Вопросы онкологии, 2026. Том 72, № 5
УДК 616.61-006:615.849
DOI 10.37469/0507-3758-2026-72-5-2782

© *Е.Е. Самарцева[1,2], С.Н. Новиков[1], Н.А. Щекутеев[1], А.К. Носов[1,3], М.В. Беркут[1]*

Стереотаксическая лучевая терапия при первичном раке почки: опыт одного учреждения и описание клинического случая*

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация
[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация

© *Ekaterina E. Samartseva[1,2], Sergey N. Novikov[1], Nikita A. Shchekuteev[1], Aleksandr K. Nosov[1,3], Mariya V. Berkut[1]*

Stereotactic Body Radiation Therapy for Primary Renal Cancer: Single-Institution Experience and Clinical Case Report*

[1]N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg, the Russian Federation
[2]I.I. Mechnikov North-West State Medical University, St. Petersburg, the Russian Federation
[3]St. Petersburg State University, St. Petersburg, the Russian Federation

Введение. Хирургическое лечение остается золотым стандартом при локализованном почечноклеточном раке (ПКР), однако значительная часть пациентов не может быть прооперирована из-за сопутствующей патологии или старческой астении. Альтернативные абляционные методы (радиочастотная и криоабляция) часто требуют общей анестезии и имеют ограничения при размерах опухоли более 3–4 см и сложной локализации. Стереотаксическая лучевая терапия (СТЛТ) представляет собой неинвазивный вариант лечения, однако данные о ее эффективности и безопасности остаются ограниченными.

Цель. Оценить предварительные результаты эффективности и безопасности СТЛТ у неоперабельных пациентов с первичным локализованным ПКР в условиях одного центра.

Материалы и методы. В проспективное исследование включено 13 пациентов с гистологически подтвержденным ПКР стадии cT1N0M0, которым было противопоказано хирургическое вмешательство. Первичная конечная точка — локальный контроль через 12 мес. по критериям RECIST 1.1. Вторичные точки — токсичность, динамика скорости клубочковой фильтрации (СКФ), общая и канцерспецифическая выживаемость.

Результаты. Медиана наблюдения составила 15 мес. (6–36). Средний возраст — 66,8 года, средний размер опухоли — 4,1 см, у 53,9 % пациентов была единственная почка. Локальный контроль через 12 мес. достигнут в 100 % (10 из 10 оцененных пациентов). Общая и канцерспецифическая выживаемость составили 100 %. Через 6 мес. отмечено значимое снижение СКФ, в среднем, на 14,7 мл/мин ($p = 0,006$). Острая токсичность 1 степени наблюдалась у 46,1 %, 2 степени — у 23 %, случаев токсичности ≥ 3 степени не зарегистрировано. Поздняя токсичность 1 степени

Introductuion. Surgical management remains the gold standard for localized renal cell carcinoma (RCC); however, a significant proportion of patients cannot undergo surgery due to comorbid conditions or geriatric frailty. Alternative ablative techniques (radiofrequency ablation and cryotherapy) often require general anesthesia and have limitations for tumor sizes > 3–4 cm or complex locations. Stereotactic body radiotherapy (SBRT) represents a non-invasive treatment option; however, data on its efficacy and safety in this patient cohort remain limited.

Aim. To evaluate the preliminary results of the efficacy and safety of SBRT in inoperable patients with primary localized RCC.

Materials and methods. This prospective study included 13 patients with histologically confirmed stage cT1N0M0 RCC who were ineligible for surgery. The primary endpoint was local control at 12 months, assessed using RECIST 1.1 criteria. Secondary endpoints included toxicity, changes in glomerular filtration rate (GFR), and overall and cancer-specific survival.

Results. The median follow-up was 15 months (range 6–36). The mean age was 66.8 years, and the mean tumor size was 4.1 cm.; 53.9 % of patients had a solitary kidney. Local control at 12 months was achieved in 100 % (10 out of 10 evaluable patients). Overall and cancer-specific survival rates were 100 %. At 6 months, a significant decrease in eGFR was observed, with a mean reduction of 14.7 mL/min ($p = 0.006$). Grade 1 acute toxicity was observed in 46.1% of patients, and Grade 2 toxicity in 23 %; no cases of grade ≥ 3 toxicity were reported. Grade 1 late toxicity was noted in 30.7 %, with no

* Статья содержит онлайн-приложение, в котором размещены дополнительные материалы.
* The article contains an online supplement with additional materials.

пени отмечена у 30,7 %, более высоких степеней не было. В представленном клиническом случае сохраняющаяся гиперваскуляризация опухоли через 6 мес. не является маркером рефрактерности к лечению, что подтверждено полным патоморфологическим ответом при биопсии через 14 мес.

Выводы. Предварительные результаты СТЛТ при первичном неоперабельном ПКР демонстрируют высокую эффективность (100 %-ный локальный контроль через один год) и благоприятный профиль безопасности с отсутствием тяжелой токсичности. Снижение функции почек является ожидаемым, но в большинстве случаев клинически приемлемым. Необходимы дальнейшие исследования с большей выборкой и длительным наблюдением для окончательной оценки роли СТЛТ в лечении данной категории больных.

Ключевые слова: рак почки; стереотаксическая лучевая терапия; функция почки

Для цитирования: Самарцева Е.Е., Новиков С.Н., Щекутеев Н.А., Носов А.К., Беркут М.В. Стереотаксическая лучевая терапия при первичном раке почки: опыт одного учреждения и описание клинического случая. *Вопросы онкологии*. 2026; 72(5): 1191–1200.-DOI: 10.37469/0507-3758-2026-72-5-2782

higher grades. In the presented clinical case, persistent tumor hypervascularization at 6 months is not a marker of treatment refractoriness, which was confirmed by complete pathologic response on biopsy at 14 months.

Conclusion. Preliminary results of SBRT for primary unresectable RCC demonstrate high efficacy (100 % local control at 1 year) and a favorable safety profile with no severe toxicity. A decline in renal function is expected, but in most cases, it is clinically acceptable. Further studies with larger cohorts and long-term follow-up are required to definitively assess the role of SBRT in the management of this patient population.

