

Малый таз | Small pelvis

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1177>

Роль ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ в посттерапевтическом мониторинге у больных раком шейки и тела матки с подозрением на прогрессирование в ранее облученных зонах

© Солодкий В.А.¹, Нуднов Н.В.^{1*}, Крейнина Ю.М.^{1,3}, Шевченко Л.Н.¹, Каскулова М.Х.¹, Титова В.А.¹, Пронькина Е.В.², Воробьева В.О.¹

¹ ФГБУ "Российский научный центр рентгенорадиологии" Минздрава России; 117997 Москва, ул. Профсоюзная, д. 86, Российская Федерация

² ФГБУ "Поликлиника №1" Управления делами Президента Российской Федерации; 119002 Москва, пер. Сивцев Вражек, д. 26/28, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО "Приволжский исследовательский медицинский университет" Минздрава России; 603950 Нижний Новгород, ул. Минина и Пожарского, 10/1, Российская Федерация

Диагностика рецидивов опухолей шейки (РШМ) и тела матки (РТМ) в ранее облученных зонах остается сложной клинико-диагностической задачей. Диапазон возможностей и пределы метода ПЭТ-КТ с ^{18}F -ФДГ в этом вопросе недостаточно изучены.

Цель исследования: определение диагностической значимости и места ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ в алгоритмах дифференциальной диагностики локорегионарного рецидива и постлучевых изменений в ранее облученных зонах у больных РШМ и РТМ.

Материал и методы. Изучены данные динамического наблюдения, включая протоколы мультипараметрической МРТ (T1, T2ВИ, ДВИ, ДКУ) и ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ, за 51 больной РШМ (25 (49%)) и РТМ (26 (51%)) Ia–IIIc стадий, с подозрением на локорегионарный рецидив в зоне предшествовавшего облучения, через 4–96 мес после окончания лечения. Адъювантная сочетанная лучевая терапия (конформное дистанционное облучение таза – 3D-CRT, IMRT, VMAT, эндовагинальная ^{192}Ir HDR брахитерапия) проведена 33 (64,7%) оперированным больным с химиорадиомодификацией Цисплатином 40 мг/м² или Карбоплатином AUC2 еженедельно у 8 (24,2%) из них 18 (35,3%) больных РШМ получили курс радикального химиолучевого лечения, СОД_{экв} в области первичного очага (HR-CTV D90) $81,6 \pm 4,4$ Гр (CI 95% 72,4–93,7 Гр), в области метастатических лимфатических узлов – $54,6 \pm 3,3$ Гр (CI 95% 48,8–64,2 Гр).

Направление на ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ (Biograph True 64, Siemens, 3,8–4,7 МБк/кг, суммарно 169–356 МБк) явилось следствием сомнительных данных клинического, цитологического обследования, комплексного ультразвукового исследования и мультипараметрической МРТ. Любые зоны патологического захвата ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ расценивались как позитивные в отношении рецидива онкологического заболевания.

Результаты. Отсутствие данных о прогрессировании в зоне предшествовавшего облучения было подтверждено у 32 (62,7%) больных анализируемой группы. Клинико-морфологические и радиологические признаки прогрессирования были получены у 16 (31,3%) больных с положительными находками на ПЭТ-КТ, SUV_{max} 2,86 – 8,8 в очагах патологической гиперфиксации. Ложноположительными оказались результаты ПЭТ-КТ с ^{18}F -ФДГ у 6 (11,8%) больных, ложноотрицательным – у 1 (1,9%) больной РШМ. Чувствительность составила 94,1%, специфичность – 84,2%, положительная прогностическая значимость – 72,7%, отрицательная прогностическая значимость – 96,9%.

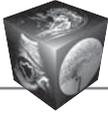
Заключение. ^{18}F -ФДГ-ПЭТ-КТ обладает высокой диагностической ценностью в дифференциальной диагностике рецидивов и постлучевых изменений в ранее облученных зонах у больных РШМ и РТМ. Трактовка данных требует междисциплинарного консилиума.

Ключевые слова: рак шейки матки, рак тела матки, ПЭТ-КТ, МРТ, лучевая терапия, брахитерапия, химиолучевое лечение, локорегионарный рецидив, чувствительность и специфичность

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: 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 ^{18}F -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>

Поступила в редакцию: 16.04.2022. Принята к печати: 03.03.2023. Опубликовано online: 15.05.2023.



¹⁸F-FDG PET-CT significance for post-treatment monitoring in cervical and uterine cancer patients with suspected recurrence in previously irradiated zones

© Vladimir A. Solodkiy¹, Nikolay V. Nudnov^{1*}, Yulia M. Kreynina^{1,3},
Lyudmila N. Shevchenko¹, Madina Kh. Kaskulova¹, Vera A. Titova¹,
Elena V. Pronkina², Valentina O. Vorobjeva¹

¹ Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 86, Profsoyusnaya str., Moscow 117997, Russian Federation

² Polyclinic №1 of the office of the President of the Russian Federation, 26/28, Sivtsev Vrazhek per.; Moscow 119002, Russian Federation

³ Privolzhsky Research Medical University; 10/1, Minin and Pozharsky Sq., Nizhny Novgorod 603950, Russian Federation

Early detection of cervical (CC) and endometrial (EC) cancer recurrence in previously irradiated areas remains a difficult task for clinicians and radiologists. ¹⁸F-FDG PET-CT scope and limits in this matter are not clear yet.

Purpose. To determine ¹⁸F-FDG PET-CT significance and diagnostic value in differential diagnosis of loco-regional recurrence and post-radiation tissue changes in CC and EC patients with suspected relapse in pre-irradiated zones.

Materials and methods. Follow-up data, including multiparametric MRI (T1-WI, T2-WI, DWI, DCE) and ¹⁸F-FDG PET-CT full descriptions, were studied in 51 pts., in 25(49%) CC and 26 (51%) EC Ia–IIIc FIGO, with suspected loco-regional recurrence in pre-irradiated area, 4–96 months after the end of treatment.

Adjuvant combined radiotherapy (conformal pelvic EBRT – 3D-CRT, IMRT, VMAT, endovaginal ¹⁹²Ir HDR brachytherapy) was performed in 33 (64,7%) pts. after radical surgery, adjuvant chemoradiation with Cisplatin 40 mg/m² or Carboplatin AUC2 weekly – in 8 (24.2%) of them. 18 (35,3%) pts. were treated with definitive chemoradiation, median EQD2 for HR-CTV D90 81.6 ± 4.4 Gy (CI 95% 72.4 Gy – 93.7 Gy) and 54.6 ± 3.3 Gy (CI 95% 48.8–64.2 Gy) for metastatic pelvic and paraaortic lymph nodes.

