

Роль ПЭТ/КТ мочевого пузыря с ^{11}C -холином в диагностике позднего лучевого цистита (пилотное исследование)

© Бердичевский Б.А.^{1*}, Зубик Г.В.¹, Павлова И.В.¹, Гоняев А.Р.², Учаев Д.А.³, Корабельников М.А.⁴

¹ Клиника урологии ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России; 625023 Тюмень, ул. Одесская, д. 54, Российская Федерация

² Клинический госпиталь «Мать и дитя»; 625062 Тюмень, ул. Юрия Семовских, д. 20, Российская Федерация

³ Научно-образовательный центр «Нанотехнологии» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» Минздрава России; 454080 Челябинск, просп. Ленина, д. 76, Российская Федерация

⁴ Радиологический центр ГАУЗ Тюменской области МКМЦ «Медицинский город»; 625041 Тюмень, ул. Барнаульская, д. 32, Российская Федерация

Цель исследования: рассмотреть возможности применения ПЭТ/КТ с ^{11}C -холином для визуальной и ультраструктурной оценки барьерных функций стенки мочевого пузыря у женщин с поздним лучевым циститом. Исследование носит пилотный характер и ранее аналогичных ему не проводилось.

Материал и методы. Проведено комплексное обследование четырех женщин с различной степенью выраженности визуальных проявлений позднего лучевого цистита. Изучалась тропность ^{11}C -холина к стенке мочевого пузыря у этих пациенток (характеризуя ее по величине используемого стандартно при ПЭТ/КТ показателя стандартизированной величины поглощения радиофармпрепарата (в мировой практике – standardized uptake value – SUV), в частности, SUV_{max} в комплексе с результатами сканирующей электронной микроскопии всех элементов стенки мочевого пузыря в едином блоке.

Результаты. Установлено, что тропность ^{11}C -холина к стенке мочевого пузыря при позднем лучевом цистите коррелирует с выраженностью ультраструктурных изменений в его стенке, что может быть использовано в качестве дополнительного маркера состоятельности барьерных функций мочевого пузыря.

Заключение. Клиническое применение разработанной нами программы для ЭВМ позволяет врачу-урологу по цифровому показателю (SUV_{max}) по данным ПЭТ/КТ с ^{11}C -холином получать вероятную визуальную и ультраструктурную 3D-характеристику всех элементов его стенки.

Ключевые слова: ПЭТ/КТ; ^{11}C -холин; сканирующая электронная микроскопия; поздний лучевой цистит

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Бердичевский Б.А., Зубик Г.В., Павлова И.В., Гоняев А.Р., Учаев Д.А., Корабельников М.А. Роль ПЭТ/КТ мочевого пузыря с ^{11}C -холином в диагностике позднего лучевого цистита (пилотное исследование). *Медицинская визуализация*. 2026; 30 (3): 90–96. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1606>

Поступила в редакцию: 10.10.2025.

Принята к печати: 23.05.2026.

Опубликована online: 30.09.2026.

The role of ^{11}C -Choline PET/CT scanning of the bladder in the diagnosis of late radiation cystitis (pilot study)

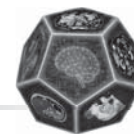
© Boris A. Berdichevsky^{1*}, Grigory V. Zubik¹, Irina V. Pavlova¹,
Artem R. Gonyaev², Daniil A. Uchaev³, Mikhail A. Korabelnikov⁴

¹ Urology Clinic, Tyumen State Medical University; 54, Odesskaya str., Tyumen 625023, Russian Federation

² “Mother and Child” Clinical Hospital; 20, Yuri Semovskikh str., Tyumen 625062, Russian Federation

³ Nanotechnology Research and Educational Center, South Ural State University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 76, Lenin prosp., Chelyabinsk 454080, Russian Federation

⁴ Radiology Center of the State Healthcare Institution of the Tyumen Region, the Medical City Clinical Medical Center; 32, Barnaul'skaya str., Tyumen 625041, Russian Federation



The aim of the study was to consider the possibilities of using ^{11}C -choline PET/CT for visual and ultrastructural assessment of bladder wall barrier functions in women with late radiation cystitis.

Materials and methods. A comprehensive examination of four women with varying visual manifestations of late radiation cystitis was conducted. The affinity of the bladder wall for ^{11}C -choline was studied using PET/CT as the standardized uptake level of labeled molecules (SUV_{max}) coming from urine in combination with the results of scanning electron microscopy of all bladder wall elements in a single block.

