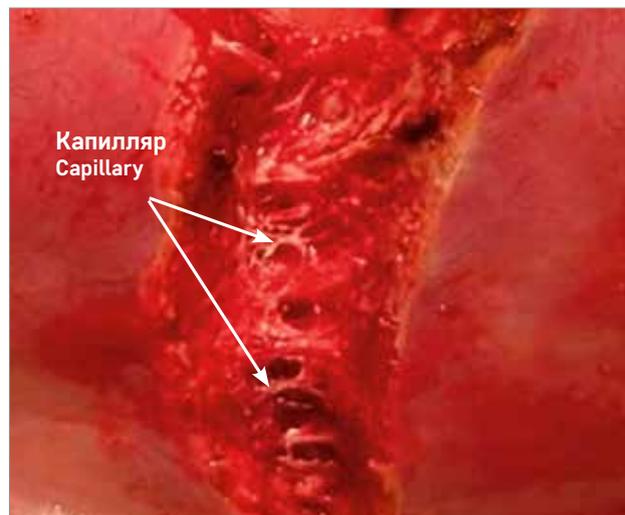


Таблица 3  
Общие сведения об операциях

Table 3  
Summary of surgical parameters

Показатель Surgical parameters	Минимальное значение Minimum	Максимальное значение Maximum	Среднее значение Mean	Стандартное отклонение Standard deviation
Основная группа (n = 19) Experimental group (n = 19)				
Объем кровопотери, мл Blood loss, mL	10	400	137,4	101,9
Объем циркулирующей крови, мл Volume of circulating blood, mL	2	49	13,7	12,1
Время операции, мин Duration of surgery, min	120	340	200,5	51,1
Количество дней в отделении реанимации и интенсивной терапии Number of days in the intensive care unit	1	4	2,26*	0,9
Срок дренажа, дни Drainage time, days	1	4	2,21*	0,8
Контрольная группа (n = 29) Control group (n = 29)				
Объем кровопотери, мл Blood loss, mL	20	900	268,1	217,5
Объем циркулирующей крови, мл Volume of circulating blood, mL	3	58	23,8	13,7
Время операции, мин Duration of surgery, min	24	440	198,4	92,7
Количество дней в отделении реанимации и интенсивной терапии Number of days in the intensive care unit	2	6	3,55*	1,05
Срок дренажа, дни Drainage time, days	2	8	4,1*	1,6

Примечание. Здесь и в таблице 4: \* – разница статистически достоверна ( $p < 0,05$ )

Note. Here and in table 4: \* – the difference is statistically significant ( $p < 0.05$ ).

Выполняя резекцию почки методом водоструйной диссекции, можно разделить паренхиму органа на 2 части (здоровую и пораженную опухолью), сохранив трубчатые (сосудистые) структуры (рисунок 3).

Пациентам обеих групп в целях обеспечения окончательного гемостаза и герметизации раневую поверхность почки укрывали фибриновой пластиной «Тахокомб» (TAKEDA AUSTRIA GmbH, Австрия) (рисунок 4). Осложнений в послеоперационном периоде, связанных с неудовлетворительным гемостазом, не наблюдалось.

Полученные данные не выявили различия между группами по продолжительности времени, затрачиваемому на резекцию. Кроме того, применение водоструйной диссекции позволило сократить объем кровопотери, при том что во время операций пережатие сосудистой ножки не применялось. Частота осложнений в группах больных представлена в таблице 4.

Таким образом, в контрольной группе осложнения были зарегистрированы у 6 (17,1%) детей, тогда как у пациентов из основной группы осложнений мы не наблюдали. Развившиеся осложнения не явились показанием к проведению релапаротомии ни в одном случае.