Indications for ¹⁸F-FDG PET-CT (Biograph True64, Siemens, 3.8–4.7 MBq/kg, total 169–356 MBq) in all pts. were suspicious clinical, cytological, complex ultrasound, and multiparametric MRI findings in pre-irradiated zones. Any areas of ¹⁸F-FDG pathologically increased uptake were considered hypermetabolic lesions, positive for cancer recurrence.

Results. No evidence of loco-regional recurrence in pre-irradiated zones was confirmed in 32 (62.7%) pts. Clinical, morphological and radiological signs of progression were obtained in 16 (31.3%) ¹⁸F-FDG PET-CT-positive patients, with SUVmax 2.86–8.8 in this subgroup. ¹⁸F-FDG PET-CT false-positive results were obtained in 6 (11.8%) patients, false-negative – in 1 (1.9%) heavy pre-treated CC patient. ¹⁸F-FDG PET-CT sensitivity was 94.1%, specificity – 84.2%, positive predictive value – 72.7%, negative predictive value – 96.9%.

Conclusions. ¹⁸F-FDG-PET-CT has a high diagnostic value in the differential diagnosis of loco-regional relapses and post-radiation tissue changes in CC and EC patients with suspected progression in pre-irradiated zones. But ¹⁸F-FDG-PET-CT findings evaluation and interpretation requires a multidisciplinary discussion and consensus for this cohort of patients.

Keywords: cervical cancer, uterine cancer, PET-CT, MRI, radiation therapy, brachytherapy, chemo-radiation treatment, loco-regional recurrence, sensitivity and specificity

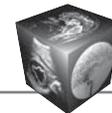
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Solodkiy V.A., Nudnov N.V., Kreynina Yu.M., Shevchenko L.N., Kaskulova M.Kh., Titova V.A., Pronkina E.V., Vorobjeva V.O. ¹⁸F-FDG PET-CT significance for post-treatment monitoring in cervical and uterine cancer patients with suspected recurrence in previously irradiated zones. *Medical Visualization*. 2023; 27 (2): 99–109. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1177>

Received: 16.04.2022.

Accepted for publication: 03.03.2023.

Published online: 15.05.2023.



Введение

Опухоли шейки и тела матки на протяжении многих десятилетий преобладают в структуре заболеваемости онкогинекологической патологией как в РФ, так и во всем мире и характеризуются одним из самых высоких коэффициентов накопления контингента. В 2021 г. в РФ было впервые выявлено 14 468 новых случаев рака шейки (РШМ), 22 951 – тела матки (РТМ); на момент окончания 2021 г. в РФ на учете состояло более 450 тыс. больных РШМ и РТМ (185 507 и 280 608 больных соответственно), из них 5 лет и более – более 300 тыс. больных (125 247 больных РШМ, 183 041 – РТМ соответственно) [1]. В РФ контингент больных РШМ и РТМ характеризуется одним из самых высоких коэффициентов накопления среди опухолей всех локализаций – 12,2 и 12,8 соответственно, что делает особенно актуальными вопросы междисциплинарной коммуникации специалистов как в период диагностики и лечения заболевания, так и в период реабилитации и дальнейшего долгосрочного наблюдения пациенток различных возрастных и нозологических групп, излеченных от онкогинекологической патологии.

При этом опухоли шейки и тела матки были и остаются одной из основных “точек приложения” лучевой терапии на всех исторических этапах ее развития и входят в стандарты адьювантного и радикального лечения у 75% больных с данной нозологией [1, 2]. Однако, несмотря на техническую и технологическую революцию в подходах к медицинской визуализации за последние два десятилетия, ранняя объективизированная дифференциальная диагностика прогрессирования опухолей шейки и тела матки и постлучевых изменений в зонах облучения остается непростой задачей.

Внедрение в широкую клиническую практику высокопрецизионных методик конформного дистанционного облучения, визуально-контролируемой брахитерапии, с 30–50% эскалацией локальных доз (по сравнению с конвенциональной гамма-терапией конца 90-х годов прошлого века) в первичной опухоли и зонах регионарного метастазирования, включая метастатически измененные лимфатические узлы таза и брюшной полости [2, 3], необходимость проведения лучевого лечения после обширных хирургических вмешательств, нередко с резекцией мочевого пузыря, мочеточника, тонкой и толстой кишки, с формированием искусственных соустьев и значительным объемом тазовой и поясничной лимфаденоэктоми, все более широкое применение в онкогинекологии методик химиоэмболизации приводит к существенным изменениям топографической

и функциональной анатомии таза и брюшной полости. Это затрудняет адекватную трактовку клинических находок при применении рекомендованных рутинных методов динамического наблюдения – гинекологического осмотра, цитологического контроля и ультразвуковой оценки [4–6].

Стандартный для RECIST 1.1 метод визуализации – компьютерная томография (КТ) – при применении в онкогинекологии значительно уступает в чувствительности и специфичности другим методам визуализации, в первую очередь магнитно-резонансной томографии (МРТ) с динамическим контрастным усилением (ДКУ), в связи с ограниченными изначально возможностями рентгеновских методов в отношении мягкотканых образований [2, 7, 8].

Новым этапом и уровнем медицинской визуализации явилось, безусловно, создание и внедрение в практическое здравоохранение методик, основанных на оценке функциональной и метаболической активности тканей [6, 9, 10]. Отчасти подобную задачу способно решать дополнительное получение в ходе МРТ диффузно-взвешенных изображений (ДВИ), обеспечивающих контрастности тканей на основе молекулярной диффузии [4, 10–12]. Так, по данным, приведенным в 2017 г. С.П. Аксеновой и соавт., применение комбинации Т2ВИ, Т1ВИ, ДВИ и ДКУ значимо повышает чувствительность метода в отношении рецидива опухоли шейки/тела матки в тазу до 83,3%, специфичности – до 93,8%, точности – до 93,3% по сравнению со стандартными Т1-, Т2ВИ [4].