Results. It was found that the affinity of the bladder wall for labeled ^{11}C -choline molecules in late radiation cystitis correlates with the severity of ultrastructural changes in its wall, which can be used as an additional marker of bladder barrier function integrity.

Conclusion. The clinical application of our developed computer program allows urologists to obtain a probable visual and ultrastructural 3D reconstruction of all elements of the bladder wall using the digital value (SUV_{max}) of ^{11}C choline PET/CT.

Keywords: PET/CT; ^{11}C choline; scanning electron microscopy; late radiation cystitis

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Berdichevsky B.A., Zubik G.V., Pavlova I.V., Gonyaev A.R., Uchaev D.A., Korabelnikov M.A. The role of ^{11}C -Choline PET/CT scanning of the bladder in the diagnosis of late radiation cystitis (pilot study). *Medical Visualization*. 2026; 30 (3): 90-96. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1606>

Received: 10.10.2025.

Accepted for publication: 23.05.2026.

Published online: 30.09.2026.

Введение

В обзорной статье Е.А. Николаевой и соавт. [1], опубликованной в 2022 г. и посвященной часто встречающимся не только злокачественным, но и доброкачественным вариантам накопления фтордезоксиглюкозы (ФДГ) при заболеваниях органов малого таза у женщин, авторы обратили наше внимание на то, что этот радиофармпрепарат (РФП), обладая высокой чувствительностью в отношении злокачественных образований, также может быть специфичен и для доброкачественных воспалительных процессов за счет их способности гипераккумулировать ФДГ. Авторы статьи поднимают проблему стандартизации метаболических показателей уровня захвата РФП (SUV_{max}) здоровыми и воспаленными тканями [1]. На примере эндометрия здоровых женщин ранее было показано, что интенсивность поглощения РФП (SUV_{max}) в пременопаузе здоровых женщин составляет $2,6 \pm 1,1$. Он снижается в постменопаузе до значений $1,7 \pm 0,7$ [2]. При онкологических заболеваниях может возрастать до $11,4 \pm 0,5$ и не зависеть от стадии и размера опухоли [3, 4]. Воспаленные ткани также обладают тропностью к РФП, но с меньшей интенсивностью его поглощения и длительностью удержания [5]. Таким образом, ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ обладает высокой диагностической ценностью в дифференциальной диагностике рецидивов и постлучевых изменений в ранее облученных зонах, что требует проведения специального изучения и уточнения.

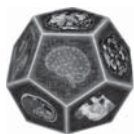
В 2011 г. на международной конференции Общества инженеров IEEE в области медицины и биологии в докладе на тему: "Интегративная навигация мочевого пузыря при эндоскопии" обсуждалась важность создания интуитивных навигационных систем 3D-панорамного изображения слизи-

стой оболочки мочевого пузыря, основанных на интеграции результатов сложных высоких технологий верификации диагноза путем разработки и внедрения недорогих и доступных навигационных аналогов [6-8]. При этом изучение физиологических и неонкологических причин поглощения меченых молекул рекомендовалось анализировать для формирования точной и исчерпывающей интерпретации неожиданно полученных результатов ПЭТ/КТ [9]. При этом при использовании вместо ФДГ ^{11}C -холина удавалось более точно дифференцировать воспаление от онкологии, а также оценивать характер и глубину поражения стенки мочевого пузыря [10-12].

Цель исследования: оценка информативности ПЭТ/КТ-сканирования всего тела человека с ^{11}C -холином для ультраструктурного анализа барьерных функций стенки мочевого пузыря у женщин с поздним лучевым циститом.

Материал и методы

В анализируемую группу было включено 4 женщины с медианой возраста 39,5 (37;42) года, находившихся под наблюдением в урологической клинике Тюменского медицинского университета с различно выраженными визуальными проявлениями позднего лучевого цистита. Клинические проявления болезни возникали в период от 12 до 24 мес после дистанционной лучевой терапии рака шейки матки II стадии. В стационарных условиях под общим обезболиванием женщинам проводилась смотровая цистоскопия с забором материала для проведения сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). ПЭТ/КТ-сканирование всего тела с ^{11}C -холином выполнялось по направлению онколога с целью исключения прогрессирования основ-



ного заболевания и вовлеченности в него мочевого пузыря. Изучалась тропность данного РФП к стенке мочевого пузыря по расчетному показателю SUV_{max} , который рассчитывался стандартным образом средствами программного обеспечения ПЭТ/КТ-томографа Biograph производства фирмы Siemens. ПЭТ/КТ-сканирование с внутривенным контрастированием при выполнении КТ-этапа исследования имело параметры: напряжение на трубке 120 кВ, тока >150 мАс, с оптимальной толщиной срезов, позволяющих сделать реконструкции с толщиной получаемых производных срезов не более 2 мм. При этом скорость введения контраста составляла 3 мл/с с индивидуальным расчетом объема из расчета 1,5 мл контрастного препарата на 1 кг массы тела. Сканирование всего тела пациента проводили по стандартной методике сразу после введения контрастного препарата, общее время процедуры составляло 30 мин.