Все операции сопровождались постоянным ультразвуковым контролем (интраоперационная доплерография), который проводился до начала резекции в целях разметки зоны удаляемой паренхимы и после окончания операции для оценки состояния оставшейся паренхимы и краев резекции с точки зрения абластики.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Технология водоструйной резки (Hydro-Jet) широко используется в промышленном производстве. D.N. Papachristou и R.R. Barthers (1982) были первыми, кто описал использование водного потока в медицинской практике [3]. Через 10 лет после выполнения первой операции с использованием водоструйного диссектора R. Pentchev (1992) сообщил о первом опыте его использования при резекции почки, выполненной у собаки [4]. Автор приводит следующие преимущества метода:

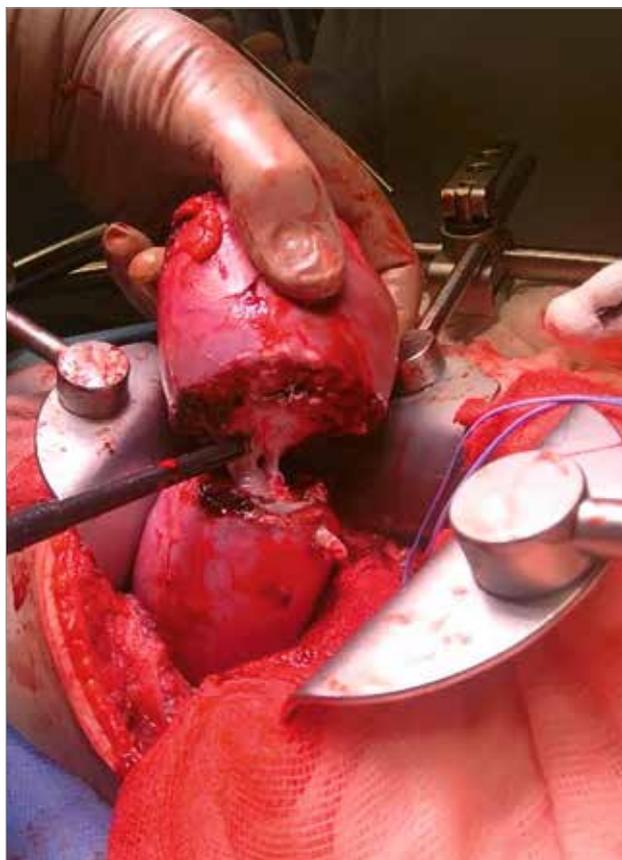
- отсутствие тепловой травмы по краю резекции;
- выполнение деликатной резекции;
- регулировка давления подаваемой воды в сопле;
- возможность сохранения сосудов, нервов (щадя паренхиму по краю резекции).

С этими положениями соглашаются и другие исследователи [5–7].

Водоструйный диссектор позволяет избирательно выполнить рассечение сосудов почечной паренхимы

**Рисунок 3**  
Внешний вид почки при выполнении резекции. Конец операции

**Figure 3**  
A kidney during the resection. The final stage of the operation



**Рисунок 4**  
Внешний вид правой почки младенца после резекции. Раневая поверхность органа закрыта пластиной «Тахокомб» (TAKEDA AUSTRIA GmbH, Австрия)

**Figure 4**  
The right kidney of an infant after resection. The wound surface of the organ was closed with a Tachocomb fleece (TAKEDA AUSTRIA GmbH, Austria)



**Таблица 4**  
Частота осложнений в основной и контрольной группах пациентов

**Table 4**  
The frequency of complications in the experimental and control groups

Осложнение Complication	Основная группа (n = 19) Experimental group (n = 19)		Контрольная группа (n = 29) Control group (n = 29)	
	n	%	n	%
Абсцесс почки Renal abscess	0	0	3	10,3
Мочевой свищ Urinary fistula			1	3,4
Скопление жидкости в зоне резекции (затек) Accumulation of fluid at the surgical site (leakage)	0	0	1	3,4
Всего* Total*	0	0	6	17,1

и сохранить собирательную систему органа. При гистологическом исследовании операционного материала в пограничном слое при абластично выполненной резекции определяется четкий слой здоровых неповрежденных водной струей клеток паренхимы почки [8].

Вышеуказанные преимущества позволяют утверждать, что с помощью техники Hydro-Jet можно выполнять резекции без пережатия сосудов ворот органа и не только уменьшить интраоперационную кровопотерю [9], но и избежать ишемии почки, сохраняя функцию ее оставшейся части [10]. Техника водоструйной резекции без пережатия сосудов ножки почки может оказаться перспективной в нефронсберегающих операциях, особенно у пациентов с единственной почкой. Применение метода, как показывают исследовательские работы, позволяет свести к минимуму частоту операционных осложнений [9]. Доказано, что водоструйная технология обеспечивает значительные преимущества в отношении времени резекции и кровопотери по сравнению с другими хирургическими методами, такими как традиционная диссекция или использование ультразвукового аспиратора [10].