С конца же первого десятилетия текущего столетия в практику стремительно ворвался метод, предусматривающий simultанное использование радиоизотопного и традиционного контрастирования – позитронно-эмиссионная томография с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой, совмещенная с компьютерной томографией (^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ). Создание и внедрение ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ, разработка и производство в промышленных масштабах доступных сканеров и технологий исследований изменило не только алгоритмы первичной и уточняющей диагностики большинства онкологических заболеваний, но и позволило оптимизировать программы облучения при интеграции данных ПЭТ-КТ в системы планирования лучевого лечения [6, 9, 11, 13, 14]. Многими исследователями на большом числе наблюдений подтверждено возможное прогностическое значение различных метаболических параметров ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ – SUV_{max} (maximum standardized uptake value, максимальный стандартизованный коэффициент захвата), MTV (metabolic tumor volume, метаболический объем опухоли), TLG (total lesion glycolysis, общий



уровень гликолиза в ткани опухоли) в первичном опухолевом очаге и регионарных лимфатических узлах – для прогноза эффективности радикальной лучевой терапии у больных РШМ [8, 13–18]. Не раз была подтверждена значимость метода для полноты стадирования первичных опухолевых процессов в онкогинекологии, а также – для значимо более раннего установления прогрессирования заболевания с расширением возможностей специального лечения в случае рецидива гинекологического рака [6, 9, 14, 19–21]. Однако, включение ПЭТ-КТ в рутинные алгоритмы первичной диагностики и динамического мониторинга после лечения РШМ и РТМ сопряжено с кратным возрастанием затрат на подобную диагностику, что оказывает негативное влияние на краткосрочные медико-экономические показатели и ложится непосильным бременем на системы здравоохранения даже в экономически развитых странах [17].

Таким образом, определение диагностической значимости и места ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ в алгоритмах дифференциальной диагностики прогрессирования и постлучевых изменений у больных РШМ и РТМ повсеместно остается важной современной медико-социальной проблемой для клиницистов и организаторов здравоохранения, что и явилось **целью настоящего исследования.**

Материал и методы

Основу настоящего исследования составили материалы динамического наблюдения, включая ретроспективный анализ протоколов комплексной МРТ и ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ, за 51 больной РШМ (25 (49%) больных) и РТМ (26 (51%) больных) с подозрением на локорегионарное прогрессирование онкологического заболевания после полимодального лечения, включавшего лучевую терапию, в сроки 4–96 мес после ее окончания. Возраст больных, включенных в анализ, варьировал от 24 до 79 лет, медиана возраста составляла $47,4 \pm 3,3$ года. Распределение больных по стадиям заболе-

вания, определенным в соответствии с существующими клиническими стандартами и данными основных методов медицинской визуализации (комплексного УЗИ, комплексной МРТ таза, включавшей T1-, T2ВИ, ДВИ и ДКУ, МСКТ таза, брюшной и грудной полостей с контрастным усилением), на момент установления диагноза представлено в табл. 1.

Морфологически опухоли имели строение плоскоклеточного рака различной степени дифференцировки у 19 (37,3%) больных, аденокарциномы различного типа и степени дифференцировки – у 32 (62,7%) больных, включенных в анализ.

Противоопухолевое лечение в анализируемой группе было проведено в соответствии с действующими клиническими рекомендациями (стандартами) Минздрава России. Всем 26 (100%) больным РТМ и 8 (32%) из 25 больных РШМ был выполнен хирургический этап лечения в федеральных онкологических учреждениях Москвы или онкологических диспансерах различных регионов России в объеме Р1вr II–III с выполнением обширной тазовой лимфодиссекции у 26 (78,8%), тазово-поясничной лимфодиссекции до уровня почечных ножек – у 6 (18,2%) из 33 (100%) оперированных. Резекции мочевого пузыря и мочеточников с формированием неуретероцистоанастомозов и интраоперационным стентированием мочеточников были выполнены в ходе первичного хирургического лечения у 4 (12,1%) из 33 (100%) оперированных больных анализируемой группы. В послеоперационном периоде у 28 (84,8%) из 33 оперированных больных в анализируемой группе отмечалось значительное нарушение нормальной постоперационной топографической анатомии в зоне хирургического вмешательства, в том числе наличие дополнительных объемных образований различной плотности объемом более 30 см^3 в проекции удаленных лимфатических узлов (лимфоцеле, гематомы), неоднородность структуры с участками солидных и жидкостных включений и дефор-

Таблица 1. Распределение пациенток по стадиям заболеваний FIGO-TNM на момент установления диагноза

Table 1. Initial FIGO-TNM disease stage

Стадия заболевания Initial FIGO-TNM disease stage	Заболевание / Disease	
	рак шейки матки, абс. (%) cervical cancer, n (%)	рак тела матки, абс. (%) endometrial cancer, n (%)
I a–b (rT1a–bN0M0)	6 (11,8%)	18 (35,3%)
II a–b (rT2–bN0M0)	7 (13,7%)	3 (5,9%)
III a–c (rT3a–bN0M0) (rT2a–bN1M0)	12 (23,5%)	4 (7,8%)
Всего / In whole	51 (100%)	

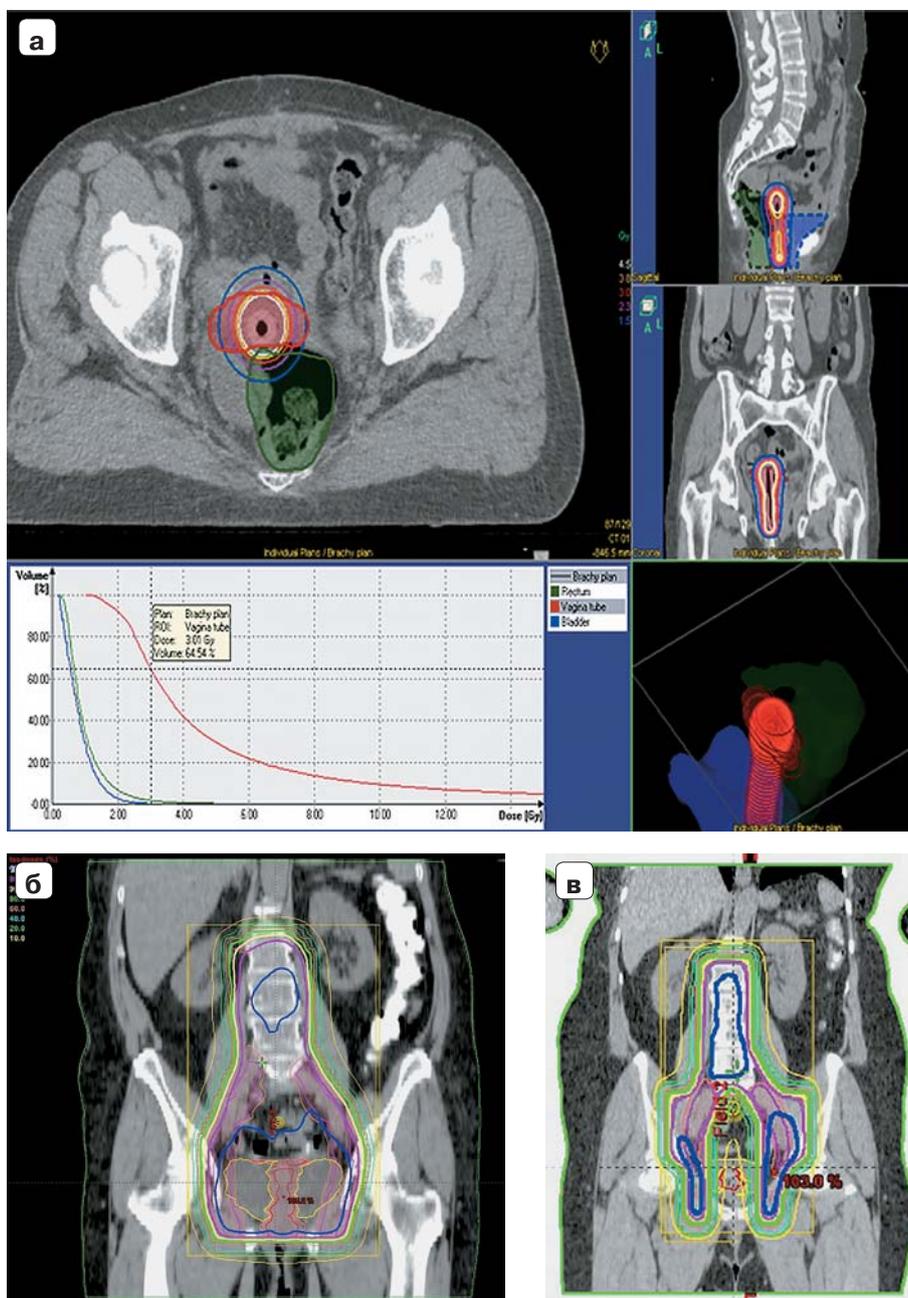
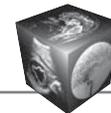