СЭМ выполнялась по стандартной методике в Тюменском научном центре Сибирского отделения РАН на аппарате сканирующей электронной микроскопии Hitachi High-Tech's SU3800/SU3900. Клиническая навигация ультраструктурной состоятельности барьерных функций стенки мочевого пузыря путем 3D-реконструкции цистоскопической картины и ультраструктурного состояния всех элементов его стенки в едином блоке по показателю стандартизированного уровня захвата РФП SUV_{max} выполнялась с использованием разработанной и внедренной нами оригинальной программы для ЭВМ.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом (Комитет по этике ФГБОУ ВО "Тюменский ГМУ Минздрава России") (протокол № 124 от 23.10.2024). Все пациенты, данные которых включены в исследование, при поступлении в стационар подписывали информированное добровольное согласие на использование результатов обследования и лечения в научных целях.

Результаты исследования

В проведенном исследовании получены данные, указывающие на то, что тропность ^{11}C -холина к стенке мочевого пузыря при различных визуальных проявлениях позднего лучевого воспаления коррелирует с выраженностью ультраструктурных изменений его стенки. Так, при легкой гиперемии сосудов слизистой оболочки уротелий представлен полигональными клетками сравнительно одинакового размера с плотно сомкнутыми межклеточными

пространствами. Поверхность фасеточных клеток покрыта короткими микроворсинками за счет складчатости поверхностных мембран. Элементы собственной пластинки, включающие эпителиоциты, стромальные клетки и базальные мембраны, интактны, а структурированные мышечные волокна детрузора имеют узкие межклеточные промежутки. При этом показатель стандартизированного уровня захвата молекул ^{11}C -холина стенкой мочевого пузыря был минимальным: $SUV_{max} < 5$. Для более выраженных визуальных изменений слизистой оболочки в виде ее помутнения, появления телеангиоэктазий, локальных эрозий или тотальной гиперемии с отеком слизистой оказалось характерным нарастающая деформация уротелиальных клеток с появлением шероховатости, расширяющей межклеточные пространства. Это сопровождалось нарушением целостности сплошного уротелиального покрова с частичным обнажением собственной пластинки слизистой, появлением рыхлой внеклеточной соединительной ткани, окружающей фрагменты разрушенных эпителиоцитов, стромальных клеток, базальных мембран, покрытых сетью из фибрина. Все это сопровождалось изменением размеров и формы миоцитов детрузора, расширением межклеточных пространств между ними и дополнительным насыщением стенки мочевого пузыря молекулами ^{11}C -холина (SUV_{max} от 6 до 100) (рис. 1).

В процессе создания удобной для восприятия практикующим урологом инструмента по клинической навигации ультраструктурной и молекулярно-клеточной состоятельности барьерных функций стенки мочевого пузыря нами использована оригинальная ЭВМ-программа, позволяющая по цифровому повоксельному пространственному распределению значений SUV_{max} создавать реконструкцию вероятной 3D-цистоскопической картины слизистой оболочки и всех элементов стенки мочевого пузыря (слизистая, собственная пластинка, миоциты детрузора) в едином блоке, увеличенном в более 6000 раз, с количественной оценкой степени ее насыщения ^{11}C -холином (рис. 2).

Так, на представленной 3D-виртуальной модели вариантов визуальных проявлений позднего лучевого цистита показана ультраструктурная 3D-реконструкция всех элементов стенки мочевого пузыря (1), где цифровой показатель (2) насыщения стенки мочевого пузыря ^{11}C -холина (SUV_{max}) является индикатором снижения барьерной функции стенки мочевого пузыря.

