



Диагностическое значение ПЭТ/КТ при воспалительных заболеваниях почек и мочевого пузыря

© Вадим Б. Бердичевский¹, Борис А. Бердичевский¹, Алисия В. Романова¹,
Фарход Р. Расулов¹, Антон А. Налетов¹, Станислав В. Хилькевич²,
Елена И. Гутрова², Алексей Л. Болдырев², Михаил А. Корабельников³

¹ ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России
625023, Россия, г. Тюмень, ул. Одесская, д. 54

² ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 2»
625039, Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 55

³ ГАУЗ ТО «Многопрофильный клинический медицинский центр «Медицинский город»
625041, Россия, г. Тюмень, ул. Барнаульская, д. 32

Аннотация

Введение. Внедрение в клиническую практику совмещенной позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии (ПЭТ/КТ) значительно расширило понимание патогенеза многих болезней. Доказательные данные о её диагностической эффективности при инфекционных и воспалительных заболеваниях увеличиваются, делая этот метод визуализации весьма перспективным.

Цель исследования. Изучить диагностическое значение ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ (Фтордэзоксиглюкоза) при хронических воспалительных заболеваниях почек и мочевого пузыря.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное изучение результатов ПЭТ/КТ всего тела с 18F-ФДГ 45 пациентов, прошедших исследования в различные сроки после хирургического лечения локализованных онкологических заболеваний аногенитальной зоны в стадии T1N0M0 без вовлечения в процесс органов мочеполовой системы. Было известно, что 24 пациента наблюдались у уролога по поводу хронического пиелонефрита (ХрПН) и 21 пациент имел проявления лучевого цистита (ЛЦ). Повторные ПЭТ/КТ по изучению результатов лечения основной патологии проводились после курса терапии воспалительных урологических заболеваний.

Результаты. Латентное течение ХрПН сопровождалось диффузным снижением метаболизма 18F-ФДГ в паренхиме почек с его частичным восстановлением после проведения терапии и санации мочи. При проявлениях ЛЦ в стенке мочевого пузыря наблюдался гиперметаболизм 18F-ФДГ, который нивелировался в процессе проведения терапии и купирования проявлений мочевого синдрома. Бактериальное и лучевое воспаления различались молекулярно-клеточными реакциями на воздействие патогена, при этом результаты лабораторных тестов мочи, указывающие на эффективность проводимого лечения, совпадали с визуальными и цифровыми показателями восстановления адекватного энергетического метаболизма в изучаемых тканях.

Заключение. Состояние метаболизма 18F-ФДГ в тканях почек и мочевого пузыря может объективно отражать характер воспаления и дополнять данные об эффективности проводимого лечения.

Ключевые слова: ПЭТ/КТ; 18F-ФДГ метаболизм; воспаление; почки; мочевой пузырь

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Вклад авторов: В. Б. Бердичевский — анализ клинического материала, написание статьи; Б. А. Бердичевский — разработка дизайна исследования, научное редактирование текста; А. В. Романова, Ф. Р. Расулов, А. А. Налетов, С. В. Хилькевич, Е. И. Гутрова, А. Л. Болдырев, М. А. Корабельников — сбор клинического материала, обзор публикаций.

✉ **Автор, ответственный за переписку:** Вадим Борисович Бердичевский; e-mail: urotgmu@mail.ru

Поступила в редакцию: 02.09.2021. **Принята к публикации:** 09.11.2021. **Опубликована:** 26.12.2021.

Для цитирования: Бердичевский В. Б., Бердичевский Б. А., Романова А. В., Расулов Ф. Р., Налетов А. А., Хилькевич С. В., Гутрова Е. И., Болдырев А. Л., Корабельников М. А. Диагностическое значение ПЭТ/КТ при воспалительных заболеваниях почек и мочевого пузыря. *Вестник урологии*. 2021;9(4):13–20. DOI: 10.21886/2308-6424-2021-9-4-13-20.

PET-CT in inflammatory diseases of kidneys and bladder: diagnostic efficacy

© Vadim B. Berdichevsky¹, Boris A. Berdichevsky¹, Alicia V. Romanova¹, Farkhod R. Rasulov¹, Anton A. Naletov¹, Stanislav V. Khilkevich², Elena I. Gutrova², Alexey L. Boldyrev², Mikhail A. Korabelnikov³

¹ Tyumen State Medical University

625023, Russian Federation. Tyumen, 54 Odesskaya st.

² Tyumen Regional Clinical Hospital No. 2

625023, Russian Federation, Tyumen, 55 Melnikaite st.

³ Multidisciplinary Clinical Medical Center "Medical City"

625023, Russian Federation, Tyumen, 12 Yu Semovskikh St.

Abstract

Introduction. The incorporation of combined positron emission tomography-computed tomography (PET-CT) into clinical practice has significantly expanded the understanding of the pathogenesis of many diseases. Evidence-based data on the diagnostic efficacy in infectious and inflammatory diseases is increasing, making this imaging method very promising.