Рисунок. Адьювантная сочетанная лучевая терапия при раке шейки и тела матки: визуально-контролируемая высокоэнергетическая внутриматочная лучевая терапия с объемным планированием и оптимизацией параметров облучения (а); конформная дистанционная лучевая терапия расширенного объема на область таза с включением парааортальной области без экранирования (б) и с экранированием (в) зоны влагалища.

Figure. Adjuvant combined radiation therapy for cervical and endometrial cancer patients: image-guided HDR brachytherapy with volumetric planning and optimization of radiation parameters (a); extended-field conformal external beam radiation therapy to the pelvic and para-aortic region without shielding (b) and with shielding (v) of vagina.



мация купола культи влагалища, полностью включенных впоследствии по рекомендациям к оконтуриванию в облучаемый объем.

Лучевая терапия проводилась в 2016–2019 гг. в ФГБУ РНЦРР Минздрава России (Москва) и носила характер адьювантной сочетанной лучевой терапии у всех 33 оперированных ранее больных, дополненной симультанной химиотерапией препаратами платины (цисплатин 40 мг/м² или карбоплатин АUC2 еженедельно) в соответствии с клиническими рекомендациями Минздрава России у 8 (24,2%) из них. Адьювантное облучение предусматривало проведение конформной дистанционной лучевой терапии на линейных ускорителях электронов (ЛУЭ), оснащенных системами портальной визуализации для верификации объемов облучения и многолепестковыми коллиматорами, энергией фотонов 6–18 МэВ в режиме 3D-CRT, IMRT, VMAT, в режиме традиционного для РФ фракционирования 2 Гр, 5 фракций в неделю, на весь объем таза. У больных с верифицированными метастазами в общих подвздошных лимфатических узлах в объем облучения включали нижнюю группу парааортальных лимфатических узлов (примерно на 1 см выше предполагаемой проксимальной границы верифицированного поражения). У 4 (12,1%) из 33 оперированных с подтвержденными метастазами в поясничных лимфатических узлах объем облучения был расширен на парааортальную зону, до почечных ножек. Суммарные дозы дистанционного облучения составляли 44–50 Гр, с экранированием области влагалища, облученного ранее, в ходе внутриполостной лучевой терапии, путем закрытия лепестков коллиматора после СОД_{экв} 28–36 Гр. Внутриполостное облучение проводилось на аппарате Микроселектрон HDR с использованием источника ¹⁹²Ir высокой мощности, одноканальным или многоканальным цилиндрическим аппликатором, соответствовавшим по диаметру размеру влагалищной трубки, с предписанием РОД 3–4 Гр на основание слизистой влагалища, 5–7 сеансов ежедневно в соответствии с индексом вагинального здоровья пациентки до СОД_{экв} 23,3–25 Гр, с эскалацией дозы в области вагинального рубца до СОД_{экв} 32–38 Гр (см. рисунок). Средняя доза на основание влагалищной трубки у оперированных ранее больных анализируемой группы составила $23,7 \pm 1,2$ Гр, на прилежащие отделы влагалищного рубца – $35,5 \pm 3,4$ Гр.

У 18 (35,3%) из 51 больной анализируемой группы (у всех по поводу местнораспространенного РШМ) был проведен курс радикального химиолучевого лечения, также предусматривавший дистанционное облучение всего объема таза

и зон регионарного метастазирования на ЛУЭ энергией фотонов 6–18 МэВ в режиме 3DCRT, IMRT или RapidArc (VMAT), РОД 1,8–2 Гр, ежедневно 5 дней в неделю, до СОД 46–50 Гр, в условиях химиорадиомодификации препаратами платины (цисплатин 40 мг/м² или карбоплатин АUC2 еженедельно) в соответствии с Клиническими рекомендациями Минздрава России, с последующим внутриполостным облучением зоны первичного очага. Также протоколом лечения предусматривалась симультанная или последовательная эскалация локальных доз до 54–60 Гр в зонах увеличенных тазовых и парааортальных лимфатических узлов, расцененных как метастатические, с высоким уровнем накопления контрастных веществ на диагностических КТ-МР-сканах и оконтуренных с применением технологий совмещения изображений.

Радикальное сочетанное лучевое лечение подразумевало подведение более высоких локальных очаговых доз по сравнению с адьювантным облучением: доза от сочетанной лучевой терапии в области первичного очага (HR-CTV D90) соответствовала отечественным и международным рекомендациям GEC-ESTRO, составляла в среднем $81,6 \pm 4,4$ Гр (CI 95% 72,4–93,7 Гр). Суммарные очаговые дозы в параметральных областях и зонах лимфатических узлов составили в среднем $54,6 \pm 3,3$ Гр (CI 95% 48,8–64,2 Гр).

Распределение больных в анализируемой группе по основным методам лечения представлено в табл. 2.