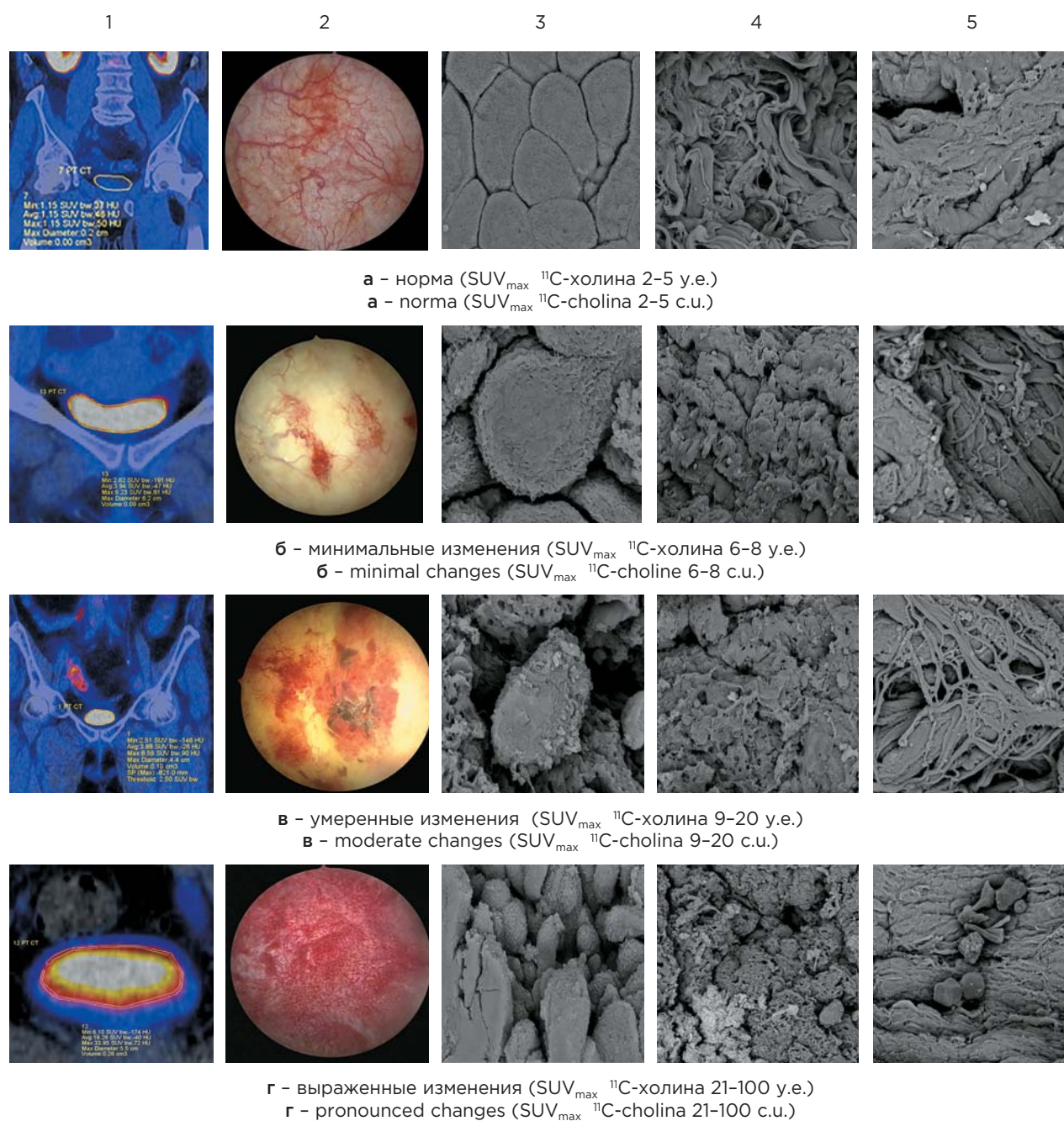
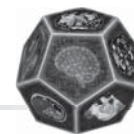


Рис. 1. Многофакторная визуальная оценка структурно-функционального состояния стенки мочевого пузыря по результатам ПЭТ/КТ с ^{11}C -холином (1), смотровой цистоскопии (2), электронной микроскопии слизистого слоя (3), подслизистого слоя (4), мышечного слоя (5) мочевого пузыря. а - норма; б - минимальные изменения; в - умеренные изменения; г - выраженные изменения.

Fig. 1. Multifactorial visual assessment of the structural and functional state of the bladder wall based on the results of PET/CT with ^{11}C -choline (1), viewing cystoscopy (2), electron microscopy of the mucous layer (3), submucous layer (4), and muscular layer (5) of the bladder. а - normal; б - minimal changes; в - moderate changes; г - severe changes.