Purpose of the study. To study the diagnostic efficacy of 18F-FDG PET-CT in various chronic inflammatory diseases of kidneys and bladder.

Materials and methods. A retrospective study of the results of whole-body 18F-FDG PET-CT in 45 patients was carried out. Patients underwent an investigation at various times after surgical treatment of localized oncology of the anogenital zone at the T1N0M0 stage without the involvement of the genitourinary system. It was found that 24 patients had a history of chronic pyelonephritis and 21 patients had manifestations of radiation cystitis. Repeated PET/CT scans were performed after a course of therapy for inflammatory urological diseases to assess the treatment results of the underlying pathology.

Results. The latent course of chronic renal failure was accompanied by a diffuse decrease in 18F-FDG metabolism in the renal parenchyma with its partial recovery after etiotropic therapy and urine sanitation. Hypermetabolism of 18F-FDG was detected in the bladder wall during manifestations of radiation cystitis, which was leveled during therapy and relief of urinary syndrome manifestations. Bacterial and radiation inflammation differed in molecular-cell responses to the pathogen, while the results of urinalysis, indicating the effectiveness of the treatment, coincided with the visual and digital indicators of the restoration of adequate energy metabolism in the studied tissues.

Conclusions. Metabolism of 18F-FDG in the kidneys and bladder can objectively reflect the nature of inflammation and complement the data on the effectiveness of the treatment.

Keywords: PET- CT; 18F-FDG metabolism; inflammation; kidneys; bladder

Financing. The study was not sponsored. **Conflict of interests.** The authors declare no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article. **Informed consent.** All patients signed informed consent to participate in the study.

Authors' contributions: Vadim B. Berdichevsky — data analysis and interpretation, drafting the manuscript; Boris A. Berdichevsky — supervision, research conception, research design development, scientific editing; Alicia V. Romanova, Farkhod R. Rasulov, Anton A. Naletov, Stanislav V. Khilkevich, Elena I. Gutrova, Alexey L. Boldyrev, Mikhail A. Korabelnikov — data acquisition, literature review.

✉ **Corresponding author:** Vadim B. Berdichevsky, e-mail: urotgmu@mail.ru

Received: 09/02/2021. **Accepted:** 11/09/2021. **Published:** 12/26/2021.

For citation: Berdichevsky V.B., Berdichevsky B.A., Romanova A.V., Rasulov F.R., Naletov A.A., Khilkevich S.V., Gutrova E.I., Boldyrev A.L., Korabelnikov M.A. PET-CT in inflammatory diseases of kidneys and bladder: diagnostic efficacy. *Vestn. Urol.* 2021;9(4):13–20. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2021-9-4-13-20.

Введение

С приходом XXI века мы стали свидетелями появления множества новейших высокотехнологичных технологий, которые позволили визуализировать структуру и функции органов с изысканными деталями, что произвело настоящую революцию в повседневной медицинской практике. Внедрение в клинику совмещённой позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии (ПЭТ/КТ) значительно расширило понимание патогенеза многих заболеваний. Однако, несмотря на такие

достижения, применение структурной визуализации практически не используется для выявления ранних субклинических проявлений урологической патологии, при которой часто отсутствуют грубые структурные изменения в анатомии органа [1].

Внедрение ПЭТ/КТ в качестве метода молекулярной визуализации ясно продемонстрировало силу этого подхода в онкологии, нейрохирургии, неврологии, и теперь пришла очередь для диагностики инфекционных и воспалительных заболеваний, в том числе

и органов мочеполовой системы [2]. Среди различных радиофармпрепаратов (РФП) в клинике наиболее часто используемым индикатором ПЭТ для оценки инфекционных и воспалительных заболеваний является ^{18}F -ФДГ (Фтордэзоксиглюкоза). Поскольку большинство клеток человека метаболизируют глюкозу для синтеза аденозинтрифосфата, физиологическое поглощение изотопа происходит по всему телу, и ПЭТ/КТ позволяет обнаружить аномальное повышение его поглощения, что может указывать на продолжающуюся инфекцию или воспаление. Одновременно лейкоциты и другие воспалительные клетки, которые попадают в инфицированную и воспалённую ткань, имеют высокий метаболизм глюкозы по сравнению с другими клетками, что делает многие инфекционные и воспалительные процессы видимыми на ПЭТ/КТ. Кроме того, медиаторы воспаления могут также вызывать локальную активацию транспортёров глюкозы [3]. Доказательная база эффективности применения ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ при инфекционных и воспалительных заболеваниях постоянно увеличивается, в связи с чем этот метод визуализации имеет хорошую диагностическую перспективу и требует специальных многоцентровых исследований [4].

