



*Г.Г. Прохоров<sup>1</sup>, И.А. Буровик<sup>1</sup>, А.К. Носов<sup>1</sup>, Д.Г. Прохоров<sup>2</sup>, Н.А. Щекутеев<sup>1</sup>*

## Технология пункционной стереотаксической криоабляции опухолей почки

<sup>1</sup>ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>ФГБУ «РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова» Минздрава России, Санкт-Петербург

**Введение.** Для пациентов коморбидного статуса минимально инвазивные вмешательства снижают риск операции. Представлены результаты разработки методики стереотаксической криоабляции с целью повышения безопасности и радикальности процедуры.

**Материалы и методы.** Криоабляция выполнена 56 больным с гистологически подтвержденным диагнозом почечноклеточного рака у 65,5 % пациентов (у 10,4 % был хромобластный вариант опухоли, у остальных — онкоцитомы). Локальный рецидив выявлен у четырех пациентов с исходными размерами опухоли более 25 см<sup>3</sup>, которым для полной девитализации опухоли потребовалась повторная криоабляция. Использовали Российские миниинвазивные криохирургические системы «МКС» с жидким азотом, набором специальных инструментов и многообразных кризондов с диаметром иглы от 1,5 мм до 3,0 мм. При планировании процедуры на трехмерную КТ-картину опухоли накладывали проекции контуров ледяных сфер разных кризондов, моделируя полный охват опухоли общей ледяной сферой с захватом не менее 3 мм тканей почки и до 10 мм паранефральной клетчатки. В КТ-кабинете или операционной использовали два варианта навигации: свободный или робототехнический с навигационной КТ-приставкой. В поясничной области в зоне хирургических доступов определяли один или несколько узких секторов — директрис, каждая из которых ограничивала направление для введения инструментов и кризондов. Угол и глубина каждой директрисы зависели от локализации опухоли. Пункционные доступы внутри директрисы при свободном доступе имели штыкообразные смещения. После контроля позиции кризондов проводили два цикла охлаждения с пассивным оттаиванием, прямой термометрией, автоматическим удержанием экспозиции и визуальной оценкой полноты оледенения опухоли.

**Результаты.** Пациенты легко переносили процедуру. После применения кризондов

диаметром 3 мм, гематома в паранефральной клетчатке не превышала 150 мл и не требовала дополнительного вмешательства. Через 3 мес. после процедуры выявлен рецидив у четырех пациентов с исходным размером опухоли более 5 см в максимальном измерении и объемом, превышающем 30 см<sup>3</sup>. Пациентам с рецидивом выполнена повторная криоабляция с полной девитализацией опухоли, благодаря точной навигации, высокой мощности современной миниинвазивной криогенной аппаратуры и дополнительной подготовке специалистов разного профиля.

**Вывод.** Предлагаемая технология обеспечивает безопасность и эффективность процедуры пункционной криоабляции опухолей почки. Выполнение пункционной стереотаксической криоабляции требует специального технического обеспечения средствами навигации и современной миниинвазивной криогенной аппаратурой, формирования коллектива высокопрофессиональных специалистов.

**Ключевые слова:** рак почки; криохирургия; навигация; криоабляция

**Для цитирования:** Прохоров Г.Г., Буровик И.А., Носов А.К., Прохоров Д.Г., Щекутеев Н.А. Технология пункционной стереотаксической криоабляции опухолей почки. Вопросы онкологии. 2023;69(3):516–522. doi: 10.37469/0507-3758-2023-69-3-516-522

### Актуальность

Рак почки (РП) занимает 14-е место по заболеваемости среди злокачественных опухолей и составляет 3,84 % среди всех злокачественных новообразований (ЗНО) населения России [1].

Хирургическое вмешательство является основным методом лечения локализованного и местнораспространенного РП. У отдельных коморбидных пациентов, имеющих высокий риск оперативного вмешательства с небольшими опухолями почек (категория T1a), допустимо применение локальных аблативных методов лечения — радиочастотной абляции и криодеструкции [2, 3].

Криодеструкция при РП изначально использовалась для лечения метастатических поражений костей и лёгких [4]. После получения обнадеживающих результатов ряда экспериментальных работ, криодеструкция была внедрена в практику для лечения опухолей почек [5] и вошла в клинические рекомендации мировых онкологических сообществ как альтернатива хирургическому лечению [6, 7].