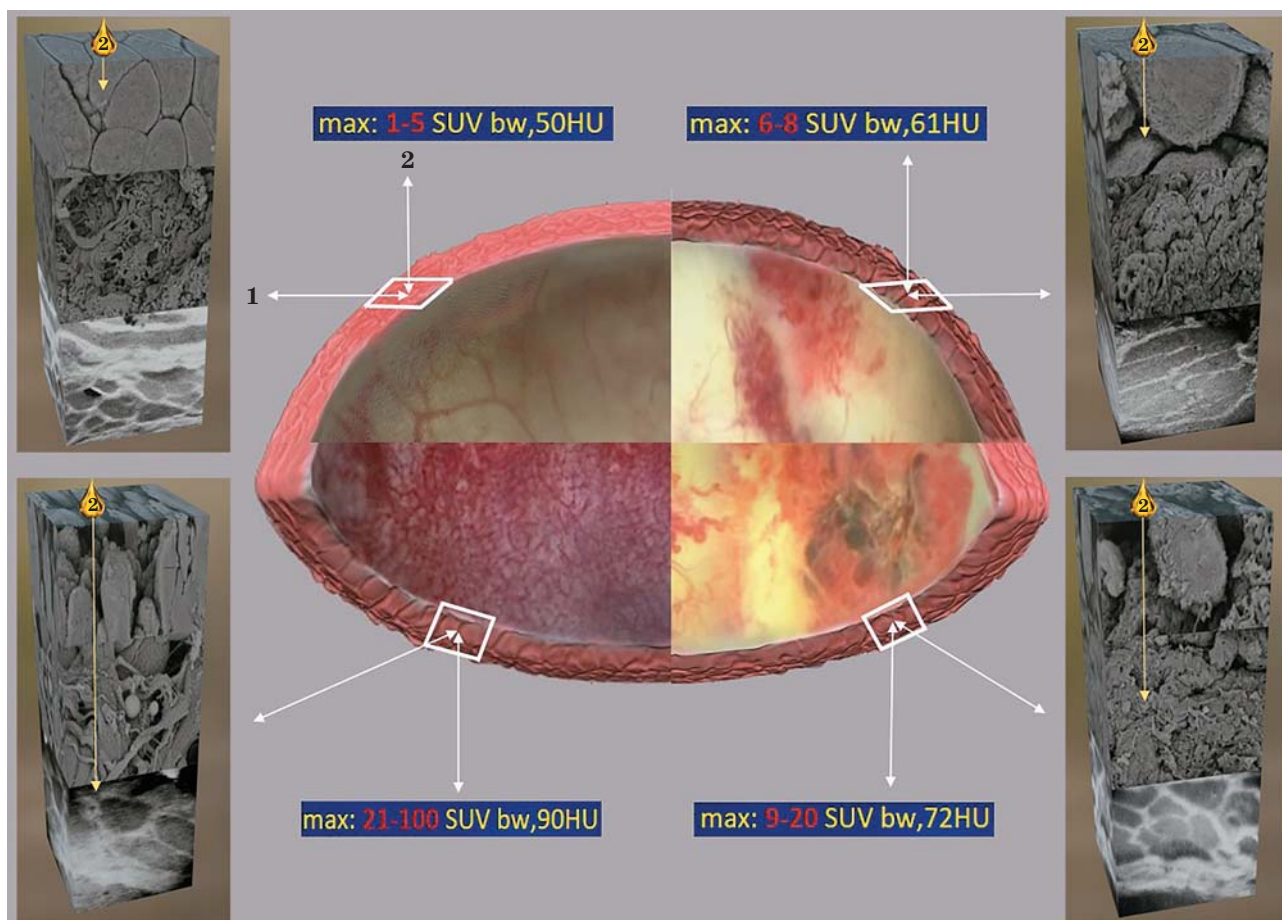
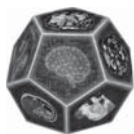


Рис. 2. Схема клинической навигации ультраструктурной и молекулярно-клеточной состоятельности барьерных функций стенки мочевого пузыря (1 – все элементы стенки мочевого пузыря в едином блоке с увеличением $\times 6000$, 2 – цифровой показатель насыщения стенки мочевого пузыря ^{11}C холина SUV_{max}).

Fig. 2. Scheme of clinical navigation of ultrastructural and molecular-cellular competence of the barrier functions of the bladder wall (1 – all elements of the bladder wall in a single block with a magnification $\times 6000$, 2 – digital indicator SUV_{max} of saturation of the bladder wall ^{11}C choline molecules).