В последнее десятилетие появилось большое количество работ, раскрывающих новые, пока не исследованные возможности ядерной технологии по изучению жизнеспособности тканей органов мочеполовой системы на молекулярно-клеточном уровне [5]. Это связано с дальнейшим развитием самой технологии и появлением новых областей её применения [6]. Однако основным направлением применения ПЭТ/КТ остаётся онкоурология, именно её потребности легли в основу реализации наукоёмкого анализа метаболизма различных биологически активных молекул в процессе формирования опухоли [7]. Это связано с особенностями тропности раковых клеток к традиционно используемым изотопам, отличающимся различной степенью специфичности и чувствительности [8, 9]. Вместе с тем давно замечено, что нормальные клетки органов мочеполовой системы неизбежно включают в свой метаболизм введённую метку. Вся разница в скорости и длительности фиксации её в тканях организма человека. Здоровая клетка, исходя из физиологических потребностей, в онлайн режиме берет ровно столько, сколько ей

нужно. Клетка в состоянии воспаления либо повышает тропность к изотопу как следствие компенсаторно-приспособительной реакции в ответ на действие патогена, либо проявляет состояние структурно-функциональной «оглушённости» вплоть до полного аметаболизма, означающего её гибель [10]. Раковая клетка утилизирует метку в разы интенсивнее и на более длительный срок. В этом суть ПЭТ/КТ дифференциальной диагностики [11].

Вместе с тем для клинической урологии большой интерес представляют результаты сравнительного анализа молекулярно-клеточных процессов в органах мочеполовой системы в норме, при хроническом воспалении различного генеза, а также их динамика в процессе проведения терапии инфекций мочевых путей (ИМП) [12, 13].

Цель исследования: изучить диагностическое значение ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ (Фтордэзоксиглюкоза) при хронических воспалительных заболеваниях почек и мочевого пузыря.

Материалы и методы

В рамках настоящей работы проведено ретроспективное изучение результатов ПЭТ/КТ 45 пациентов, прошедших повторные исследования в различные сроки после хирургического лечения локализованных онкологических заболеваний аногенитальной зоны в стадии T1N0M0 без вовлечения в процесс органов мочеполовой системы. Было установлено, что 24 пациентам проводилось наблюдение и амбулаторное лечение у уролога по поводу хронического пиелонефрита (ХрПН) и 21 пациент прошёл лечение по поводу лучевого цистита. Повторные ПЭТ/КТ по изучению результатов лечения основной онкологической патологии проводили через 6 месяцев у всех пациентов, которые в течение этого времени получили в том числе стандартную терапию ИМП. Контрольную группу составили 10 пациентов с аналогичным онкологическим диагнозом и не имеющих в анамнезе воспалительной урологической патологии.

Совмещённую позитронно-эмиссионную и компьютерную томографию всего тела с изотопом ^{18}F -ФДГ выполняли на аппарате PET/CT (Siemens Biograph). Изучали изменения в структурно-функциональном состоянии паренхимы почек и стенки мочевого пузыря по активности метаболизма изотопа (рис. 1–2). Зоны интереса анализировали полуколичественным методом и картировали штрих-линией. В них вычисляли среднее значение стандартного уровня захвата изотопа ^{18}F -ФДГ