В настоящее время при малоинвазивных операциях используются лапароскопические и пункционные доступы с применением криозондов. Показания к криоабляции определяется клиническими аспектами. Современные отечественные клинические рекомендации по лечению РП предусматривают криодеструкцию у пациентов с почечноклеточным раком стадии cT1aN0M0, старше 75 лет и/или имеющих тяжелые сопутствующие или конкурирующие заболевания, обуславливающие ожидаемую продолжительность жизни < 5 лет, и/или ассоциированные с высоким операционным риском. Целью применения аблативных методик является достижение длительного локального контроля над опухолью, избежав выполнения хирургического вмешательства и ассоциированных с ним рисков осложнений и смерти [6, 7].

Технология выполнения самой процедуры криоабляции зависит от мощности применяемого оборудования и технических возможностей мониторинга операции. Криогенные системы с высоким давлением аргона и одноразовыми криозондами утрачивают популярность из-за недостаточной хладопроизводительности и высокой стоимости расходных материалов. Современные миниинвазивные системы на основе жидкого азота имеют более высокую мощность и при адекватном применении потенциально могут обеспечить нужные онкологические результаты [8, 9, 10, 11, 12] с минимальной травмой для пациента [13, 14], успешно конкурируя с другими аблативными методами [16].

Цель исследования включала разработку и детализацию методики стереотаксической криоабляции для повышения безопасности и радикальности выполняемой процедуры в условиях применения современного оборудования.

Объектом для анализа послужили материалы отделения онкоурологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова после выполнения пункционной стереотаксической криоабляции опухоли почки 56 больным с гистологически подтвержденным диагнозом почечноклеточного рака у 65,5 % пациентов (у 10,4 % установлен хромофобный вариант опухоли, у остальных — онкоцитомы). Единственная почка была у трех больных. Длительность послеоперационного наблюдения составила 1 год.

Для криоабляции использовали Российские миниинвазивные криохирургические системы «МКС» с жидким азотом, набором специальных инструментов и многоразовых криозондов с диаметром иглы от 1,5 мм до 3,0 мм. Инструменты стерилизовали в специальной кассете (рис. 1).

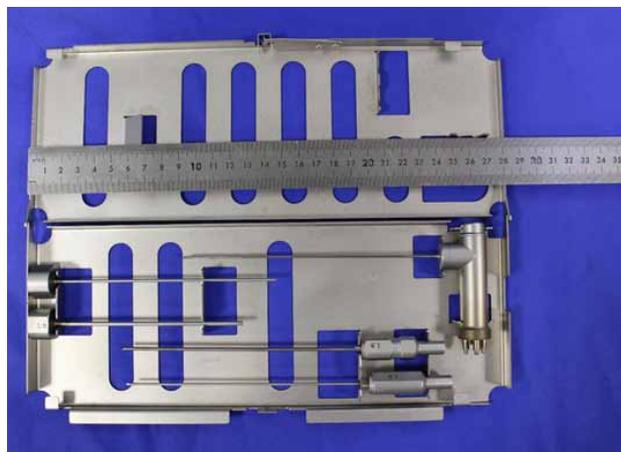


Рис. 1. Стандартный набор инструментов МКС для выполнения пункционной криоабляции опухолей почки в кассете для стерилизации. Кассета открыта. Сверху вниз: криозонд, два интродьюсера, два пилотных стилета

Выбор способа лечения на онкологическом консилиуме склонялся в пользу криоабляции в случаях небольшого новообразования (как правило, до 4 см в диаметре), при его ясной визуализации и четких контурах без прилегания к аорте или стенке кишки.

Ключевым условием возможного успеха операции является точная навигация и адекватная установка криозондов, которая обеспечит полный охват опухоли ледяной сферой. Размеры ледяных эллипсов, которые формируются вокруг криокамеры в концевой части криозондов, известны из заявленных производителем технических характеристик. Тем не менее, каждый участник процедуры на этапе освоения нового метода получал пространственное представление о динамике ледяных сфер и их форме при работе криозондов разных размеров и при различных вариантах их взаимного расположения, работая с оборудованием на имитационных прозрачных средах. Метод компьютерно-томографической (КТ) навигации использовали в 51 случае, ультразвуковую навигацию — у пяти пациентов. Вне зависимости от метода навигации применяли наркоз (49 наблюдений) или местную анестезию у 7 больных.