Keywords: renal cell carcinoma; stereotactic radiotherapy; renal function

For Citation: Ekaterina E. Samartseva, Sergey N. Novikov, Nikita A. Shchekuteev, Aleksandr K. Nosov, Mariya V. Berkut. Stereotactic body radiation therapy for primary renal cancer: single-institution experience and clinical case report. *Voprosy Onkologii = Problems in Oncology*. 2026; 72(5): 1191–1200.-DOI: 10.37469/0507-3758-2026-72-5-2782

✉ Контакты: Самарцева Екатерина Евгеньевна, samarceva83@bk.ru

Введение

Традиционно почечноклеточный рак (ПКР) считается радиорезистентной опухолью, а хирургическое иссечение на сегодняшний день остается золотым стандартом лечения первичного рака почки [1, 2]. Однако значительная доля пациентов не подлежит оперативному вмешательству ввиду сопутствующих заболеваний и общего ослабленного состояния организма (старческой астении).

Для пациентов с первичным ПКР, которым хирургическое лечение противопоказано, в качестве альтернативы могут рассматриваться инвазивные абляционные методы, включая радиочастотную (РЧА) и криоабляцию (КА). Однако выполнение РЧА и КА, как правило, требует общей анестезии для установки электродов или криозондов, что ограничивает их применение у ослабленных пациентов. Таким образом, сохраняется значительная неудовлетворенная клиническая потребность в неинвазивном варианте терапии для данной категории больных.

Установлено, что эффективность РЧА и КА снижается при размерах опухоли более 3–4 см; кроме того, данные методы сопряжены с высоким риском осложнений в случае расположения опухоли вблизи ворот почки или интраренально [3, 4]. Вследствие этого многие пациенты, несмотря на локализованную стадию заболевания, вынуждены придерживаться выжидательной тактики вплоть до развития отдаленных метастазов.

В данной проспективной серии клинических наблюдений представлен наш опыт лечения локализованных почечноклеточных карцином с применением стереотаксической лучевой терапии (СТЛТ) в условиях одного медицинского центра, включая предварительные результаты, оценивающие эффективность и безопасность метода.

Материалы и методы

В исследование были включены 13 пациентов одного онкологического центра, отобранные междисциплинарной командой (МДК) на основании следующих критериев: гистологически подтвержденный ПКР максимальным диаметром ≤ 7 см (cT1), отсутствие клинико-инструментальных признаков поражения регионарных лимфатических узлов (N0), отсутствие генерализации, отсутствие возможности проведения хирургического вмешательства и решение МДК о необходимости радикального лечения. Показанием к СТЛТ служила невозможность проведения хирургического вмешательства под общей анестезией или КА/РЧА, в том числе из-за анатомического расположения опухоли.

Критериями исключения служили: метастатическое заболевание, факторы, исключающие абдоминальную лучевую терапию, такие как воспалительные заболевания кишечника, а также расположение стенки кишки в пределах 1 см от мишени (GTV/CTV). Окончательное решение о технической реализуемости и целесообразности СТЛТ принималось коллегиально на радиологическом консилиуме. Подробная характеристика больных, включенных в исследование, показана в табл. 1.

После получения добровольного информированного согласия пациентов оценивались следующие данные: ECOG-статус, скорость клубочковой фильтрации (СКФ), уровень креатинина, мочевины, а также результаты компьютерной томографии (КТ) грудной клетки (ГК), брюшной полости (БП) и таза (МТ). Кроме того, всем

пациентам до лечения производилась оценка функции почек методом динамической ангионефросцинтиграфии.

Данные последующего наблюдения собирались при контрольных визитах или по телефону через 3 и 6 мес., а затем каждые 6 мес. КТ ГК, БП (при допустимом уровне креатинина — с внутривенным контрастированием) выполнялась через 3, 6 мес. и далее — каждые 6 мес. после лечения. Анализ острой лучевой токсичности осуществлялся непосредственно после лечения и в течение 3 мес. после проведенной СТЛТ, поздней — через 3 мес. в соответствии с общепринятыми критериями RTOG/EORTC с учетом терминологических рекомендаций CTCAE v 5.0 [5, 6]. Функция почек оценивалась по расчетной скорости клубочковой фильтрации (СКФ) до лечения и через 6 мес. после СТЛТ. Для пациентов с неизвестной расчетной СКФ и известными значениями креатинина СКФ рассчитывалась по формуле Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) [7].

Первичной конечной точкой являлся локальный контроль через 12 мес., который оценивался по системе RECIST 1.1 [8] как изменение наибольшего диаметра по КТ или МРТ. Вторичные конечные точки включали безопасность, сохранение функции почек, общую и канцер-специфическую выживаемость (КСВ).

Моделирование и планирование СТЛТ. Ключевой особенностью локализации опухолей в почках является динамическое смещение мишени вследствие дыхательных экскурсий. Для минимизации влияния респираторной подвижности опухоли нами применялись две основные стратегии управления дыханием: задержка дыхания на глубоком вдохе — Deep Inspiration Breath Hold (DIBH) (использовалась у 11 (84,6 %) пациентов) и, в случае невозможности выполнения задержки дыхания пациентом, синхронизация

Таблица 1. Клинические, демографические и радиотерапевтические характеристики больных, включенных в исследование