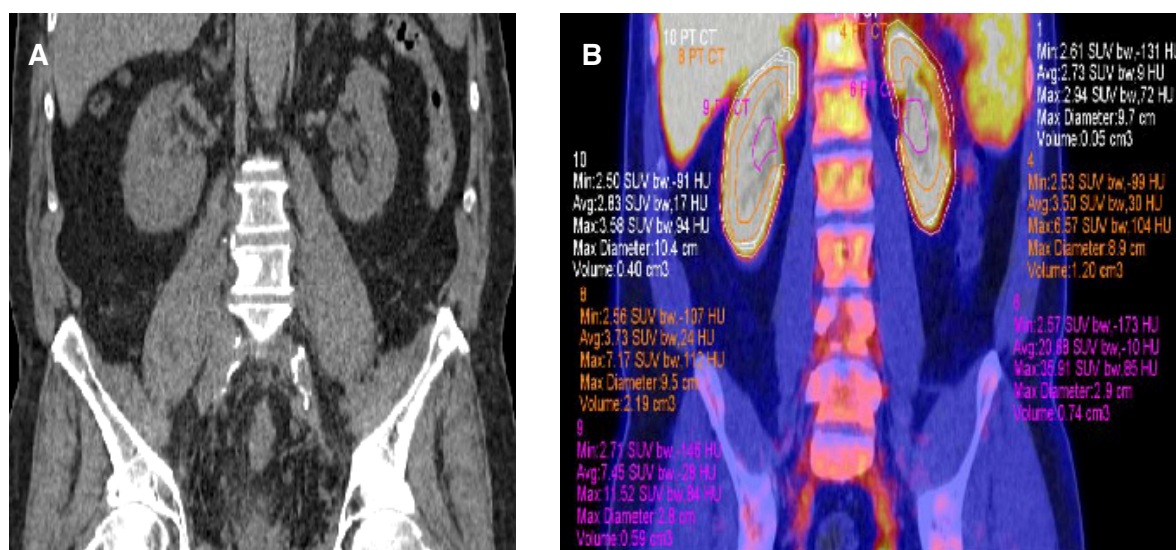


Рисунок 1. Визуальная картина нативной КТ почек (А) и её совмещённый ПЭТ/КТ вариант с одновременным математическим расчётом метаболической активности 18F-ФДГ различных отделов паренхимы почек (равномерно-белое насыщение) (В) у онкологического пациента, не имеющего воспалительных урологических заболеваний
Figure 1. Native-CT of kidneys (A) and its combined PET-CT version with the simultaneous mathematical calculation of the 18F-FDG metabolism in different parts of the renal parenchyma (uniform white saturation) (B) in a cancer patient without inflammatory urological diseases

(SUV max). Расчёт проводили программным комплексом автоматически. Диагностически значимым показателем считали максимальное значение (SUV max). За норму принимали показатели в пределах 7,9–9,0 g/ml.

Методы статистического анализа. Статистический анализ и обработку материала проводили при помощи программы Statistica for Windows (версия 11.5). Непрерывные переменные представлены в виде $M \pm m$ (среднее значение \pm стандартная ошибка среднего). Достоверность выявленных различий оценива-

лась по t-критерию Стьюдента с использованием общепринятых уровней значимости — 5% и 1% ($p < 0,05$ и $p < 0,01$ соответственно).

Результаты

Перед проведением ПЭТ/КТ в группах пациентов не было субъективных жалоб со стороны почек и мочевого пузыря, однако имели место лабораторные проявления мочевого синдрома подтверждающего наличие латентного течения воспаления (лейкоцитурия, бактериурия, следы белка, цилиндры).

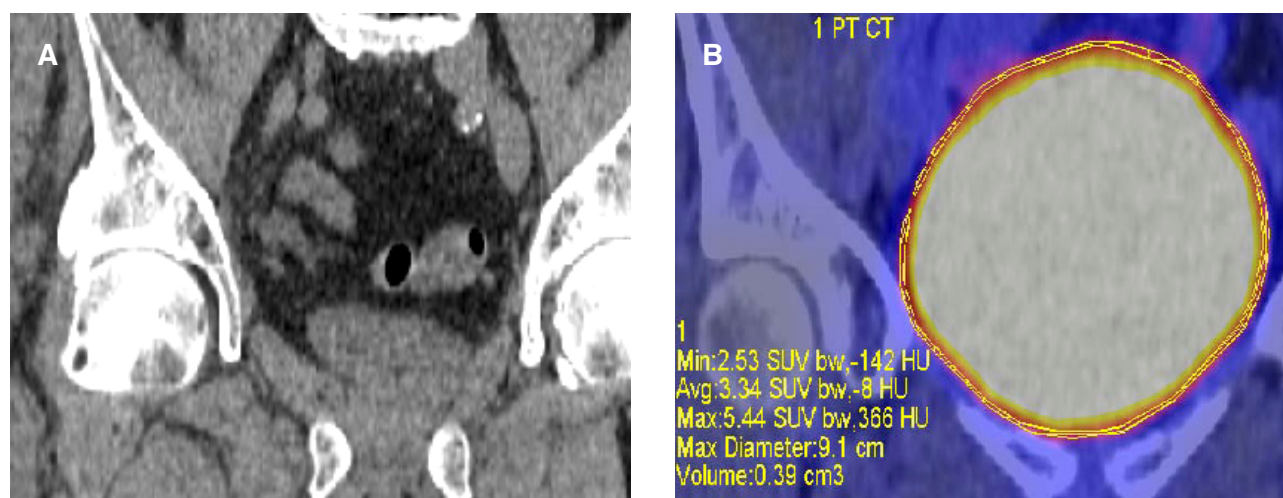


Рисунок 2. Нативная КТ малого таза (А) и ПЭТ/КТ визуализация метаболизма 18F-ФДГ в стенке мочевого пузыря (В) у онкологического пациента, не имеющего воспалительных урологических заболеваний
Figure 2. Native pelvic CT (A) and PET-CT imaging of 18F-FDG metabolism in the bladder wall (B) in a cancer patient without inflammatory urological diseases