Обсуждение

В настоящем исследовании был использован метод ПЭТ/КТ-сканирования с ^{11}C -холином для оценки ультраструктурного состояния стенки мочевого пузыря у женщин с поздним лучевым циститом. Особое значение при этом уделялось максимальному насыщению цифрового значения SUV_{max} информацией в удобной для восприятия практическим врачом форме макроскопического и ультраструктурного поражения мочевого пузыря [13–19].

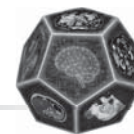
Разработанная нами оригинальная ЭВМ-программа позволит урологу в условиях поликлинического приема по цифровым данным электронного носителя, содержащего результаты ПЭТ/КТ-сканирования всего тела с ^{11}C -холином, независимо от показаний для его проведения смоделировать высоковероятную виртуальную 3D-картину результатов цистоскопии и ультраструктурного состояния

всех элементов стенки мочевого пузыря в едином блоке и использовать эти данные в качестве дополнительного инструмента по оценке состоятельности барьерных функций мочевого пузыря.

Заключение

Клиническое применение навигации с помощью разработанной нами оригинальной программы для ЭВМ позволит врачу-урологу по цифровому показателю стандартизированной величины поглощения SUV_{max} ^{11}C -холина стенкой мочевого пузыря получать вероятную визуальную и ультраструктурную 3D-реконструкцию всех элементов его стенки с количественной оценкой степени поглощения РФП.

Недостатком выполненной работы является ограниченное количество наблюдений, применение в качестве условной нормы показателя собственных наблюдений, полученных на региональном



уровне с применением программного обеспечения ПЭТ/КТ-томографа (Biograph) компании Siemens. Необходима верификация предложенного нами подхода на статистически существенно более мощных группах пациенток. Также в данном исследовании не проводился анализ особенностей клинических проявлений воспаления мочевого пузыря. Наша программа может быть получена по электронной почте по запросу у автора для переписки данной статьи.

Участие авторов

Бердичевский Б.А. – концепция и дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, утверждение окончательного варианта статьи, анализ и интерпретация полученных данных, ответственность за целостность всех частей статьи.

Зубик Г.В. – написание текста, подготовка и редактирование текста, обзор публикаций по теме, анализ и интерпретация полученных данных, ответственность за целостность всех частей статьи.

Павлова И.В. – сбор и обработка данных, участие в научном дизайне, проведение исследования.

Гоняев А.Р. – сбор и обработка данных, участие в научном дизайне, проведение исследования.

Учаев Д.А. – сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, проведение исследования.

Корабельников М.А. – сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, проведение исследования.

Authors' participation

Berdichevsky B.A. – concept and design of the study, review of publications, approval of the final version of the article, analysis and interpretation of the obtained data, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Zubik G.V. – writing text, text preparation and editing, review of publications, analysis and interpretation of the obtained data, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Pavlova I.V. – collection and analysis of data, participation in scientific design, conducting research.

Gonyaev A.R. – collection and analysis of data, participation in scientific design, conducting research.

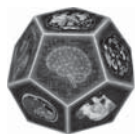
Uchaev D.A. – collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, conducting research.

Korabelnikov M.A. – collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, conducting research.

Список литературы [References]

1. Николаева Е.А., Тарачкова Е.В., Шейх Ж.В., Тюрин И.Е. Роль ПЭТ/КТ в онкогинекологии (обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2023; 27 (1): 145-157. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1198> Nikolaeva E.A., Tarachkova E.V., Sheikh Zh.V., Tyurin I.E. The role of PET/CT in gynecological oncology (literature review). *Medical Visualization*. 2023; 27 (1): 145-157. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1198> (In Russian)
2. Lerman H., Metser U., Grisaru D. et al. Normal and abnormal 18F-FDG endometrial and ovarian uptake in pre- and postmenopausal patients: assessment by PET/CT. *J. Nucl. Med.* 2004; 45 (2): 266-271. PMID: 14960646
3. Kidd E.A., Spencer C.R., Huettner P.C. et al. Cervical cancer histology and tumor differentiation affect