Признак	Количество больных (n = 13)	
	абс.	%
Возраст, среднее значение ± стандартное отклонение σ, лет	66,5 ± 5,5	
ECOG ≤ 2 > 2	 13 –	 100 –
Сторона поражения Правая Левая	 8 5	 61,5 38,5
Единственная почка	7	53,9
Размер опухоли, среднее значение ± σ, см (min–max) см	4,1 ± 1,2 (2,1–7,0)	
Размер опухоли < 4 см (cT1a) 4–7 см (cT1b)	 6 7	 46,1 53,9
Глубина залегания опухоли в паренхиме Экзофитно ≥ 50 % Экзофитно < 50 % Эндофитно	 4 1 8	 30,8 7,7 61,5
Морфологический вариант опухоли: светлоклеточный вариант хромофобный вариант папиллярный вариант	 10 1 2	 77 7,6 15,4
Исходный уровень СКФ (мл/мин/1,73 м²) Среднее значение ± стандартное отклонение σ	48,3 ± 8,5	
Исходный уровень СКФ (мл/мин/1,73 м²) СКФ ≥ 90 СКФ 60–89 СКФ 45–59 СКФ 30–44 СКФ 15–29 СКФ < 15	 – 3 4 6 – –	 – 23,1 30,8 46,1 – –
Количество фракций облучения 1 3	 2 11	 15,4 84,6
Стратегии управления дыханием DIBH Respiratory Gating	 11 2	 84,6 15,4

DIBH — Deep Inspiration Breath Hold (метод лучевой терапии, в котором применяется задержка дыхания на глубоком вдохе); Respiratory Gating — метод лучевой терапии, который синхронизирует подачу излучения с дыхательным циклом пациента, то есть когда опухоль находится в пределах целевого «окна».

Table 1. Clinical, demographic and radiotherapy characteristics of the patients included in the study

Characteristic	Number of patients (n = 13)	
	abs.	%
Age, years, mean ± SD	66.5 ± 5.5	
ECOG performance status ≤ 2 > 2	 13 –	 100 –
Affected side Right Left	 8 5	 61.5 38.5
Solitary kidney	7	53.9
Tumor size, cm, mean ± SD (min–max)	4.1 ± 1.2 (2.1–7.0)	
Tumor size, < 4 cm (cT1a) 4–7 cm (cT1b)	 6 7	 46.1 53.9
Tumor depth within the parenchyma Exophytic ≥ 50 % Exophytic < 50 % Endophytic	 4 1 8	 30.8 7.7 61.5
Morphological tumor subtype Clear cell Chromophobe Papillary	 10 1 2	 77 7.6 15.4
Baseline GFR, mL/min/1.73 m², mean ± SD	48.3 ± 8.5	
Baseline GFR, mL/min/1.73 m² ≥ 90 60–89 45–59 30–44 15–29 < 15	 – 3 4 6 – –	 – 23.1 30.8 46.1 – –
Number of radiation fractions 1 3	 2 11	 15.4 84.6
Breathing management strategy DIBH Respiratory gating	 11 2	 84.6 15.4

DIBH, deep inspiration breath hold; respiratory gating, a radiotherapy technique that synchronizes radiation delivery with the patient's respiratory cycle when the tumor is within the target window.

облучения с определенными фазами дыхательного цикла (Respiratory gating) (применялась у двух (15,4 %) пациентов). Облучение проводилось с использованием методики VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy) — ротационного объемно-модулированного облучения. Наличие системы контроля по изображению IGRT (Image Guided Radiation Therapy) позволило контролировать воспроизводимость укладок. Различия в разовой очаговой дозе (РОД) между пациентами обусловлены расположением органов риска (прежде всего петель кишечника), а также различным объемом опухолевого субстрата.

Иммобилизация пациентов проводилась с помощью системы Quest с фиксацией рук над головой. При планировании СТЛТ использовалась величина среза КТ ≤ 1,5 мм. Сканирование пациентов проводилось в положении лежа на спине с задержкой дыхания на вдохе (DIBH), при топометрической подготовке «на свободном дыхании» выполняли 4D-КТ-сканирование для оценки степени смещения опухоли. При отсутствии противопоказаний производилось в/в контрастирование либо на вдохе, либо на свободном дыхании.

Для лечения пациентов на задержке дыхания CTV (клинический целевой объем) совпадал с GTV (общий объем опухоли), и во всех направлениях добавлялся отступ 3 мм для создания PTV (планируемого целевого объема).

Для реализации лучевого лечения в определенные фазы дыхательного цикла (*respiratory gating*) применялась предлучевая топометрическая подготовка с использованием 4D-КТ и объема облучения формировался по усредненным изображениям с учетом смещения мишени в фазы максимального вдоха и выдоха с созданием внутреннего целевого объема (ITV). Затем к ITV во всех направлениях добавлялся отступ 3 мм для создания PTV.

Обязательным являлся дозиметрический контроль планов облучения.

Программа лучевого лечения осуществлялась на линейном ускорителе TrueBeam STX (Varian, США) с энергией тормозного рентгеновского излучения от 6 до 18 МэВ. Облучение мише-

ни осуществлялось в режиме экстремального гипофракционирования дозы — три фракции через день по 15 Гр каждая до суммарной очаговой дозы (СОД) 45 Гр (применялось у 11 (84,6 %) пациентов), или одной фракции 26 Гр (у двух (15,4 %) пациентов), что согласуется с практическим руководством Международного общества стереотаксической радиохирургии (ISRS) [9] и составляет биологически эквивалентную дозу (EQD2), превышающую 100 Гр (α/β = 2,6 – 6,92). Расчет EQD2, подведенной к опухоли, осуществлялся исходя из значения