У всех больных анализируемой группы с подозрением на локорегионарный рецидив онкологического заболевания направление на ¹⁸F-ФДГ ПЭТ-КТ явилось следствием сомнительных данных клинического, цитологического обследования, комплексного ультразвукового исследования и неоднозначных данных комплексной мультипараметрической МРТ, включавшей последовательности с T1ВИ, T2ВИ, ДВИ и ДКУ. В подгруппе оперированных больных наибольшие трудности вызывала трактовка обнаруженных в ходе динамического наблюдения изменений в зонах диагностированных до начала лучевой терапии лимфокист и гематом; в подгруппе больных после радикальной лучевой терапии – изменения размеров и структуры метастатически измененных лимфатических узлов, а также полиповидные образования в полости матки на фоне серометры, при полной постлучевой стриктуре цервикального канала с невозможностью его бужирования и получения материала для морфологического исследования.

ПЭТ-КТ проводилась в отделениях ядерной диагностики и ПЭТ-центрах РФ на сертифицированном оборудовании (например, гибридных

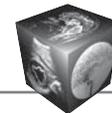


Таблица 2. Распределение пациенток по методам лечения
Table 2. Previous treatment

Вариант лечения Treatment	Заболевание / Disease	
	Рак шейки матки, абс. (%) Cervical cancer, n (%)	Рак тела матки, абс. (%) Endometrial cancer, n (%)
Комбинированный (оп+АЛТ*) Surgery+adjuvant radiotherapy	3 (5,9%)	22 (43,1%)
Комплексный (оп+АХЛТ*) Surgery+adjuvant chemoradiotherapy	5 (9,8%)	3 (5,9%)
Радикальное химиолучевое лечение Radiotherapy with concurrent chemotherapy	18 (35,3%)	–
Всего / In whole	51 (100%)	

* Оп-операция; АЛТ – адьювантная лучевая терапия; АХЛТ – адьювантная химиолучевая терапия.

сканерах Biograph True64, Siemens Medical Solutions USA Inc, Malvern, PA, USA) с внутривенным введением препарата ^{18}F -ФДГ в средней дозе 3,8–4,7 МБк/кг массы тела (общей активностью 169–356 МБк) после определения уровня глюкозы крови, креатинина и общепринятой подготовки. Любые зоны, описанные в протоколе как зоны патологического захвата ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ по сравнению с физиологическим и базовым уровнем, расценивались как позитивные в отношении рецидива онкологического заболевания вне зависимости от соответствующих изменений на КТ-сканах, фиксировались описанные в протоколах показатели SUV_{max} в этих зонах без заведомого уровня cut-off. Описания ПЭТ-КТ сравнивали с описаниями мультипараметрической МРТ. Диагноз прогрессирования заболевания, использованный как “золотой стандарт” в расчетах диагностической ценности ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ, был установлен впоследствии по результатам гистопатоморфологического исследования у 6 (11,8%) больных, у остальных – по данным клинического осмотра и медицинской визуализации в процессе последующего динамического наблюдения в течение 1–6 мес после выполнения ПЭТ-КТ.

Результаты и их обсуждение

Результаты ПЭТ-КТ по данным протоколов исследований представлены в табл. 3. Отсутствие очагов патологической гиперфиксации зафиксировано по данным ^{18}F -ФДГ ПЭТ-КТ у 29 (56,9%) больных, очаги патологической гиперфиксации только в зоне первичной опухоли – у 6 (11,8%), только в зоне регионарных лимфатических узлов – у 6 (11,8%), только за пределами зоны облучения – у 5 (9,8%), локорегионарные очаги патологической гиперфиксации одновременно с очагами за пределами зоны облучения – у 1 (4,1%) больной анализируемой группы.

Отсутствие данных о прогрессировании было подтверждено у 32 (62,7%) больных анализируемой группы. Клинико-морфологические и радиологические признаки прогрессирования были получены у 16 (31,3%) больных со значениями SUV_{max} в очагах патологической гиперфиксации 2,86–8,8 в этой подгруппе. Ложноположительными оказались результаты ПЭТ-КТ с ^{18}F -ФДГ у 6 (11,8%) больных, из них у 2 (3,9%) – с подозрением на локальный рецидив на фоне выраженного некротически-язвенного эпителиита в шейке матки и вагинальном рубце соответственно. После интенсивной санационной и заживляющей терапии в течение 8 и 1,5 мес соответственно данных о прогрессировании не было получено. У 4 (7,8%) больных – у 2 (3,9%) с очагами гиперфиксации в объемных образованиях (лимфоцеле, гематоме) в зоне удаленных тазовых лимфатических узлов, у 1 (2%) – с эскалацией $\text{СОД}_{\text{экв}}$ до 58 Гр в лимфатическом узле, расцененном как метастатический 1 (2%) – в зоне фрагментированного инфильтрата в брюшной полости и очагах по брюшине через 8 лет после первичного лечения – данные ПЭТ-КТ послужили причиной выполнения диагностической лапароскопии, с биопсией тканей метаболически активных зон. Данных о наличии опухолевого роста получено не было, в дальнейшем не было признаков прогрессирования на протяжении 12 мес ни у одной из этих больных. Ложноотрицательным оказался результат ПЭТ-КТ у больной РШМ молодого возраста, с поверхностно стелющимся рецидивом опухоли в верхней трети влагалища на фоне выраженного внутритазового фиброза и фиброзирование тканей влагалища на протяжении. Прогрессирование, подтвержденное морфологически, диагностировано через 7 лет после комбинированного лечения в региональном онкодиспансере с тяжелыми лучевыми повреждениями, по поводу которых в 2015–2016 гг. в ФГБУ

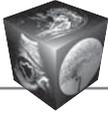


Таблица 3. Результаты ПЭТ-КТ с ^{18}F -ФДГ у больных раком шейки и тела матки с подозрением на прогрессирование в зонах предшествовавшего облучения

Table 3. ^{18}F -FDG PET-CT results in suspected recurrent cervical and endometrial cancer patients with suspected lesions in previously irradiated zones

Результаты ПЭТ-КТ ^{18}F -FDG PET-CT results	Число больных, n (%) Patients number, n (%)
Отсутствие очагов патологической гиперфиксации No hypermetabolic lesions	29 (56,9%)
Очаги патологической гиперфиксации только в зоне первичной опухоли Local hypermetabolic lesions only	6 (11,8%)
Очаги патологической гиперфиксации только в зоне регионарных лимфатических узлов Regional lymph nodes zones hypermetabolic lesions only	6 (11,8%)
Очаги патологической гиперфиксации в зоне первичной опухоли и регионарных лимфатических узлов Loco-regional hypermetabolic lesions	4 (7,8%)
Очаги патологической гиперфиксации только за пределами зоны облучения Hypermetabolic lesions out off previously irradiated zones only	5 (9,8%)
Очаги патологической гиперфиксации локорегионарные и за пределами зоны облучения Hypermetabolic lesions loco-regional and out of previously irradiated zones	1 (4,1%)
Всего / In whole	51 (100%)