**Методика криоабляции с КТ-навигацией.** После оценки клинической ситуации и результатов КТ с контрастом, магнитно-резонансной томографии (МРТ) и ультразвукового исследования (УЗИ) начинали стерео-планирование. При этом на объемную фигуру опухоли накладывали

проекции ледяных сфер разных криозондов, рассчитывая на полное вовлечение опухоли в общую ледяную сферу с захватом не менее 3–5 мм тканей почки и до 10 мм паранефральной клетчатки. В сложных ситуациях приоритет отдавали принципу радикальности за счет расширения зоны криодеструкции в паранефральной клетчатке, либо в паренхиме почки. Геометрические контуры директрисы проецировали на кожу, где прогнозировали точки проколов кожи и линии доступов. Затем определяли необходимость точечного температурного контроля критически опасных зон, способ визуализации инструментов на этапе навигации и способы мониторинга самой процедуры абляции.

Выбор способа навигации между свободным и робототехническим носил случайный характер и зависел от загруженности кабинета КТ рутинными исследованиями. Свободный режим навигации был более привычным для участников процедуры и, как правило, занимал меньше времени, но сопровождался большей лучевой нагрузкой.

Операцию выполняли в условиях краткосрочного стационара, в операционной или в кабинете КТ под наркозом или местной анестезией в положении больного на спине или на боку. Выполняли контрольное сканирование и «примеряли» план операции к реальной ситуации, уточняя число и размеры криозондов, их взаимное расположение. Далее выбирали вариант навигации: метод свободной руки и робототехнический. В последнем варианте в программу роботизированной навигационной приставки к аппарату КТ вводили контуры опухоли, указывали безопасную директрису (рис. 2).

После команды на исполнение робот устанавливал манипулятор в нужную позицию с закрепленным в нем пилотным стилетом и интродьюсером. Хирургу оставалось только погрузить стилет в ткани пациента на нужную глубину (рис. 3).

При навигации свободным методом хирург поэтапно продвигал стилет с надетым на него интродьюсером в нужную позицию (рис. 4), контролируя свои действия с помощью флюороскопической приставки к аппарату КТ. Манипуляции ограничивали зоной безопасных доступов, линии доступов имели штыкообразные смещения, оставаясь в границах заданной директрисы. Приходилось учитывать изменения положения тела и индивидуальные анатомические особенности пациента, пространственные ограничения работы в апертуре гентри.

При опухолях размером более 4 см устанавливали три-четыре стилета диаметром 3,0 мм, которые располагали на расстоянии до 10 мм под углом друг к другу, образуя равносторон-



Рис. 2. Этап программирования роботизированной навигационной приставки при установке двух криозондов в опухоль почки



Рис. 3. Этап введения хирургом стилета, установленного в манипуляторе роботизированной приставки

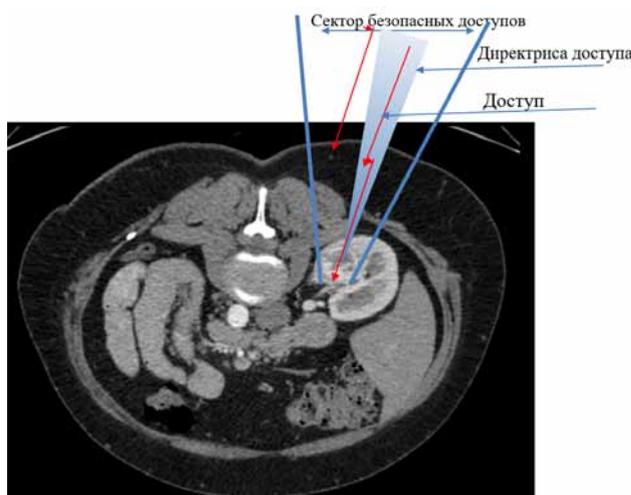


Рис. 4. Схема планирования и выполнения свободного функционального доступа к опухоли почки для выполнения криоабляции. Пояснения в тексте

ную усеченную пирамиду с вершиной, обращенной к опухоли.