Аналогичные результаты подтверждаются и нашими исследованиями.

В отечественной литературе водоструйная диссекция в хирургии освещена недостаточно, а практическое применение метод водоструйной хирургии нашел только во взрослой практике. Нам не удалось найти работы, посвященные использованию водоструйной диссекции в педиатрической практике, в том числе в детской онкологии.

Вне всякого сомнения, каждый инструмент хорош настолько, насколько хороша рука, которая его использует. Помимо объективных характеристик техники рассечения решающее значение имеет индивидуальный опыт использования той или иной техники. Тем не менее все исследователи отметили

простоту и удобство использования водоструйного диссектора и пришли к выводу, что прибор может и должен широко применяться в хирургии, в частности в детской онкохирургии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение водоструйного диссектора при резекциях почек показало, что метод позволяет:

- осуществлять визуальный контроль зоны хирургического вмешательства;
- сократить объем кровопотери на этапе пересечения паренхимы;
- избежать тепловой ишемии почки во время резекции.

Основным результатом применения водоструйного диссектора явилось достоверное сокращение частоты интраоперационной кровопотери и послеоперационных осложнений (с 17 до 0%).

## ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Не указан.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

## ORCID

**Rokhovev M.A.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8330-8649>

**Sharoev T.A.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5505-3068>

## Литература

1. Nagelschmidt F. Lehrbuch der Diathermie: für Ärzte und Studierende. Berlin: Springer-Verlag; 2013.
2. Khoder W.Y., Zilinberg K., Waidelich R., Stief C., Becker A.J., Pangratz T., et al. Ex vivo comparison of the tissue effects of six laser wavelengths for potential use in laser supported partial nephrectomy. *J Biomed Optics* 2012; 17 (6): 068005. DOI:10.1117/1.JBO.17.6.068005
3. Papachristou D.N., Barters R.R. Resection of the liver with a water jet. *Br J Surg* 1982; 69 (2): 93–4. DOI: 10.1002/bjs.1800690212
4. Pentchev R., Damyanov C., Kavardjikova V. Experimental application of the jet scalpel in renal surgery in the dog. *Ann Urol (Paris)* 1992; 27 (2): 84–6.
5. Hubert J., Mourey E., Suty M., Coissard A., Floquet J., Mangin P. Water-jet dissection in renal surgery: experimental study of a new device in the pig. *Urol Res* 1996; 24 (6): 355–9.
6. Corvin S., Obernedera R., Adama C., Frimbergera D., Zaaka D., Siebelsa M., Hofstettera A. Use of hydro-jet cutting for laparoscopic partial nephrectomy in a porcine model. *Urology* 2001; 58 (6): 1070–3. DOI: 10.1016/S0090-4295(01)01447-9
7. Shekarriz H., Shekarriz B., Upadhyay J., Burk C., Wood D., Bruch H. Hydro-jet assisted laparoscopic partial nephrectomy: initial experience in a porcine model. *J Urol* 2000; 163 (3): 1005–8. DOI: 10.1016/S0022-5347(05)67872-X
8. Moinzadeh A., Hasan W., Spaliviero M., Finelli A., Killciler M., Magi-Galluzzi C., et al. Water jet assisted laparoscopic partial nephrectomy without hilar clamping in the calf model. *J Urol* 2005; 174 (1): 317–21. DOI: 10.1097/01.ju.0000161587.95033.c9
9. Basting R.F., Djakovic N., Widmann P. Use of water jet resection in organ-sparing kidney surgery. *J Endourol* 2000; 14 (6): 501–5. DOI: 10.1089/end.2000.14.501
10. Gao Y., Chen L., Ning Y., Cui X., Yin L., Chen J. Hydro-Jet-assisted laparoscopic partial nephrectomy with no renal arterial clamping: a preliminary study in a single center. *Int Urol Nephrol* 2014; 46 (7): 1289–93. DOI 10.1007/s11255-014-0670-9