Таблица 4. Диагностическая ценность ПЭТ-КТ с ^{18}F -ФДГ у больных раком шейки и тела матки с подозрением на прогрессирование в зонах предшествовавшего облучения

Table 4. ^{18}F -FDG PET-CT diagnostic value in suspected recurrent cervical and endometrial cancer patients with suspected lesions in previously irradiated zones

Параметр	ПЭТ-КТ PET-CT
Истинно положительные / True positive, n	16
Истинно отрицательные / True negative, n	32
Ложноположительные / False positive, n	6
Ложноотрицательные / False negative, n	1
Чувствительность / Sensitivity, %	94,1%
Специфичность / Specificity, %	84,2%
Положительная прогностическая значимость / Positive prognostic value, %	72,7%
Отрицательная прогностическая значимость / Negative prognostic value, %	96,9%

РНЦРР Минздрава России проводились комплексная реабилитация и несколько реконструктивно-пластических вмешательств на мочевых путях, кишечнике, влагалище.

Диагностическая ценность проведенных ПЭТ-КТ-исследований в анализируемой группе приведена в табл.4.

Заключение

Полученные нами данные, согласуясь с данными большинства исследователей, свидетельствуют о несомненном клиническом значении и особом месте ПЭТ-КТ с ^{18}F -ФДГ в дифференциальной диагностике локорегионарного прогрессирования и постлучевых изменений у больных РШМ и РТМ, подвергнутых лучевой терапии, с высоким уровнем

диагностической ценности метода. Более широкое и систематизированное применение ПЭТ-КТ с ^{18}F -ФДГ в динамике у одной больной на этапе первичной диагностики, планирования лучевого лечения и динамического мониторинга при РШМ и РТМ, обладая подтвержденной различными исследователями прогностической ценностью, может стать основой более персонализированного подхода к терапии на всех ее этапах. Однако адекватная трактовка получаемой информации требует углубленной комплексной оценки полученных данных междисциплинарной командой клиницистов-онкологов, радиотерапевтов и радиологов с возможностью экспертной оценки изображений в центрах компетенции в рамках развития телекоммуникационных технологий.



Участие авторов

Солодкий В.А. – концепция и дизайн исследования, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Нуднов Н.В. – участие в научном дизайне, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка, создание опубликованной работы, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Крейнина Ю.М. – участие в научном дизайне, проведение исследования, сбор и обработка данных, обзор публикаций по теме статьи, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, подготовка и редактирование текста, подготовка, создание опубликованной работы, ответственность за целостность всех частей статьи.

Шевченко Л.Н. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Каскулова М.Х. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Титова В.А. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста.

Пронькина Е.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Воробьева В.О. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Authors' participation

Solodky V.A. – concept and design of the study, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Nudnov N.V. – participation in scientific design, analysis and interpretation of the obtained data, preparation and creation of the published work, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Kreynina Yu.M. – participation in scientific design, conducting research, collection and analysis of data, review of publications, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, text preparation and editing, preparation and creation of the published work, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Shevchenko L.N. – conducting research, collection and analysis of data.

Kaskulova M.Kh. – conducting research, collection and analysis of data.

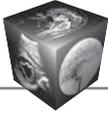
Titova V.A. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, text preparation and editing.

Pronkina E.V. – conducting research, collection and analysis of data.

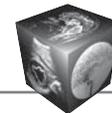
Vorobjeva V.O. – conducting research, collection and analysis of data.

Список литературы

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. Состояние онкологической помощи населению России в 2021 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2022. 239 с. ISBN 978-5-85502-275-9.
- Крейнина Ю.М., Титова В.А., Бурнашкина С.П. Современные подходы к применению магнитно-резонансной томографии в планировании и мониторинге высокоэнергетической брахитерапии гинекологического рака. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2014; 2: 81–82.
- Титова В.А., Панышин Г.А., Шевченко Л.Н., Крейнина Ю.М., Каскулова М.Х. Послеоперационная конформная лучевая терапия рака шейки и тела матки: роль контактной лучевой терапии. *Трудный пациент*. 2019; 17 (8–9): 33–36. <http://doi.org/10.24411/2074-1995-2019-10060>
- Аксенова С.П., Нуднов Н.В., Крейнина Ю.М. Магнитно-резонансная визуализация влагалища и малого таза у женщин, перенесших противоопухолевое лечение по поводу рака женских половых органов. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (2): 131–139. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-2-131-139>
- Ашрафян Л.А., Тё С.А., Огрызкова В.Л., Крейнина Ю.М., Алешикова О.И. Трехмерная эхография при раке шейки матки. *Медицинская визуализация*. 2003; 2: 68–73.
- Алимардонов Д.Б. Возможности позитронно-эмиссионной томографии в уточняющей диагностике рака шейки матки Ib-IIIb стадий: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. 107 с.
- Stojiljkovic M., Sobic Saranovic D., Odalovic S. et al. FDG PET-CT as an important diagnostic tool and prognostic marker in suspected recurrent cervical carcinoma after radiotherapy: comparison with MRI. *Radiol Oncol*. 2022; 56 (4): 453–460. <http://doi.org/10.2478/raon-2022-0042>
- Yoon J.W., Kim S., Kim S.W. et al. PET/CT Response Criteria (European Organization for Research and Treatment of Cancer) Predict Survival Better Than Response Evaluation Criteria in Solid Tumors in Locally Advanced Cervical Cancer Treated With Chemoradiation. *Clin. Nucl. Med*. 2016; 41 (9): 677–682. <http://doi.org/10.1097/RLU.0000000000001269>
- Аретинский А.В., Терновой С.К. ПЭТ/КТ с ¹⁸F-FDG в уточняющей диагностике рака тела матки. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2018; 8 (3): 20–29. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2018-8-3-20-29>
- Rockall A.G., Cross S., Flanagan S. et al. The role of FDG-PET/CT in gynaecological cancers. *Cancer Imaging*. 2012. 5; 12 (1): 49–65. <http://doi.org/10.1102/1470-7330.2012.0007>
- Perrone A.M., Dondi G., Coe M. et al. Predictive Role of MRI and ¹⁸F FDG PET Response to Concurrent Chemoradiation in T2b Cervical Cancer on Clinical Outcome: A Retrospective Single Center Study. *Cancers (Basel)*. 2020; 12 (3): 659. <http://doi.org/10.3390/cancers12030659>
- Sanei Sistani S., Parooie F., Salarzaei M. Diagnostic Accuracy of ¹⁸F-FDG-PET/CT and MRI in Predicting the Tumor Response in Locally Advanced Cervical Carcinoma Treated by Chemoradiotherapy: A Meta-Analysis. *Contrast Media Mol. Imaging*. 2021. 2; 2021: 8874990. <http://doi.org/10.1155/2021/8874990>
- Lima G.M., Matti A., Vara G. et al. Prognostic value of posttreatment ¹⁸F-FDG PET/CT and predictors of metabolic response to therapy in patients with locally