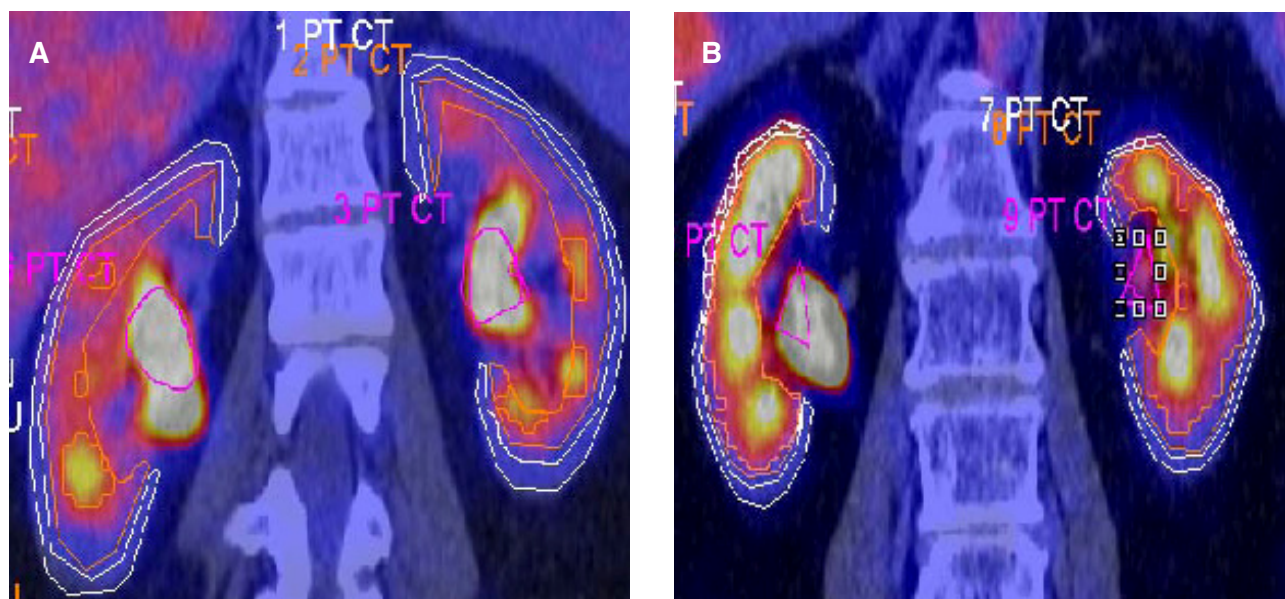


Рисунок 3. Визуальная динамика ПЭТ/КТ метаболизма 18F-ФДГ в паренхиме почек у пациента с хроническим пиелонефритом: А — до лечения; В — после лечения

Figure 3. Visual PET-CT dynamics of 18F-FDG metabolism in the renal parenchyma in a patient with chronic pyelonephritis: A — before treatment; B — after treatment

Таблица 1. Сравнительные показатели размеров паренхимы почек и метаболизма 18F-ФДГ у пациентов с хроническим пиелонефритом до и после терапии

Table 1. Comparative parameters of the renal parenchyma dimensions and 18F-FDG metabolism in patients with chronic pyelonephritis before and after therapy

Паренхима почки Parenchyma of the kidney	Контрольная группа Control group (n = 10)	Группа с ХрПН Group with CPN (n = 24)	
		до лечения before treatment	после лечения after treatment
Max diameter, cm	9,2 ± 0,4	6,7 ± 0,3	7,5 ± 0,4*
SUV max, g/ml	8,7 ± 0,5	5,0 ± 0,7	7,8 ± 0,5*

Примечание: ХрПН — хронический пиелонефрит; * — t-критерий Стьюдента ($p < 0,05$).

Note: CPN — chronic pyelonephritis; * — t-Student's test ($p < 0.05$).

На рисунке 3 представлена картина ПЭТ/КТ визуализации паренхимы почек пациента с проявлениями ХрПН, на котором видно изменение цветовой гаммы, отражающей появление регионов диффузного гипометаболизма 18F-ФДГ (красное — оглушение, синий — аметаболизм), характерного для снижения функциональности элементов нефрона. На ПЭТ/КТ томограммах после проведения курса терапии ИМП наблюдали уменьшение этих зон, подтверждающее обратимость выявленных изменений. Полученные визуальные данные дополнялись математическим расчётом, а увеличение площади паренхимы почек после проведённого лечения подтверждало лабораторные данные о его эффективности (табл. 1).

На рисунке 4 представлена типичная картина ПЭТ/КТ визуализации метаболизма 18F-ФДГ в стенке мочевого пузыря онкологического пациента с проявлениями лучевого цистита до и после проведённой стандартной терапии ИМП, сопровождающейся купированием мочевого синдрома. При этом видно, что метаболизм 18F-ФДГ в тканях стенки мочевого пузыря при проявлениях лучевого воспаления достоверно возрастал, что подтверждалось результатами математического расчёта тропности клеточных структур мочевого пузыря к меченой молекуле. После проведения терапии ИМП визуально и в цифровом выражении метаболическая активность снижалась. Вместе с тем сохранение прежних