После контрольного сканирования стилеты извлекали и в интродьюсеры вводили криозонды, затем устанавливали в критические точки игольчатые термодатчики и начинали охлаждение криозондов. Аппарат МКС в течение одной-

двух мин снижал температуру кризондов до  $-180$ – $-190$  °С и автоматически удерживал ее в заданном оператором диапазоне. Полное оледенение опухоли завершалось через 5 мин, после чего система удерживала экспозицию еще в течение не менее 5 мин и затем прекращала активное охлаждение для оттаивания ледяной сферы. Период пассивного отогрева до уровня  $-5$  °С продолжался от 10 до 15 мин в зависимости от объема опухоли, после чего аппарат переводили в режим повторного охлаждения при тех же временных и температурных параметрах, постоянно регистрируя показатели температуры и периодически — границы оледенения. После окончательного оттаивания кризонды и интродьюсеры извлекали, на места проколов кожи накладывали наклейки, пациентов возвращали в палату.

#### **Методика криоабляции с УЗ-навигацией.**

Принцип подбора и подготовки пациентов, стереотаксическое планирование процедуры совпадают с этапами КТ-выполнения операции. Техническая простота методики и отсутствие лучевой нагрузки составляют основные преимущества ультразвуковой навигации. Вместе с тем непрерывно изменяющаяся на экране монитора картина ставит оператора в более сложные условия и позволяет использовать только свободный метод навигации. После точной установки инструмента необходимо удерживать его позицию до криофиксации в течение нескольких минут. Формирующийся ледяной шар экранирует глубже расположенные ткани, что затрудняет установку второго кризонда. Мониторинг формирования ледяного фронта требует динамичной работы, постоянной смены позиции ультразвукового датчика для исключения эффекта «виноградной грозди». Так специалисты называют обманчивый эффект, при котором отдельные не слившиеся между собой ледяные шары при плоскостном ультразвуковом сканировании могут давать сплошной контур затенения, имитируя полное оледенение опухоли. Наиболее близко к применению криоабляции стоят врачи, постоянно применяющие ультразвуковой контроль при выполнении биопсии и нефростомии.

#### **Результаты**

В первые сутки пациенты предъявляли жалобы на чувство дискомфорта в поясничной области в местах проколов кожи и получали ненаркотические анальгетики. Гематома в паранефральной клетчатке в наиболее травматичных случаях при использовании кризондов диаметром 3 мм достигала 100 мл, но это не осложняло течение послеоперационного периода и не

требовало активных действий. При использовании кризондов диаметром 1,5 мм гематомы едва угадывались и не имели клинической значимости.

Выделительная и секреторная функция почек после криоабляции не претерпевала существенных изменений. Выполнение процедуры у пациентов с единственной почкой также не имело негативных функциональных последствий.

Локальный рецидив через 3 мес. после процедуры выявлен у четырех пациентов. Во всех негативных случаях исходные размеры опухоли были свыше 5 см в максимальном измерении и их объем превышал 30 см<sup>3</sup>. Для полной девитализации опухоли пациентам потребовалась повторная криоабляция резидуальных очагов.

#### **Обсуждение**

Для хирургов-онкоурологов первоначальное освоение технологии пункционной криоабляции в условиях большой операционной из лапароскопического доступа с прямым визуальным контролем, с термометрией и интраоперационным ультразвуковым мониторингом не составило трудностей. Период практического освоения метода характеризовался излишним оптимизмом на этапе отбора пациентов при относительно больших опухолях, что стало причиной локальных рецидивов. Однако достаточный хирургический опыт, привлечение к работе специалистов отделения лучевой и интервенционной диагностики позволили врачам разработать технологию КТ-навигации и мониторинга, доводя ее до рутинной процедуры и расширяя показания к применению. В частности, криоабляцию выполняли в тех случаях, при которых опухоль проникала в чашечно-лоханочную систему почки. В послеоперационном периоде здесь отмечалась кратковременная макро- или микрогематурия, но функция почек существенно не снижалась. В одном наблюдении при проникновении кризонда в опухолевый тромб в просвете почечной вены и выполнении двух стандартных циклов охлаждения кровообращение в почке сохранилось. В другом случае плотный контакт ледяного шара со стенкой аорты и сглаживание его контура до прямолинейного при криоабляции опухоли нижнего полюса левой почки также не имел негативных последствий. В отдельных случаях выполняли паллиативную циторедуктивную криоабляцию опухоли размером более 5 см для повышения эффективности последующей иммунотерапии.