- advanced cervical cancer treated with concomitant chemoradiation therapy: an analysis of intensity- and volume-based PET parameters. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2018; 45 (12): 2139–2146. <http://doi.org/10.1007/s00259-018-4077-1>
- 14 Scher N., Castelli J., Depeursinge A. et al. (¹⁸F)-FDG PET/CT parameters to predict survival and recurrence in patients with locally advanced cervical cancer treated with chemoradiotherapy. *Cancer Radiother.* 2018; 22 (3): 229–235. <http://doi.org/10.1016/j.canrad.2017.10.003>
- 15 Han L., Wang Q., Zhao L. et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Prognostic Impact of Pretreatment Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography Parameters in Patients with Locally Advanced Cervical Cancer Treated with Concomitant Chemoradiotherapy. *Diagnostics (Basel)*. 2021; 14; 11 (7): 1258. <http://doi.org/10.3390/diagnostics11071258>
- 16 Son S.H., Jeong S.Y., Chong G.O. et al. Prognostic Value of Pretreatment Metabolic PET Parameters in Cervical Cancer Patients With Metabolic Complete Response After Concurrent Chemoradiotherapy. *Clin. Nucl. Med.* 2018; 43 (9): e296–e303. <http://doi.org/10.1097/RLU.0000000000002188>
- 17 Auguste P., Barton P., Meads C. et al. Evaluating PET-CT in routine surveillance and follow-up after treatment for cervical cancer: a cost-effectiveness analysis. *BJOG*. 2014; 121 (4): 464–476. <http://doi.org/10.1111/1471-0528.12460>
- 18 Albano D., Zizioli V., Odicino F. et al. Clinical and prognostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT in recurrent endometrial carcinoma. *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (English Edition)*. 2019; 38 (2): 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.remnie.2018.10.004>
- 19 Саевец В.В., Важенин А.В., Чернова Л.Ф., Шимоткина И.Г., Мухин А.А., Таратонов А.В. Возможности позитронно-эмиссионной компьютерной томографии в оценке результатов лечения местно-распространенного рака шейки матки. *Акушерство и гинекология: новости мнения, обучение*. 2019; 7 (1): 46–51. <http://doi.org/10.24411/2303-9698-2019-11006>
- 20 Chung H.H., Jo H., Kang W.J. et al. Clinical impact of integrated PET/CT on the management of suspected cervical cancer recurrence. *Gynecol. Oncol.* 2007; 104 (3): 529–534. <http://doi.org/10.1016/j.ygyno.2006.09.009>
- 21 Dag Z., Yilmaz B., Dogan A.K. et al. Comparison of the prognostic value of F-18 FDG PET/CT metabolic parameters of primary tumors and MRI findings in patients with locally advanced cervical cancer treated with concurrent chemoradiotherapy. *Brachytherapy*. 2019; 18 (2): 154–162. <http://doi.org/10.1016/j.brachy.2018.11.005>
- References**
1. Kaprin A.D., Starinsky V.V., Shakhzadova A.O. Oncological care for the population of Russian Federation in 2021. M.: P.A. Herzen – branch of the Federal State Budgetary Institution “NMI’s Radiology” of the Ministry of Health of Russia. 2022. 239 p. ISBN 978-5-85502-275-9. (In Russian)
2. Kreynina Y.M., Titova V.A., Burnashkina S.P. Modern approaches to the use of magnetic resonance imaging in the planning and monitoring of high-power brachytherapy for gynecological cancer. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2014; 3 (2): 81–81. (In Russian)
3. Titova V.A., Panshin G.A., Shevchenko L.N., Kreynina Yu.M., Kaskulova M.Kh. Postoperative conformal radiation therapy for cervical and uterine cancer: the role of contact radiation therapy. *Difficult patient*. 2019; 17 (8–9): 33–36. <http://doi.org/10.24411/2074-1995-2019-10060> (In Russian)
4. Aksenova S.P., Nudnov N.V., Kreynina Yu.M. Magnetic Resonance Imaging of the Vagina and Pelvic Organs in Women who Underwent Antitumor Treatment for Female Genital Cancer. *Medical Visualization*. 2017; 2: 131–139. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-2-131-139> (In Russian)
5. Ashrafyan L.A., Tyo S.A., Ogryzkova V.L., Kreynina Yu.M., Alyoshikova O.I. Three-Dimensional Echography in Cervical Cancer. *Medical Visualization*. 2003; 2: 68–73. (In Russian)
6. Alimardonov D.B. Possibilities of PET in clarifying the diagnosis of cervical cancer Ib-IIIb: Dis. ... Cand. of Sci. (Med.). Moscow, 2011. 107 p. (In Russian)
7. Stojiljkovic M., Sobic Saranovic D., Odalovic S. et al. FDG PET-CT as an important diagnostic tool and prognostic marker in suspected recurrent cervical carcinoma after radiotherapy: comparison with MRI. *Radiol Oncol*. 2022; 56 (4): 453–460. <http://doi.org/10.2478/raon-2022-0042>
8. Yoon J.W., Kim S., Kim S.W. et al. PET/CT Response Criteria (European Organization for Research and Treatment of Cancer) Predict Survival Better Than Response Evaluation Criteria in Solid Tumors in Locally Advanced Cervical Cancer Treated With Chemoradiation. *Clin. Nucl. Med.* 2016; 41 (9): 677–682. <http://doi.org/10.1097/RLU.0000000000001269>
9. Aretinskiy A.V., Ternovoy S.K. ¹⁸F-FDG PET/CT in the diagnostics of endometrial cancer. *REJR*. 2018; 8 (3): 20–29. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2018-8-3-20-29> (In Russian)
10. Rockall A.G., Cross S., Flanagan S. et al. The role of FDG-PET/CT in gynaecological cancers. *Cancer Imaging*. 2012. 5; 12 (1): 49–65. <http://doi.org/10.1102/1470-7330.2012.0007>
11. Perrone A.M., Dondi G., Coe M. et al. Predictive Role of MRI and ¹⁸F FDG PET Response to Concurrent Chemoradiation in T2b Cervical Cancer on Clinical Outcome: A Retrospective Single Center Study. *Cancers (Basel)*. 2020; 12 (3): 659. <http://doi.org/10.3390/cancers12030659>
12. Sanei Sistani S., Parooie F., Salarzaei M. Diagnostic Accuracy of ¹⁸F-FDG-PET/CT and MRI in Predicting the Tumor Response in Locally Advanced Cervical Carcinoma Treated by Chemoradiotherapy: A Meta-Analysis. *Contrast Media Mol. Imaging*. 2021. 2; 2021: 8874990. <http://doi.org/10.1155/2021/8874990>
13. Lima G.M., Matti A., Vara G. et al. Prognostic value of posttreatment ¹⁸F-FDG PET/CT and predictors of metabolic response to therapy in patients with locally advanced cervical cancer treated with concomitant chemoradiation therapy: an analysis of intensity- and volume-based PET parameters. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2018; 45 (12): 2139–2146. <http://doi.org/10.1007/s00259-018-4077-1>
- 14 Scher N., Castelli J., Depeursinge A. et al. (¹⁸F)-FDG PET/CT parameters to predict survival and recurrence in patients with locally advanced cervical cancer treated with chemoradiotherapy. *Cancer Radiother.* 2018; 22 (3): 229–235. <http://doi.org/10.1016/j.canrad.2017.10.003>
- 15 Han L., Wang Q., Zhao L. et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Prognostic Impact of Pretreatment Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography Parameters in Patients with Locally Advanced Cervical Cancer Treated with Concomitant Chemoradiotherapy. *Diagnostics (Basel)*. 2021; 14; 11 (7): 1258. <http://doi.org/10.3390/diagnostics11071258>