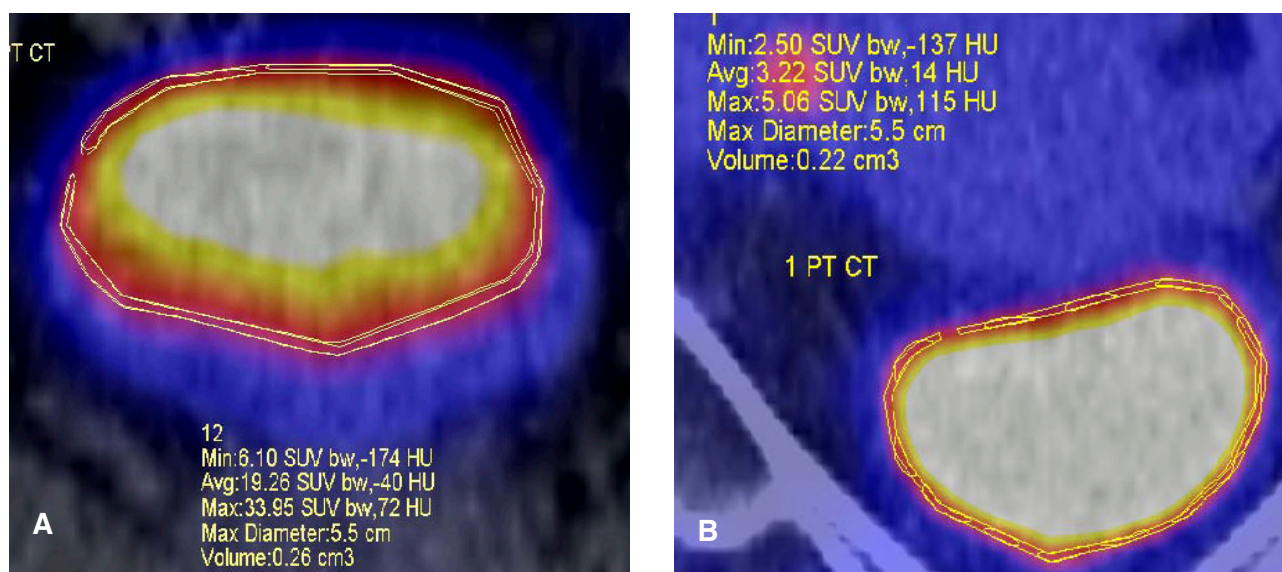


Рисунок 4. Визуальная динамика ПЭТ/КТ метаболизма 18F-ФДГ в стенке мочевого пузыря у пациента с лучевым циститом: А — до лечения; В — после лечения

Figure 4. Visual PET/CT dynamics of 18F-FDG metabolism in the bladder wall in a patient with radiation cystitis: A — before treatment; B — after treatment

Таблица 2. Сравнительные показатели размеров мочевого пузыря и метаболизма 18F-ФДГ у пациентов с лучевым циститом до и после терапии

Table 2. Comparative parameters of the bladder dimensions and 18F-FDG metabolism in patients with radiation cystitis before and after therapy

Детрузор <i>Detrusor</i>	Контрольная группа <i>Control group</i> (n = 10)	Группа с ЛЦ <i>Group with RadC (n = 21)</i>	
		до лечения <i>before treatment</i>	после лечения <i>after treatment</i>
Max diameter, cm	8,9 ± 0,4	5,6 ± 0,3	5,7 ± 0,4
Volume, cm ³	0,35 ± 0,07	0,25 ± 0,05	0,22 ± 0,04
SUV max, g/ml	5,6 ± 1,0	28,2 ± 4,3	5,2 ± 2,2*

Примечание: ЛЦ — лучевой цистит; * — t-критерий Стьюдента ($p < 0,05$).

Note: RadC — radiation cystitis; * — t-Student's test ($p < 0.05$).

размеров диаметра и объёма мочевого пузыря могло быть следствием глубоких фиброзных изменений стенки органа (табл. 2).

Обсуждение

На современном этапе медицинских познаний единственным объективным методом диагностики патологического процесса в урологии считается цитобиопсия, отражающая клеточный состав изучаемой ткани и выраженность деструктивных процессов в ней. Однако этот метод не позволяет ответить на вопрос о функциональности изучаемых структур, а главное, об обратимости выявленных изменений. Совмещённая

ПЭТ/КТ в отличие от других методов визуализации имеет множество преимуществ, включая высокое временное разрешение и чувствительность, позволяющие получать динамическое трёхмерное изображение, превосходное пространственно-временное разрешение, абсолютное количественное определение с моделированием кинетики радиоактивных индикаторов и трёхмерную совместную регистрацию с изображением всех мочевыводящих путей в одном исследовании [14, 15]. Наши пилотные исследования активности ПЭТ/КТ метаболизма энергоёмких молекул 18F-ФДГ показали неоднозначность молекулярно-клеточной

реакции на различных уровнях мочевой системы при воздействии патогена и активности проявлений патологии, вместе с тем они позволили констатировать обратимость выявленных изменений, что может быть использовано в качестве дополнения к результатам проводимой биопсии органа, а при наличии противопоказаний или высокой опасности осложнений при её проведении — в качестве альтернативы.