Таблица 2. Ограничения доз на критические органы при планировании СТЛТ почки

Структура	1 фр,	3 фр,
Спинной мозг	D 0,25 см^3 < 10 Гр[12] D 1,2 см^3 < 7 Гр[12] D 0,03 см^3 < 13 Гр[12]	D 0,25 см^3 < 18 Гр[12] D 0,03 см^3 < 23 Гр[12]
Тонкая кишка	D 5 см^3 < 8,8 Гр[12] D 0,03 см^3 < 19 Гр[12] ≤ 12,5 Гр на всю окружность стенки кишки[13]	D 5 см^3 < 16,2 Гр[12] D 0,03 см^3 < 27 Гр[12] D 30 см^3 < 12,5 Гр[13] ≤ 12,5 Гр на всю окружность стенки кишки[13]
12-перстная кишка	D 5 см^3 < 8,5 Гр[12] D 0,03 см^3 < 16 Гр[12]	D 5 см^3 < 15 Гр[12] D 0,03 см^3 < 24 Гр[12]
Желудок	D 1,5 см^3 < 15,4 Гр[13] D 5 см^3 < 22,5 Гр[13]	D 0,5 см^3 < 30 Гр[13] D 5см^3 < 22,5 Гр[13]
Толстая кишка	ALARA, D 1,5 см^3 < 26 Гр[13]	ALARA, D 1,5 см^3 < 42 Гр[13]
Печень	–	D 700 см^3 < 15 Гр[13]
Почка ипсилатер, (паренхима кроме ITV)	ALARA минимизировать объем высоких доз за пределами ITV[13]	ALARA минимизировать объем высоких доз за пределами ITV, V10 Гр < 33 %[13]
Почка контрлатер, (паренхима)	V10 Гр < 33%[13]	V18,6 Гр < 33 %[14]
Мочеточник	–	D 0,5 см^3 < 40 Гр[15]
Почечный синус / сосудистая ножка	–	<2/3 объема — 18,6Гр[12]
Кожа	D 0,03 см^3 < 16 Гр[12] D 10 см^3 < 14,4 Гр[12] D 1,5 см^3 < 18 Гр[13]	D 0,03 см^3 < 24 Гр[12] D10 см^3 < 22,5 Гр[12] D 1,5 см^3 < 30 Гр[13]

ALARA (as low as reasonably achievable) — максимально низкий уровень, достижимый в разумных пределах.

Table 2. Dose constraints for critical organs in SBRT planning for renal cancer

Structure	1 fraction	3 fractions
Spinal Cord	D 0.25cc < 10 Gy[12] D 1.2 cc < 7[12] D 0.03cc < 13 Gy[12]	D 0.25cc < 18 Gy[12] D 0.03cc < 23 Gy[12]
Small bowel (jejunum/ileum)	D 5cc < 8.8 Gy[12] D 0.03cc < 19 Gy[12] ≤ 12.5 Gy to the entire circumference of the bowel wall[13]	D 5cc < 16.2 Gy[12] D 0.03cc < 27 Gy[12] D 30cc < 12.5 Gy[13] ≤ 12.5 Gy to the entire circumference of the bowel wall[13]
Duodenum	D 5cc < 8.5 Gy[12] D 0.03 cc < 16 Gy[12]	D 5cc < 15 Gy[12] D 0.03cc < 24 Gy[12]
Stomach	D 1.5 cc < 15.4 Gy[13] D 5 cc < 22.5 Gy[13]	D 0.5cc < 30 Gy[13] D 5cc < 22.5Gy[13]
Large bowel/colon	ALARA. D 1.5cc < 26 Gy[13]	ALARA. D 1.5cc < 42Gy[13]
Liver	–	D 700cc < 15Gy[13]
Ipsilateral kidney (parenchyma. excluding ITV)	ALARA — minimize the volume of high doses outside the ITV[13]	ALARA — minimize the volume of high doses outside the ITV. V10 Gy < 33%[13]
Contralateral kidney (parenchyma)	V10 Gy < 33%[13]	V18.6 Gy < 33 %[14]
Ureter	–	D 0.5cc < 40 Gy[15]
Renal hilum/vascular trunk	–	< 2/3 volume — 18.6 Gy[12]
Skin	D 0.03cc < 16 Gy[12] D10 cc < 14.4 Gy[12] D 1.5 cc < 18 Gy[13]	D 0.03cc < 24 Gy[12] D10 cc < 22.5 Gy[12] D 1.5 cc < 30 Gy[13]

ALARA (as low as reasonably achievable) — the lowest level achievable within reasonable limits.

величины отношения α/β от 2,6 до 6,9, установленного на ксенотрансплантационных и *in vitro* моделях Ning и Walsh [10, 11]. Доза и режим фракционирования определялись ограничениями по токсичности облучения для нормальных тканей. При планировании СТЛТ соблюдались следующие существующие ограничения на критические органы (табл. 2), которые были объединены и модифицированы на основе ограничений, взятых из руководства Khan F. и Gerbi B. «Планирование лечения в радиационной онкологии» (2012) [12], исследования FASTRACK (Фокальная абляционная стереотаксическая радиохирургия при раке почек) [13], отчета TG101 [14] и из рекомендаций Консорциума СТЛТ Великобритании [15].

Методы статистической обработки данных. Статистический анализ выполнялся с помощью пакета программ SAS 9.4. Для сравнительного анализа количественных параметров использовался критерий *t-test* для зависимых выборок. Для количественных данных проводилась проверка нормальности с помощью критерия Колмогорова — Смирнова. Данные, имеющие нормальное распределение, описывали с помощью средних величин ± стандартное отклонение (σ), а показатели, имеющие распределение отличное от нормального, представлялись в виде медианы и квартилей. Общую и безрецидивную выживаемость анализировали по методу Каплана — Майера (Kaplan — Meier).

Ответ опухоли на лечение оценивался с использованием критериев RECIST 1.1 (критерии оценки ответа при солидных опухолях). Показатели времени до наступления события (локальный рецидив = продолженный рост опухоли и общая выживаемость) рассчитывались от даты последнего сеанса СТЛТ до даты установления продолженного роста опухоли (рецидива) или смерти соответственно или цензурировались на дату последнего наблюдения, если пациент был жив и не имел событий.

Результаты

В период с марта 2023 по март 2026 гг. с помощью СТЛТ было успешно пролечено 13 пациентов с первичным ПКР. Медиана времени наблюдения составила 15 мес. (диапазон — 6–36 мес.).

Средний возраст составил 66,5 ± 5,5 года. Средний диаметр опухоли был равен 4,1 ± 1,2. Гистологическое подтверждение ПКР до начала лечения было получено у всех 13 пациентов (100 %). Наиболее распространенным гистологическим подтипом был светлоклеточный рак (77 %). У семи пациентов (53,9 %) была единственная почка. Характеристики пациентов и подробности лечения СТЛТ представлены в табл. 1.