- ¹⁸F-fluorodeoxyglucose uptake. *Cancer*. 2009; 115 (15): 3548-3554. <https://doi.org/10.1002/cncr.24400>
4. Drayer S.M., Shank J.J. Infectious diseases mimicking ovarian carcinomatosis. *Gynecol. Oncol. Rep.* 2018; 26: 29-31. <https://doi.org/10.1016/j.gore.2018.08.008>
5. Солодкий В.А., Нуднов Н.В., Крейнина Ю.М., Шевченко Л.Н., Каскулова М.Х., Титова В.А., Пронькина Е.В., Воробьева В.О. Роль ¹⁸F-ФДГ ПЭТ-КТ в посттерапевтическом мониторинге у больных раком шейки и тела матки с подозрением на прогрессирование в ранее облученных зонах. *Медицинская визуализация*. 2023; 27 (2): 99-109. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1177> Solodkiy V.A., Nudnov N.V., Kreynina Yu.M. et al. The role of ¹⁸F-FDG PET-CT in post-therapy monitoring in patients with cervical and uterine cancer with suspected progression in previously irradiated areas. *Medical Visualization*. 2023; 27 (2): 99-109. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1177> (In Russian)
6. Behrens A., Grimm J., Gross S., Aach T. Inertial navigation system for bladder endoscopy. In: 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; 2011; Boston, MA, USA. IEEE, 2011: 5376-5379. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2011.6091330>
7. Luo X., Mori K., Peters T.M. Advanced Endoscopic Navigation: Surgical Big Data, Methodology, and Applications. *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2018; 20: 221-251. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-062117-120917>
8. Lee Y.K., Jiang Y.H., Jhang J.F. et al. Changes in the Ultrastructure of the Bladder Urothelium in Patients with Interstitial Cystitis after Intravesical Injections of Platelet-Rich Plasma. *Biomedicines*. 2022; 10 (5): 1182. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10051182>
9. Hotta M., Rieger A.C., Jafarvand M.G. et al. Non-oncologic incidental uptake on FAPI PET/CT imaging. *Br. J. Radiol.* 2023; 96 (1142): 20220463. <https://doi.org/10.1259/bjr.20220463>
10. Коротков О.В., Короткова Л.И., Станжевский А.А. Диагностика лучевых повреждений мочевого пузыря с помощью ПЭТ-КТ в эксперименте. *Вопросы онкологии*. 2024; 70 (3): 493-498. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2024-70-3-493-498> Korytov O.V., Korytova L.I., Stanzhevsky A.A. Experimental Diagnosis of Radiation-Induced Bladder Damage with PET-CT. *Issues in Oncology*. 2024; 70 (3): 493-498. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2024-70-3-493-498> (In Russian)
11. Бердичевский Б.А., Бердичевский В.Б., Гоняев А.Р., Зубик Г.В. Компьютерная программа визуальной и блочной 3D-ультраструктурной визуализации вероятности нарушения мочеточникового барьера мочевого пузыря по результатам ПЭТ/КТ всего тела ¹¹C-холином. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025610931. 2025. Berdichevsky B.A., Berdichevsky V.B., Gonyaev A.R., Zubik G.V. Computer Program for Visual and Block 3D Ultrastructural Visualization of the Probability of Bladder Ureteral Barrier Disruption Based on Whole-Body ¹¹C-Choline PET/CT Results. Certificate of State Registration of Computer Program No. 2025610931. 2025. (In Russian)