Заключение

Состояние метаболизма ^{18}F -ФДГ в тканях почек и мочевого пузыря может объективно отражать функциональность тканей, активность воспаления и обратимость его последствий, дополнять клинично-лабораторные данные об эффективности проводимого лечения. Проведённые исследования носят пилотный характер, что требует дальнейшего изучения и уточнения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- 1 Werner RA, Ordonez AA, Sanchez-Bautista J, Marcus C, Lapa C, Rowe SP, Pomper MG, Leal JP, Lodge MA, Javadi MS, Jain SK, Higuchi T. Novel Functional Renal PET Imaging With ^{18}F -FDS in Human Subjects. Clin Nucl Med. 2019;44(5):410–411. DOI: 10.1097/RLU.0000000000002494.
- 2 Toyama Y, Werner RA, Ruiz-Bedoya CA, Ordonez AA, Takase K, Lapa C, Jain SK, Pomper MG, Rowe SP, Higuchi T. Current and future perspectives on functional molecular imaging in nephro-urology: theranostics on the horizon. Theranostics. 2021;11(12):6105–6119. DOI: 10.7150/thno.58682.
- 3 Werner RA, Chen X, Lapa C, Koshino K, Rowe SP, Pomper MG, Javadi MS, Higuchi T. The next era of renal radionuclide imaging: novel PET radiotracers. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2019;46(9):1773–1786. DOI: 10.1007/s00259–019–04359–8.
- 4 Ruiz-Bedoya CA, Ordonez AA, Werner RA, Plyku D, Klunk MH, Leal J, Lesniak WG, Holt DP, Dannals RF, Higuchi T, Rowe SP, Jain SK. ^{11}C -PABA as a PET Radiotracer for Functional Renal Imaging: Preclinical and First-in-Human Study. J Nucl Med. 2020;61(11):1665–1671. DOI: 10.2967/jnumed.119.239806.
- 5 Badawi RD, Shi H, Hu P, Chen S, Xu T, Price PM, Ding Y, Spencer BA, Nardo L, Liu W, Bao J, Jones T, Li H, Cherry SR. First Human Imaging Studies with the EXPLORER Total-Body PET Scanner. J Nucl Med. 2019;60(3):299–303. DOI: 10.2967/jnumed.119.226498.
- 6 Qin Z, Hoh CK, Olson ES, Jahromi AH, Hall DJ, Barback CV, You YH, Yanagita M, Sharma K, Vera DR. Molecular Imaging of the Glomerulus via Mesangial Cell Uptake of Radiolabeled Tilmanocept. J Nucl Med. 2019;60(9):1325–1332. DOI: 10.2967/jnumed.118.223727.
- 7 Shen K, Liu B, Zhou X, Ji Y, Chen L, Wang Q, Xue W. The Evolving Role of ^{18}F -FDG PET/CT in Diagnosis and Prognosis Prediction in Progressive Prostate Cancer. Front Oncol. 2021;11:683793. DOI: 10.3389/fonc.2021.683793.
- 8 Zhou S, Fu H, Liu C, Zhu Z, Zhang J, Weng W, Kang J, Liu Q. Value of ^{11}C -Choline PET/CT-Based Multi-Metabolic Parameter Combination in Distinguishing Early-Stage Prostate Cancer From Benign Prostate Diseases. Front Oncol. 2021;10:600380. DOI: 10.3389/fonc.2020.600380.
- 9 Umbehre MH, Müntener M, Hany T, Sulser T, Bachmann LM. The role of ^{11}C -choline and ^{18}F -fluorocholine positron emission tomography (PET) and PET/CT in prostate cancer: a systematic review and meta-analysis. Eur Urol. 2013;64(1):106–117. DOI: 10.1016/j.eururo.2013.04.019.
- 10 Berdichevskyy VB, Berdichevskyy BA. Combined positron emission and computed tomography in study of the metabolism of chronic nephropathic diseases. Int J Radiat Radiat Ther. 2018;5(5):293. DOI: 10.15406/ijrt.2018.05.00181.
- 11 Vicente AM, Castrejón AS, Muñoz AP, Woll PP, García AN. Impact of ^{18}F -FDG PET/CT with retrograde filling of the urinary bladder in patients with suspected pelvic malignancies. J Nucl Med Technol. 2010;38(3):128–37. DOI: 10.2967/jnmt.109.074146.
- 12 van Oostenbrugge T, Mulders P. Targeted PET/CT imaging for clear cell renal cell carcinoma with radiolabeled antibodies: recent developments using girentuximab. Curr Opin Urol. 2021;31(3):249–254. DOI: 10.1097/MOU.0000000000000872.
- 13 Weinstein EA, Ordonez AA, DeMarco VP, Murawski AM, Pokkali S, MacDonald EM, Klunk M, Mease RC, Pomper MG, Jain SK. Imaging Enterobacteriaceae infection in vivo with ^{18}F -fluorodeoxyglucose positron emission tomography. Sci Transl Med. 2014;6(259):259ra146. DOI: 10.1126/scitranslmed.3009815.
- 14 Golan S, Aviv T, Groshar D, Yakimov M, Zohar Y, Prokocimer Y, Nadu A, Baniel J, Domachevsky L, Bernstein H. Dynamic ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT for the Primary Evaluation of Localized Renal Mass: A Prospective Study. J Nucl Med. 2021;62(6):773–778. DOI: 10.2967/jnumed.120.251272.
- 15 Koopman D, van Dalen JA, Stevens H, Slump CH, Knollemans S, Jager PL. Performance of Digital PET Compared with High-Resolution Conventional PET in Patients with Cancer. J Nucl Med. 2020;61(10):1448–1454. DOI: 10.2967/jnumed.119.238105.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вадим Борисович Бердичевский — доктор медицинских наук; доцент кафедры онкологии с курсом урологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России
г. Тюмень, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-0186-6514>
e-mail: urotgmu@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vadim B. Berdichevsky — M.D., Dr.Sc. (Med); Assoc. Prof., Dept. of Oncology with the Urology Course, Tyumen State Medical University
Tyumen, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-0186-6514>
e-mail: urotgmu@mail.ru