Все больные были пролечены с использованием технологии VMAT. В 11 случаях выполнялось три фракции СТЛТ, в двух — однофракционное лечение. Во всех наблюдениях медиана дозы PTV D 95 % составила 44,3 Гр (диапазон — 43,9–45 Гр) или 25,9 Гр (диапазон — 25,3–26,1) соответственно.

Для определения ответа опухоли на лечение на КТ-изображениях с интервалом в 6 мес. измерялся наибольший диаметр опухоли. Ответ

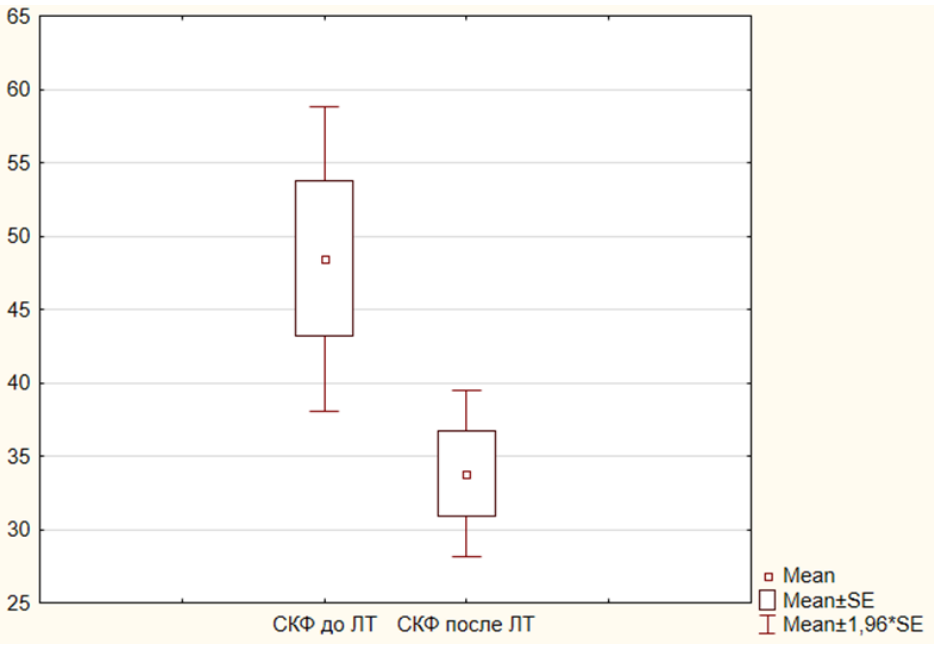

Рис. 1. Динамика СКФ до СТЛТ и через 6 мес. после СТЛТ в группе
Fig. 1. GFR dynamics before SBRT and at 6 months after SBRT in the study group

опухоли на лечение через 6 мес. можно было оценить у 13 пациентов и через 12 мес. у 10 пациентов. Трое пациентов на момент написания результатов еще не достигли 12-месячного периода наблюдения.

При оценке ответа через 12 мес. (вторая контрольная точка) ни у одного из 10 пациентов не выявлено признаков рецидива/прогрессирования заболевания. Таким образом, локальный контроль (ЛК) составил 100 %.

За время наблюдения не было смертей, связанных с прогрессированием заболевания или от других причин. Общая и канцерспецифическая выживаемость составила 100 и 100 % соответственно.

Отдаленные функциональные результаты оценивались через 6 мес. Статистический анализ продемонстрировал, что у пациентов наблюдается значимое снижение значений СКФ: среднее изменение показателей СКФ от исходного уровня составило 14,7 мл/мин (95 %-ный ДИ: 5,5–23,8) (p = 0,006 критерий *t-test* для зависимых выборок), что проиллюстрировано на рис. 1. Такое существенное снижение почечной функции, вероятно, связано с тем, что у большинства пациентов (53,9 %) была единственно функционирующая почка и интраренальное расположение опухоли, что обуславливает высокий риск облучения значительного объема паренхимы и вовлечение в поле высокой дозы почечного синуса, что в совокупности критически снижает функциональный резерв органа. Однако важно отметить, что проведение диализа не требовалось ни в одном случае.

Острые лучевые реакции изучены у всех 13 больных. Наиболее часто (6/13) в раннем постлучевом периоде у пациентов исследуемой группы регистрировались нарушения, которые можно отнести к 1 степени острой лучевой токсичности — 46,1 %. К их числу были отнесены случаи тошноты и/или рвоты легкой степени тяжести. Умеренная лучевая токсичность 2 степени отмечена в 23 % (3/13) наблюдений. К ним относились случаи умеренной усталости. В группе не было зарегистрировано случаев острой токсичности 3, 4 или 5 степени.

Поздние лучевые повреждения оценивались спустя три и более месяцев после завершения ЛТ. При анализе поздних осложнений у девяти (69,2 %) больных не было отмечено каких-либо симптомов. У четырех (30,7 %) больных наблюдалась токсичность 1 степени в виде усталости легкой степени. Поздней лучевой токсичности 2, 3, 4 и 5 степени отмечено не было ни у одного из пациентов.

Другим интересным наблюдением проведенного нами анализа является то, что сохраняющаяся гиперваскуляризация в облученном опухолевом очаге не является критерием рефрактерности к терапии, а может отражать медленную гибель опухолевых клеток, что подтверждается патоморфологическим исследованием представленного клинического случая (клинический пример — см. приложение онлайн). Из-за этой особенности следует проявлять осторожность при оценке ответа опухоли на СТЛТ (рис. 2, 3).