12. Смолярчук М.Я., Киреева Е.Д., Рыжов С.А. и др. Рекомендации по проведению и описанию исследований методом позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией. Издание второе, дополненное: методические рекомендации. Серия "Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики". Вып. 87. 2-е изд., доп. М.: ГБУЗ "НПКЦ ДиТ ДЗМ", 2021. 80 с. Smolyarchuk M.Ya., Kireeva E.D., Ryzhov S.A. et al., compilers. Recommendations for conducting and describing studies using the positron emission tomography method combined with computed tomography. Second edition, supplemented: methodological recommendations. Series "Best Practices in Radiation and Instrumental Diagnostics". Issue 87. 2nd ed., suppl. Moscow: State Budgetary Healthcare Institution "Research and Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine, Department of Health of the City of Moscow", 2021. 80 p. (In Russian)
13. Tizro P., Choi C., Khanlou N. Sample Preparation for Transmission Electron Microscopy. *Methods Mol. Biol.* 2019; 1897: 417-424. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8935-5_33
14. Хаджибаев М.А., Махкамов К.Э., Азизов М.М. Интеграция компьютерного инжиниринга и аддитивных технологий в медицинскую сферу. *Вестник экстренной медицины.* 2019; 12 (2): 5-11. <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-kompyuternogo-inzhiniringa-i-additivnyh-tehnologiy-v-meditsinskuyu-sferu?ysclid=mqe4eju2y6309678140> Khadzhibaev M.A., Makhkamov K.E., Azizov M.M. Integration of computer engineering and additive technologies in the medical field. *Bulletin of Emergency Medicine.* 2019; 12 (2). <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-kompyuternogo-inzhiniringa-i-additivnyh-tehnologiy-v-meditsinskuyu-sferu?ysclid=mqe4eju2y6309678140> (In Russian)
15. Гранов А.М., Тютин Л.А., Рыжкова Д.В. и др. Способность вызывать злокачественные новообразования органов малого таза. Патент РФ № RU2246259C1. 2005. Granov A.M., Tyutin L.A., Ryzhkova D.V. et al. Ability to cause malignant neoplasms of the pelvic organs. Russian Federation Patent RU2246259C1. 2005. (In Russian)
16. Pinto J.T.R. A CAD system for 3D reconstruction of the urinary bladder from computed tomography data. 2016. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:195736100>
17. Ибишев Х.С., Крахоткин Д.В., Коган М.И. и др. Способ дифференциальной диагностики хронического рецидивирующего цистита. Патент РФ № 2 723 024. 2020. Ibishev Kh.S., Krakhotkin D.V., Kogan M.I., et al. A method for differential diagnosis of chronic recurrent cystitis. Russian Federation Patent RU 2 723 024. 2020. (In Russian)
18. Andrikos I., Stefanou K., Bellos C. et al. EDIT Software: A tool for the semi-automatic 3D reconstruction of bladder cancer and urinary bladder of animal models. *Comput. Methods Programs Biomed.* 2023; 232: 107448. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107448>
19. Ichimura K., Kakuta S., Kawasaki Y. Morphological process of podocyte development revealed by block scanning electron microscopy. *J. Cell. Sci.* 2017; 130 (1): 132-142. <https://doi.org/10.1242/jcs.18781>

Для корреспонденции*: Бердичевский Борис Аркадьевич – e-mail: doktor_bba@mail.ru

Бердичевский Борис Аркадьевич – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры детской хирургии с курсом урологии и андрологии ФГБОУ ВО "Тюменский государственный медицинский университет" Минздрава России, Тюмень. <https://orcid.org/0000-0002-9414-8510>

Зубик Григорий Васильевич – стажер-исследователь Института клинической медицины ФГБОУ ВО "Тюменский государственный медицинский университет" Минздрава России, Тюмень. <https://orcid.org/0009-0005-1333-2922>

Павлова Ирина Валерьевна – канд. мед. наук, врач-уролог высшей квалификационной категории, докторант кафедры детской хирургии с курсом урологии и андрологии ФГБОУ ВО "Тюменский государственный медицинский университет" Минздрава России, Тюмень. <https://orcid.org/0000-0002-5079-430X>

Гоняев Артем Романович – канд. мед. наук, заведующий отделением оперативной урологии Клинического госпиталя "Мать и дитя", Тюмень. <https://orcid.org/0000-0002-1619-4714>

Учаев Даниил Анатольевич – научный сотрудник отдела электронной микроскопии Научно-образовательного центра "Нанотехнологии" ФГАОУ ВО "Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)" Минздрава России, Челябинск. <https://orcid.org/0000-0002-8623-4769>

Корабельников Михаил Алексеевич – врач-радиолог Радиологического центра ГАУЗ Тюменской области МКМЦ "Медицинский город", Тюмень. <https://orcid.org/0009-0001-2226-765X>

Contact*: Boris A. Berdichevsky – e-mail: doktor_bba@mail.ru

Boris A. Berdichevsky – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Pediatric Surgery with a Course in Urology and Andrology, Tyumen State Medical University, Tyumen. <https://orcid.org/0000-0002-9414-8510>

Grigory V. Zubik – Research Intern, Institute of Clinical Medicine, Tyumen State Medical University, Tyumen. <https://orcid.org/0009-0005-1333-2922>

Irina V. Pavlova – Cand. of Sci. (Med.), Urologist of the highest qualification category, Doctoral Candidate of the Department of Pediatric Surgery with a Course in Urology and Andrology, Tyumen State Medical University, Tyumen. <https://orcid.org/0000-0002-5079-430X>

Artem R. Gonyaev – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Operative Urology, "Mother and Child" Clinical Hospital, Tyumen. <https://orcid.org/0000-0002-1619-4714>

Daniil A. Uchaev – Researcher, Electron Microscopy Department, Nanotechnology Research and Education Center, South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk. <https://orcid.org/0000-0002-8623-4769>

Mikhail A. Korabelnikov – Radiologist, Radiology Center, Medical City Clinical Medical Center, Tyumen. <https://orcid.org/0009-0001-2226-765X>