Борис Аркадьевич Бердичевский — доктор медицинских наук, профессор; профессор кафедры онкологии с курсом урологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России

г. Тюмень, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-9414-8510>

e-mail: doktor_bba@mail.ru

Алисия Викторовна Романова — аспирант кафедры онкологии с курсом урологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России

г. Тюмень, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-3340-9107>

e-mail: alisochka8972@mail.ru

Фарход Рахимжонович Расулов — аспирант кафедры онкологии с курсом урологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России

г. Тюмень, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-4310-4585>

e-mail: fr-doc@mail.ru

Антон Александрович Налетов — ассистент кафедры онкологии с курсом урологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России

г. Тюмень, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-8303-393X>

e-mail: ton87@bk.ru

Станислав Викторович Хилькевич — заведующий отделением урологии ГБУЗ ТО ОКБ № 2

г. Тюмень, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-9874-6705>

e-mail: khilkevichstanislav@mail.ru

Елена Иннокентьевна Гутрова — врач-уролог отделения урологии ГБУЗ ТО ОКБ № 2

г. Тюмень, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-0408-4702>

e-mail: gutrishei@mail.ru

Алексей Леонидович Болдырев — врач-уролог отделения урологии ГБУЗ ТО ОКБ № 2

г. Тюмень, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-6346-760X>

e-mail: boldyrev.a.l@yandex.ru

Михаил Алексеевич Корабельников — врач-радиолог радиологического центра ГАУЗ ТО «МКМЦ «Медицинский город»

г. Тюмень, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-2553-0545>

e-mail: kma_doc@mail.ru

Boris A. Berdichevsky — M.D., Dr.Sc. (Med), Full Prof.; Prof., Dept. of Oncology with the Urology Course, Tyumen State Medical University

Tyumen, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-9414-8510>

e-mail: doktor_bba@mail.ru

Alicia V. Romanova — M.D.; Postgraduate, Dept. of Oncology with the Urology Course, Tyumen State Medical University

Tyumen, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-3340-9107>

e-mail: alisochka8972@mail.ru

Farkhod R. Rasulov — M.D.; Postgraduate, Dept. of Oncology with the Urology Course, Tyumen State Medical University

Tyumen, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-4310-4585>

e-mail: fr-doc@mail.ru

Anton A. Naletov — M.D.; Assist., Dept. of Oncology with the Urology Course, Tyumen State Medical University

Tyumen, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-8303-393X>

e-mail: ton87@bk.ru

Stanislav V. Khilkevich — M.D.; Head, Urology Division, Tyumen Regional Clinical Hospital No. 2

Tyumen, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-9874-6705>

e-mail: khilkevichstanislav@mail.ru

Elena I. Gutrova — M.D.; Urologist, Urology Division, Tyumen Regional Clinical Hospital No. 2

Tyumen, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-0408-4702>

e-mail: gutrishei@mail.ru

Alexey L. Boldyrev — M.D.; Urologist, Urology Division, Tyumen Regional Clinical Hospital No. 2

Tyumen, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-6346-760X>

e-mail: boldyrev.a.l@yandex.ru

Mikhail A. Korabelnikov — M.D.; Radiologist, Multidisciplinary Clinical Medical Center «Medical City»

Tyumen, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-2553-0545>

e-mail: kma_doc@mail.ru