В четырех наблюдениях пациентам с исходной опухолью более 4 см по поводу местного рецидива через полгода после первой процедур была выполнена повторная криоабляция.

Для детальной оценки онкологических результатов применения пункционной криоабляции и сравнения ее результатов с традиционными, или иными новыми методами лечения больных, необходимо долгосрочное наблюдение за сравнимыми группами пациентов. Особенностью данной работы стало применение оборудования нового поколения, которое по своей хладопроизводительности существенно отличается от аргоновых систем, и привлечение к работе специалистов интервенционной терапии. Это позволило расширить показания к применению криоабляции, включить ее в комплексное лечение онкологических пациентов и проводить в дальнейшем рандомизированные исследования.

### Выводы

1. Предлагаемая технология навигации и мониторинга обеспечивает безопасность и эффективность прецизионной криоабляции опухолей почки.

2. Выполнение пункционной стереотаксической криоабляции требует специального технического обеспечения средствами навигации и современной миниинвазивной криогенной аппаратурой, формирования коллектива высокопрофессиональных специалистов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Злокачественные новообразования в России в 2020 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. 2021:252 [Malignant neoplasms in Russia in 2020 (morbidity and mortality). AD Kaprin, VV Starinsky, AO Shakhzadova (Eds). M.: P.A. Herzen - branch of the Federal State Budgetary Institution «NMITs Radiology» of the Ministry of Health of Russia. 2021:252 (In Russ.)].
2. Piasentin A, Claps F, Silvestri T, et al. Trifecta achievement after percutaneous cryoablation of small renal masses: results from a multi-institutional collaboration. *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(8):1041. doi:10.3390/medicina58081041.
3. Zargar H, Atwell TD, Cadeddu JA, et al. Cryoablation for small renal masses: selection criteria, complications, and functional and oncologic results. *Eur Urol*. 2016;69(1):116–28. doi:10.1016/j.eururo.2015.03.027.
4. Marcove RC, Sadrieh J, Huvos AG, et al. Cryosurgery in the treatment of solitary or multiple bone metastases from renal cell carcinoma. *J Urol*. 1972 Oct;108(4):540–7. doi:10.1016/s0022-5347(17)60797-3.
5. Sindelar WF, Javadpour N, Bagley DH. Histological and ultrastructural changes in rat kidney after cryosurgery. *J Surg Oncol*. 1981;18(4):363–79. doi:10.1002/jso.2930180406.
6. Рубрикатор клинических рекомендаций. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Клинические рекомендации «Рак паренхимы почки», год утверждения 2022. [Clinical Guidelines Catalog. Ministry of Health of the Russian Federation. Clinical Guidelines «Renal Parenchymal Cancer», approved in 2022 (In Russ.)]. Available from: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/10\\_3](https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/10_3).
7. Балахнин П.В., Шмелев А.С., Шачинов Е.Г., и др. Чрескожная ангиографически-ассистированная криоабляция почечно-клеточного рака под контролем плоскодетекторной компьютерной томографии: возможности и потенциальные преимущества технологии. *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия*. 2021;4(4):56–77 [Balakhnin PV, Shmelev AS, Shachinov EG, et al. Percutaneous angiographic-assisted cryoablation of renal cell carcinoma under the control of flat-detector computed tomography: possibilities and potential advantages of the technology. *Journal of Oncology: Radiation Diagnostics, Radiation Therapy*. 2021;4(4):56–77 (In Russ.)].
8. Глыбочко П.В., Аляев Ю.Г., Рапопорт Л.М., Амосов А.В. и др. Возможность использования местной анестезии при чрескожной криоабляции почечно-клеточного рака под УЗ-контролем. *Онкоурология*. 2018;14(2):27–32 [Glybochko PV, Alyaev YuG, Rapoport LM, Amosov AV, et al. Possibility of using local anesthesia for percutaneous cryoablation of renal cell carcinoma under ultrasound control. *Oncourology*, 2018;14(2):27–32 (In Russ.)].
9. Auer T, Heidegger I, Zordo T, et al. Fusion imaging of contrast-enhanced ultrasound with CT or MRI for kidney lesions. *In Vivo*. 2019;33(1):203–208. doi:10.21873/in-vivo.11460.
10. Abushamma F, Barqawi A, Al-Jabi SW. Global analysis of research trends on kidney function after nephron-sparing surgery: A bibliometric and visualised study. *Cancer Manag Res*. 2021;13:7479–7487. doi:10.2147/CMAR.S324284.
11. Breen DJ, King AJ, Patel N, et al. Image guided cryoablation for sporadic renal cell carcinoma: three- and 5 year outcomes in 220 patients with biopsy-proven renal cell carcinoma. *Radiology*. 2018;289:554–561. doi:10.1148/radiol.2018180249.
12. Franco L. Cryosurgery for renal cancer. *Modern Cryosurgery for Cancer*. 2012;649–80. doi:10.1142/9789814329668\_0035.
13. Prokhorov GG, Gasanov MI, Klepikov VV, et al. A minimally invasive cryotherapeutic system. *Biomedical Engineering*. 2017;51(1):41–55.
14. Андреев Н.А., Васильев А.О., Морозова Н.В., и др. Многозондовая малоинвазивная криоабляция. *Высокотехнологическая медицина*. 2019;6(1):21–30 [Andreev NA, Vasiliev AO, Morozova NV, et al. Multiprobe minimally invasive cryoablation. *High-tech medicine*. 2019;6(1):21–30 (In Russ.)].
15. Gunn AJ, Joe WB, Salei A, et al. Percutaneous cryoablation of stage T1b renal cell carcinoma: safety, technical results, and clinical outcomes. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2019;42:970–978. doi:10.1007/s00270-019-02226-5.
16. Zhou W, Herwald SE, McCarthy C, et al. Radiofrequency ablation, cryoablation, and microwave ablation for t1a renal cell carcinoma: a comparative evaluation of therapeutic and renal function outcomes. *J Vasc Interv Radiol*. 2019;30:1035–1042. doi:10.1016/j.jvir.2018.12.013.