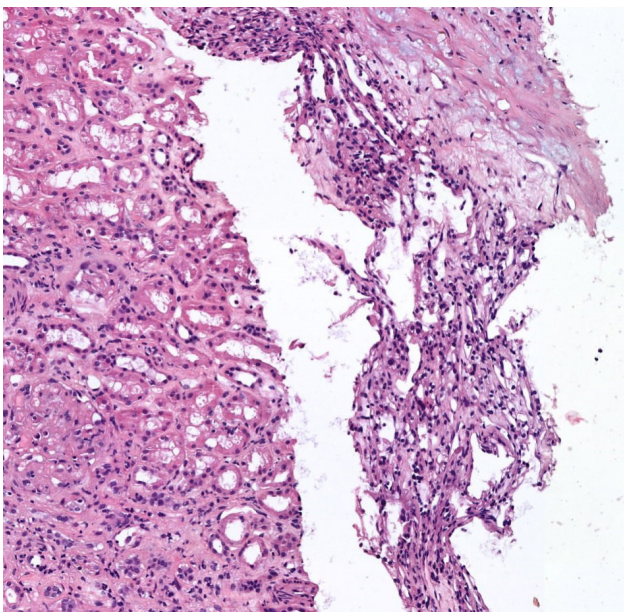

Рис. 2. Окрашивание гематоксилином и эозином, показывающее столбики почки с полями светлоклеточной почечноклеточной карциномы через 6 мес. после СТЛТ

Fig. 2. Hematoxylin and eosin staining showing renal columns with areas of clear cell renal cell carcinoma at 6 months after SBRT

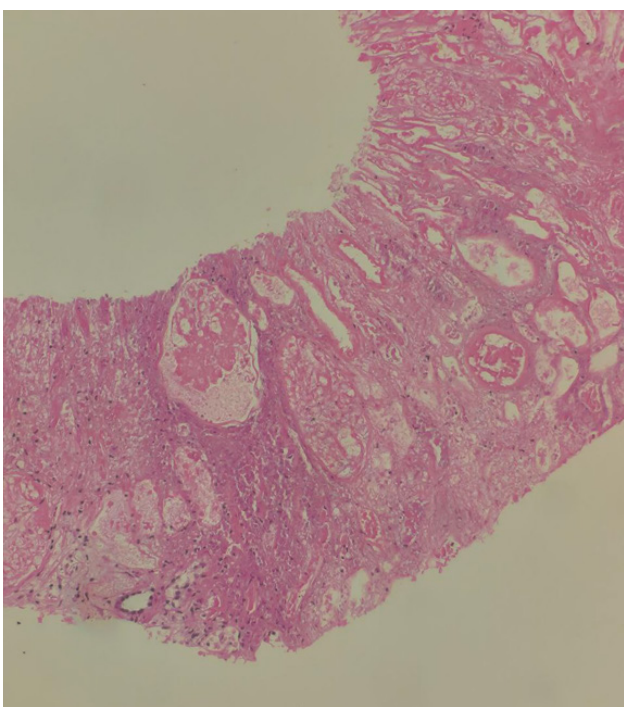

Рис. 3. Окрашивание гематоксилином и эозином, показывающее столбики почки с фокусами некроза, вне опухоли, через 16 мес. после СТЛТ

Fig. 3. Hematoxylin and eosin staining showing renal columns with foci of necrosis outside the tumor at 16 months after SBRT

Обсуждение

Проведенный промежуточный анализ результатов проспективного одноцентрового исследования показал, что СТЛТ у неоперабельных пациентов с первичным ПКР характеризуется высокой эффективностью и обеспечивает 100 %-ный однолетний локальный контроль и высокие показатели однолетней выживаемости: 100 % КСВ и ОВ.

Полученные результаты коррелируют с данными многоцентрового нерандомизированного исследования 2-й фазы FASTRACK II, которое продемонстрировало, что у 70 пациентов, включенных в исследование, ЛК через 12 мес. составил 100 %. [18] При этом у семи (10 %) пациентов наблюдались нежелательные явления 3 степени тяжести, связанные с лечением (преимущественно тошнота и рвота, боль в животе и др.), нежелательные явления 4 степени тяжести отсутствовали.

Метаанализ 133 исследований [19] показал преимущества СТЛТ в достижении ЛК у пациентов с первичным ПКР по сравнению с РЧА, микроволновой абляцией и криоабляцией: двухлетний ЛК составил 99 против 95, 95 и 94 % соответственно, а пятилетний — 95 против 92, 86 и 90 % соответственно. При этом доля пациентов, сообщивших о нежелательных явлениях 3–4 степени тяжести после проведенной СТЛТ, составила 2 %.

Сохранение функции почек является критически важным аспектом при нефронсохраняющих подходах к лечению первичного ПКР. Особенностью полученных результатов является то, что они доказали приемлемое сохранение почечной функции после СТЛТ даже у пациентов с единственной почкой. На момент последнего зарегистрированного клинического осмотра, проведенного через три года после СТЛТ, ни одному пациенту не потребовалась заместительная почечная терапия. Средняя СКФ за период наблюдения в группе снизилась на 14,7 мл/мин. Полученные данные коррелируют с предыдущими наблюдениями. Так, в работе Sh. Siva и соавт. (2017) одним из первых, оценивших онкологические и функциональные результаты СТЛТ при первичном ПКР, продемонстрировано среднее снижение почечной функции на 11 мл/мин от исходной [20]. При этом важно отметить, что в нашем исследовании доля пациентов с единственной почкой была высокой (53,9 %), а средняя расчетная СКФ до лечения уже была значительно снижена и составляла 48,3 мл/мин/1,73 м².

V. Tan и соавт. [21] провели долгосрочный анализ результатов облучения 190 пациентов, в том числе с единственной почкой (56 больных): через пять лет после СТЛТ расчетная СКФ снизилась на –14,5 мл/мин у пациентов с единственной почкой и на –13,3 мл/мин у больных с обеими почками (p = 0,67) и, соответственно, наблюдались аналогичные показатели диализа после СТЛТ (3,6 % [n = 2/56] против 3,7 % [n = 5/134]). В заключении авторы сделали вывод о том, что при длительном наблюдении СТЛТ приводит к умеренному долгосрочному снижению функции почек и низким показателям диализа даже у пациентов с единственной почкой.