- 16 Son S.H., Jeong S.Y., Chong G.O. et al. Prognostic Value of Pretreatment Metabolic PET Parameters in Cervical Cancer Patients With Metabolic Complete Response After Concurrent Chemoradiotherapy. *Clin. Nucl. Med.* 2018; 43 (9): e296–e303. <http://doi.org/10.1097/RLU.0000000000002188>
- 17 Auguste P., Barton P., Meads C. et al. Evaluating PET-CT in routine surveillance and follow-up after treatment for cervical cancer: a cost-effectiveness analysis. *BJOG.* 2014; 121 (4): 464–476. <http://doi.org/10.1111/1471-0528.12460>
- 18 Albano D., Zizioli V., Odicino F. et al. Clinical and prognostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT in recurrent endometrial carcinoma. *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (English Edition).* 2019; 38 (2): 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.remnie.2018.10.004>
- 19 Saevets V.V., Vazhenin A.V., Chernova L.F., Shimotkina I.G., Mukhin A.A., Taratonov A.V. Potential of PET-CT in assessing the results of treatment of locally advanced cervical cancer. *Akusherstvo i ginekologiya: novosti, mneniya, obuchenie = Obstetrics and Gynecology: News, Opinions, Training.* 2019; 7 (1): 46–51. <http://doi.org/10.24411/2303-9698-2019-11006> (In Russian)
- 20 Chung H.H., Jo H., Kang W.J. et al. Clinical impact of integrated PET/CT on the management of suspected cervical cancer recurrence. *Gynecol. Oncol.* 2007; 104 (3): 529–534. <http://doi.org/10.1016/j.ygyno.2006.09.009>
- 21 Dag Z., Yilmaz B., Dogan A.K. et al. Comparison of the prognostic value of F-18 FDG PET/CT metabolic parameters of primary tumors and MRI findings in patients with locally advanced cervical cancer treated with concurrent chemoradiotherapy. *Brachytherapy.* 2019; 18 (2): 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.brachy.2018.11.005>

Для корреспонденции*: Нуднов Николай Васильевич – 117997 Москва, Профсоюзная ул., д. 86. Российский научный центр рентгенодиагностики Минздрава России. Тел.: +7-985-224-04-68. E-mail: nudnov@rncrr.ru

Солодкий Владимир Алексеевич – академик РАН, профессор, директор ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1641-6452>

Нуднов Николай Васильевич – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе, заведующий НИО комплексной диагностики заболеваний и радиотерапии ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>

Крейнина Юлия Михайловна – доктор мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории лучевой терапии и комплексных методов лечения онкологических заболеваний, врач-онколог и радиотерапевт ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва; профессор кафедры онкологии, лучевой терапии и лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Приволжский исследовательский медицинский университет” Минздрава России, Нижний Новгород. <https://orcid.org/0000-0002-7229-594X>

Шевченко Людмила Николаевна – заведующая отделением комплексных методов лечения онкогинекологических заболеваний ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0032-1747>

Каскулова Мадина Хасановна – врач-радиотерапевт отделения комплексных методов лечения онкогинекологических заболеваний ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5467-1940>

Титова Вера Алексеевна – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории лучевой терапии и комплексных методов лечения онкологических заболеваний ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-9927-7832>

Пронькина Елена Владимировна – врач-рентгенолог ФГБУ поликлиники №1 Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0531-7966>

Воробьева Валентина Олеговна – клинический ординатор по специальности “рентгенология” ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-6704-3676>

Contact*: Nikolay V. Nudnov – 86, Profsoyuznaya str., Moscow 117997, Russian Federation. Russian Scientific Center of Roentgenoradiology. Phone: +7-985-224-04-68. E-mail: nudnov@rncrr.ru

Vladimir A. Solodkiy – Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Director of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1641-6452>. E-mail: direktor@rncrr.ru

Nikolay V. Nudnov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for scientific work of FSBI, Head of the Research Institute of Complex Diagnostics of Diseases and Radiotherapy of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>. E-mail: nudnov@rncrr.ru

Yulia M. Kreynina – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Leading researcher at the Laboratory radiation therapy and complex methods of cancer treatment, oncologist and radiotherapist of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow; Privolzhsky Research Medical University, Oncology, Radiation Therapy, Radiation Diagnostics Department, professor, Nizhny Novgorod. <https://orcid.org/0000-0002-7229-594X>

Lyudmila N. Shevchenko – Head of the Department of complex methods of treatment of Oncogynecological Diseases of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0032-1747>

Madina Kh. Kaskulova – Radiotherapist of the Department of complex methods of treatment of Oncogynecological diseases of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5467-1940>

Vera A. Titova – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher of the Laboratory radiation therapy and complex methods of cancer treatment of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-9927-7832>

Elena V. Pronkina – Radiologist of FSBI polyclinic №1 of the office of the President of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0531-7966>

Valentina O. Vorobjeva – Clinical resident in the specialty “radiology” of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-6704-3676>