Поступила в редакцию 15.12.2022  
 Прошла рецензирование 14.02.2023  
 Принята в печать 16.04.2023

G.G. Prokhorov<sup>1</sup>, I.A. Burovik<sup>1</sup>, A.K. Nosov<sup>1</sup>,  
D.G. Prokhorov<sup>2</sup>, N.A. Schekuteev<sup>1</sup>

### Stereotactic percutaneous cryoablation for kidney tumor

<sup>1</sup>N.N. Petrov NMRC of Oncology of MoH of Russia,  
Saint Petersburg, the Russian Federation

<sup>2</sup>A.M. Granov Russian research Center for Radiology  
and Surgical Technologies, Saint Petersburg,  
the Russian Federation

**Introduction.** For patients with comorbid status, minimally invasive interventions reduce the risk of surgery. The results of developing a technique for stereotactic cryoablation are presented with the aim of improving the safety and radicality of the procedure.

**Materials and methods.** Cryoablation was performed on 56 patients with histologically confirmed diagnosis of renal cell carcinoma in 65.5 % of patients (10.4 % had a chromophobe tumor variant, while the rest had oncocytomas). Local recurrence was detected in four patients with initial tumor sizes exceeding 25 cm<sup>3</sup>, requiring repeated cryoablation for complete tumor devitalization. Russian minimally invasive cryosurgical systems "MKS" with liquid nitrogen, a set of special tools, and reusable cryoprobes with needle diameters 1.5–3.0 mm were used.

During procedure planning, projections of the contours of ice spheres from different cryoprobes were superimposed on the 3D CT image of the tumor, simulating the complete coverage of the tumor with a single ice sphere, capturing at least 3 mm of renal tissue and up to 10 mm of perinephric fat. Two navigation options were used in the CT room and operating room: freehand or robotic-assisted with

a CT navigation attachment. In the lumbar region, within the surgical access zone, one or several narrow sectors (directrix) were determined, each of which delimited the direction for instrument and cryoprobe insertion. The angle and depth of each directrix depended on the tumor localization. Puncture accesses within the directrix had lance-like shifts during freehand access. After controlling the position of the cryoprobes, two cooling cycles were performed with passive thawing, direct thermometry, automatic exposure retention, and visual assessment of the completeness of tumor glaciation.