На основании различных исследований можно сделать вывод, что наиболее распространенными острыми токсическими эффектами СТЛТ локализованного рака почки являются усталость, тошнота и рвота. К редким острым побочным эффектам относятся дерматит, дискомфорт/боль в животе и другие желудочно-кишечные токсические эффекты, такие как диарея, которые, как правило, носят легкий характер. Международный консорциум радиохирургической онкологии почек IROCK указал на общую вероятность нежелательных явлений 1–2 степени в 37 % [22], что сопоставимо с нашими данными. R. Correa и соавт. упоминают вероятность развития токсичности первой или второй степени 37,5 и 8,8 % соответственно, а вероятность более серьезных нежелательных явлений 3–4 степени составляет около 1,5 % (диапазон — 0–25 %). Примерами являются повреждение кишечника, приводящее к кровотечению и перфорации, переломы ребер и повреждение спинного мозга [23].

Другим интересным наблюдением проведенного нами анализа является то, что сохраняющаяся гиперваскуляризация в облученном опухолевом очаге не является критерием рефрактерности к терапии, а может отражать медленную гибель опухолевых клеток. Это подтверждается патоморфологическим исследованием представленного клинического случая. Из-за данной особенности следует проявлять осторожность при оценке ответа опухоли на СТЛТ.

По результатам проведенного нами анализа установлено, что персистирующая гиперваскуляризация в облученном очаге не всегда свидетельствует о рефрактерности опухоли к лечению. Данный феномен может быть следствием отсроченной гибели опухолевых клеток, что верифицировано данными патоморфологического анализа в описанном клиническом наблюдении. Выявленная особенность диктует необходимость прецизионного подхода к интерпретации результатов СТЛТ.

M. Sun и соавт. [24] оценили динамику изменения размеров и контрастирования опухолей почек до и после СТЛТ. 40 больным, вошедшим в исследование, было выполнено 338 исследо-

ваний до и после лечения: 214 МРТ и 124 КТ. Было установлено, что средняя скорость роста опухоли до лечения составляла 0,68 см/год, а после лечения она снизилась до –0,37 см/год ($p < 0,0001$). Локальный контроль, определяемый как рост менее 5 мм, был достигнут в 38 из 41 (92,7 %) опухолей. Критерии оценки ответа при солидных опухолях (RECIST) 1.1 показали прогрессирование в одной опухоли (2,4 %), стабилизацию — в 31 опухоли (75,6 %), частичный ответ — в восьми опухолях (19,5 %), и полный ответ — в одной опухоли (2,4 %). При этом следует подчеркнуть, что статистически значимых изменений в контрастировании опухоли не наблюдалось (средний период наблюдения — 142 дня, диапазон — 7–581 день).

В целом можно отметить, что немногочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что СТЛТ первичного ПКР обеспечивает достижение высоких показателей локального контроля (95–100 %) при низкой вероятности возникновения тяжелых осложнений лечения или нарушения функции почек.

Заключение

Предварительный анализ результатов СТЛТ рака почки указывает на высокую эффективность и краткосрочную безопасность метода, что подтверждается 100 %-ным однолетним локальным контролем и отсутствием выраженной (3 степени и выше) токсичности. Для убедительной оценки клинического значения СТЛТ при лечении ПКР необходимо проведение более крупных исследований с длительным сроком наблюдения.

Конфликт интересов
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest
The authors declare no conflict of interest.

Финансирование
Исследование не имело спонсорской поддержки.
Funding
The work was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики
Данное исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Поскольку работа представляет собой ретроспективный анализ клинических данных, и все пациенты подписали информированное согласие на медицинское вмешательство и обработку персональных данных, отдельное одобрение этического комитета не требовалось, однако все процедуры выполнялись с соблюдением этических норм.
Compliance with patient rights and principles of bioethics
The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. As the study represents a retrospective analysis of clinical data and all patients provided written informed consent for medical intervention and processing of personal data, separate approval by an ethics committee was not required. All procedures were performed in accordance with ethical standards.

Участие авторов
Самарцева Е.Е. — разработка концепции и дизайна научной работы, сбор и анализ полученных данных, написание статьи;
Новиков С.Н. — разработка концепции и дизайна научной работы, анализ научной работы, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания;
Щекутеев Н.А. — обсуждение полученных результатов, подготовка текста к публикации;
Носов А.К. — разработка концепции и дизайна научной работы, анализ научной работы, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания;
Беркут М.В. — обсуждение полученных результатов, подготовка текста к публикации.
Authors' contributions
Samartseva E.E.: study concept and design, data collection and analysis, manuscript writing;
Novikov S.N.: study concept and design, analysis of the study, critical revision with valuable intellectual input;
Shchekuteev N.A.: discussion of the results, preparation of the manuscript for publication;
Nosov A.K.: study concept and design, analysis of the study, critical revision with valuable intellectual input;
Berkut M.V.: discussion of the results, preparation of the manuscript for publication.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress. ISBN 978-94-92671-32-5.-URL: https://uroweb.org/guidelines/renal-cell-carcinoma.
2. NCCN Guidelines.-URL: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/kidney.pdf.
3. Kwan K.G., Matsumoto E.D. Radiofrequency ablation and cryoablation of renal tumours. *Curr Oncol*. 2007; 14(1): 34-8.-DOI: 10.3747/co.2007.113.
4. Wah T.M., Irving H.C., Gregory W., et al. Radiofrequency ablation (RFA) of renal cell carcinoma (RCC): experience in 200 tumours. *BJU Int*. 2014; 113(3): 416-28.-DOI: 10.1111/bju.12349.
5. Cox J.D., Stetz J., Pajak T.F. Toxicity criteria of the Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) and the European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC). *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1995; 31(5): 1341-1346.-DOI: 10.1016/0360-3016(95)00060-C.
6. Common Terminology Criteria for Adverse Events (CTCAE) Version 5.0 / U.S. department of health and human services National Institutes of Health National Cancer Institute (2017).-URL: https://dctd.cancer.gov/research/ctep-trials/for-sites/adverse-events/ctcae-v5-5x7.pdf.
7. Levey A.S., Stevens L.A., Schmid C.H., et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med*. 2009; 150: 604-12.-DOI: 10.7326/0003-4819-150-9-200905050-00006.
8. Eisenhauer E.A., Therasse P., Boga-erts J., et al. New response evaluation criteria in solid tumours: Revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur. J. Cancer*. 2009; 45: 228-47.-DOI: 10.1016/j.ejca.2008.10.026.
9. Siva S., Louie A.V., Kotecha R., et al. Stereotactic body radiotherapy for primary renal cell carcinoma: A systematic review and practice guideline from the International Society