**Results.** The patients tolerated the procedure well. After the use of 3 mm cryoprobes, hematoma in the perinephric space did not exceed 150 ml and did not require additional intervention. At the 3-month follow-up, recurrence was detected in four patients with an initial tumor size greater than 5 cm in maximum dimension and their volume exceeded 30 cm<sup>3</sup>. Precise navigation, high-power modern minimally invasive cryogenic equipment, and additional training of specialists from various fields helped to achieve complete devitalization of the tumor in patients with recurrence after the repeat cryoablation was performed.

**Conclusion.** The proposed technology ensures the safety and effectiveness of percutaneous cryoablation of kidney tumors. Performing percutaneous stereotactic cryoablation requires special technical support with navigation tools and modern minimally invasive cryogenic equipment, as well as a highly skilled team of professionals.

**Keywords:** kidney cancer; cryosurgery; navigation; cryoablation

**For citation:** Prokhorov GG, Burovik IA, Nosov AK, Prokhorov DG, Schekuteev NA. Stereotactic percutaneous cryoablation for kidney tumor. *Voprosy Onkologii*. 2023;69(3):516–522. doi: 10.37469/0507-3758-2023-69-3-516-522

### Сведения об авторах

*Проходов Георгий Георгиевич*, д-р мед. наук, проф., вед. науч. сотр. научного отделения общей онкологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, 174644, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68; +7(812)439-95-55, +7(921)882-03-09, SPIN 9166-4705, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2267-9961>.

*Буровик Илья Александрович*, канд. мед. наук, науч. сотр. научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, заведующий отделением лучевой диагностики ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, 174644, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68; +7(812)439-95-55, +7(921)961-50-02, SPIN 1923-6457, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4714-1228>.

*Носов Александр Константинович*, д-р мед. наук, заведующий отделением онкоурологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, 174644, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68; +7(812)439-95-55, +7(921)916-38-58.

*Проходов Денис Георгиевич*, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отдела интервенционной радиологии и оперативной хирургии, врач онколог, доцент кафедры радиологии, хирургии и онкологии ФГБУ «РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова» Минздрава России, 174644, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70; +7(812)439-95-55, +7(921)055-86-91, SPIN 5957-6715, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5795-337X>.

*Щекутеев Никита Андреевич*, аспирант ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, 174644, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68; +7(812)439-95-55, +7(921)582-98-25.

*Prokhorov Georgy Georgievich*, Dsc (Med.), Prof., Leading Researcher of the Research Division of General Oncology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology; 68, Leningradskaya St., Pesochny, St Petersburg, 197758, Russia, email: [gprokhorov@mail.ru](mailto:gprokhorov@mail.ru), Tel.: +7(812)439-95-55, +7(921)882-03-09, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2267-9961>, SPIN 9166-4705.

*Burovik Ilya Aleksandrovich*, PhD (Med.), Researcher, the Research Division of Radiation Oncology and Diagnostic Radiology, Head of the Department of Diagnostic Radiology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology; 68, Leningradskaya St., Pesochny, St Petersburg, 197758, Russia, Tel.: +7(812)439-95-55, +7(921)961-50-02, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4714-1228>, SPIN 1923-6457.

*Nosov Alexander Konstantinovich*, DSc (Med.), Head of the Department of Urologic Surgical Oncology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology; 68, Leningradskaya St., Pesochny, St Petersburg, 197758, Russia, Tel.: +7(812)439-95-55, +7(921)916-38-58, SPIN 9166-4705.

*Prokhorov Denis Georgievich*, MD, PhD (Med.), Senior Researcher, Research Division of Diagnostic and Interventional Radiology; Oncologist, Assoc. Prof., Department of Radiology, Surgery and Oncology, A.M. Granov Russian research Center for Radiology and Surgical Technologies, 68, Leningradskaya St., Pesochny, St Petersburg, 197758, Russia, Tel.: +7(812)439-95-55, +7(921)055-86-91, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5795-337X>, SPIN 9166-4705.

*Schekuteev Nikita Andreevich*, PG Student, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology; 68, Leningradskaya St., Pesochny, St Petersburg, 197758, Russia, Tel.: +7(812)439-95-55, +7(921)582-98-25.