of Stereotactic Radiosurgery (ISRS). *Lancet Oncol*. 2024; 25: e18-e28.-DOI: 10.1016/S1470-2045(23)00513-2.
10. Ning S., Trisler K., Wessels B.W., Knox S.J. Radiobiologic studies of radioimmunotherapy and external beam radiotherapy in vitro and in vivo in human renal cell carcinoma xenografts. *Cancer*. 1997; 80(12 Suppl): 2519-28.-DOI: 10.1002/(sici)1097-0142(19971215)80:12+<2519::aid-cncr26>3.3.co;2-t.
11. Walsh L., Stanfield J.L., Cho L.C., et al. Efficacy of ablative high-dose-per-fraction radiation for implanted human renal cell cancer in a nude mouse model. *Eur Urol*. 2006; 50(4): 795-800; discussion 800.-DOI: 10.1016/j.eururo.2006.03.021.
12. Khan F.M., Gerbi B.J. Treatment planning in radiation oncology. 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams &Wilkins; 2012. ISBN 978-1-60831- 431-7.
13. Siva S., Chesson B., Bressel M., et al. TROG 15.03 phase II clinical trial of Focal Ablative Stereotactic Radiosurgery for Cancers of the Kidney — FASTRACK II. *BMC Cancer*. 2018; 18(1): 1030.-DOI: 10.1186/s12885-018-4916-2.
14. Benedict S.H., Yenice K.M., Followill D., et al. Stereotactic body radiation therapy: the report of AAPM Task Group 101. *Med Phys*. 2010; 37(8): 4078-101.-DOI: 10.1118/1.3438081.
15. Hanna G.G., Murray L., Patel R., et al. UK consensus on normal tissue dose constraints for stereotactic radiotherapy. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2018; 30(1): 5-14.-DOI: 10.1016/j.clon.2017.09.007.
16. Feyer P., Jahn F., Jordan K. Prophylactic Management of Radiation-Induced Nausea and Vomiting. *Biomed Res Int*. 2015; 2015: 893013.-DOI: 10.1155/2015/893013.
17. Vijayan M., Joseph S., James E., Dutta D. A review on radiation induced nausea and vomiting: "Current management strategies and prominence of radio sensitizers". *J Oncol Pharm Pract*. 2021; 27(5): 1061-1072.-DOI: 10.1177/10781552211011539.
18. Siva S., Bressel M., Sidhom M., et al. FASTRACK II Investigator Group. Stereotactic ablative body radiotherapy for primary kidney cancer (TROG 15.03 FASTRACK II): a non-randomised phase 2 trial. *Lancet Oncol*. 2024; 25(3): 308-316.-DOI: 10.1016/S1470-2045(24)00020-2.
19. Huang R.S., Chow R., Benour A., et al. Comparative efficacy and safety of ablative therapies in the management of primary localised renal cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Oncol*. 2025; 26(3): 387-398.-DOI: 10.1016/S1470-2045(24)00731-9.
20. Siva S., Pham D., Kron T., et al. Stereotactic ablative body radiotherapy for inoperable primary kidney cancer: a prospective clinical trial. *BJU Int*. 2017; 120(5): 623-630.-DOI: 10.1111/bju.13811.
21. Tan V.S., Correa R.J.M., Warner A., et al. Long-term renal function outcomes after stereotactic ablative body radiotherapy for primary renal cell carcinoma including patients with a solitary kidney: A report from the International Radiosurgery Oncology Consortium of the Kidney. *Eur Urol Oncol*. 2024; 7(6): 1527-1534.-DOI: 10.1016/j.euo.2024.06.012.
22. Siva S., Louie A.V., Warner A., et al. Pooled analysis of stereotactic ablative radiotherapy for primary renal cell carcinoma: A report from the International Radiosurgery Oncology Consortium for Kidney (IROCK). *Cancer*. 2018; 124: 934-942.-DOI: 10.1002/cncr.31156.
23. Correa R.J.M., Louie A.V., Zaorsky N.G., et al. The emerging role of stereotactic ablative radiotherapy for primary renal cell carcinoma: A systematic review and meta-analysis. *Eur Urol Focus*. 2019; 5(6): 958-969.-DOI: 10.1016/j.euf.2019.06.002.
24. Sun M.R., Brook A., Powell M.F., et al. Effect of stereotactic body radiotherapy on the growth kinetics and enhancement pattern of primary renal tumors. *AJR Am J Roentgenol*. 2016; 206(3): 544-53.-DOI: 10.2214/AJR.14.14099.

Поступила в редакцию / Received / 02.08.2026
Прошла рецензирование / Reviewed / 17.09.2026
Принята к печати / Accepted for publication / 09.11.2026

Сведения об авторах / Author Information / ORCID

Екатерина Евгеньевна Самарцева / Ekaterina E. Samartseva / ORCID ID: 0009-0008-8585-0982.
Сергей Николаевич Новиков / Sergey N. Novikov / ORCID ID: 0000-0002-7185-1967.
Никита Андреевич Щекутеев / Nikita A. Shchekuteev / ORCID ID: 0000-0001-9625-3907.
Александр Константинович Носов / Alexander K. Nosov / ORCID ID: 0000-0003-3850-7109.
Мария Владимировна Беркут / Mariya V. Berkut / ORCID ID: 0000-0002-6276-1716.