

Роль ПЭТ/КТ в онкогинекологии (обзор литературы)

© Николаева Е.А.^{1,2*}, Тарачкова Е.В.², Шейх Ж.В.^{2,3,4}, Тюрин И.Е.^{1,2}

¹ ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина” Минздрава России; 115478 Москва, Каширское шоссе, 24, Российская Федерация

² ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России; 125993 Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

³ ФГБУ “Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна” Федерального медико-биологического агентства России; 123098 Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23, Российская Федерация

⁴ ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница имени С.П. Боткина ДЗ города Москвы”; 125284 Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5, Российская Федерация

Цель исследования: рассмотреть современные возможности позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) с фтордезоксиглюкозой (ФДГ), в диагностике онкологических образований в гинекологии.

Материал и методы. Поиск, отбор и оценка существующих зарубежных и отечественных исследований, включенных в рецензируемые базы E-library, PubMed, GoogleScholar, Scopus.

Результаты. В статье обобщается существующая доказательная база для установления клинического значения и новых возможностей применения ПЭТ/КТ с ФДГ при распространенных гинекологических злокачественных новообразованиях.

Заключение. Использование ПЭТ/КТ с ФДГ может оказать значительное влияние на ведение пациентов за счет улучшения стадирования рака, влияния на выбор пациентов для лечения и выявления раннего рецидива заболевания.

Ключевые слова: рак шейки матки, гинекологическая онкология, рак яичников, рак матки, рак вульвы, ПЭТ/КТ

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: 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>

Поступила в редакцию: 30.04.2022. **Принята к печати:** 12.09.2022. **Опубликована online:** 8.02.2023.

The role of PET/CT in oncogynecology (literature review)

© Ekaterina A. Nikolaeva^{1,2*}, Elena V. Tarachkova², Zhanna V. Sheikh^{2,3,4}, Igor E. Tyurin^{1,2}

¹ N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 23, Kashirskoe shosse, Moscow 115478, Russian Federation

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2/1 bld. 1, Barrikadnaya str., Moscow 125993, Russian Federation

³ Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan; 23, Marshal Novikov str., Moscow 123098, Russian Federation

⁴ S.P. Botkin City Clinical Hospital; 5, 2nd Botkinsky pr., Moscow 125284, Russian Federation

Purpose: to consider the modern possibilities of positron emission tomography combined with computed tomography (PET/CT) with FDG in the diagnosis of oncological formations in gynecology.

Materials and methods. Search, selection and evaluation of existing foreign and domestic research included in the peer-reviewed E-library, PubMed, GoogleScholar, Scopus.



Results. This article summarizes the existing evidence base to establish the clinical relevance and new possibilities for the use of FDG PET/CT in common gynecological malignancies.

Conclusion. The use of FDG PET/CT can have a significant impact on patient management by improving cancer staging, influencing patient choice for treatment, and detecting early disease recurrence.

Keywords: cervical cancer, gynecological oncology, ovarian cancer, uterine cancer, vulvar cancer, PET/CT

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

For citation: Nikolaeva E.A., Tarachkova E.V., Sheikh Zh.V., Tyurin I.E. The role of PET/CT in oncogynecology (literature review). *Medical Visualization*. 2023; 27 (1): 145–157. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1198>

Received: 30.04.2022.

Accepted for publication: 12.09.2022.

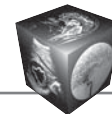
Published online: 8.02.2023.

Введение

Технология гибридной визуализации с помощью позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) с [^{18}F] фтордезоксиглюкозой (ФДГ) постоянно развивается. В настоящее время этот метод применяется для определения стадии заболевания, ответа на лечение, выявления рецидива заболевания и наблюдения за пациентами при многочисленных первичных злокачественных новообразованиях. При гинекологических злокачественных новообразованиях ПЭТ/КТ с ФДГ играет важную роль не только в оценке заболевания до и после терапии, но и в планировании лучевой терапии путем определения метаболически активного макроскопического объема опухоли (GTV). На сегодняшний день ^{18}F -ФДГ является наиболее часто используемым радиофармпрепаратом в ПЭТ/КТ, поскольку злокачественные клетки, обладая высоким метаболизмом, поглощают глюкозу в большом количестве. Этот радиофармпрепарат обладает высокой чувствительностью, но низкой специфичностью в отношении злокачественных новообразований, поскольку доброкачественные процессы, сопровождающиеся воспалительной реакцией, также гипераккумулируют ФДГ. При оценке органов малого таза у женщин важно знание факторов, способных исказить интерпретацию результатов ПЭТ/КТ с ФДГ, поскольку изменения поглощения ФДГ происходят в соответствии с менструальным циклом и менопаузальным состоянием. Случайные находки при визуализации женских половых органов могут представлять трудности в дифференциальной диагностике, поскольку ложноположительные и ложноотрицательные результаты при доброкачественных и злокачественных процессах не являются редкостью. Гинекологические злокачественные новообразования остаются серьезной проблемой для общественного здравоохранения. Обзор часто встречающихся доброкачественных и злокачественных вариантов накопления ФДГ при ПЭТ/КТ области таза у женщин может помочь в улучшении дифференциальной диагностики.

1. Нормальные варианты ПЭТ/КТ с ФДГ у женщин в пре- и постменопаузе

Понимание нормальных метаболических и структурных изменений, происходящих в женских половых путях на протяжении всей жизни, имеет значение при интерпретации изображений ПЭТ/КТ таза. Эти процессы связаны с гормональными влияниями и, следовательно, наиболее заметны в репродуктивном периоде и в начале постменопаузального периода. На ПЭТ/КТ-изображениях изменения в первую очередь видны в матке и яичниках и при отсутствии гинекологических заболеваний характер накопления ФДГ может существенно варьировать в зависимости от менструального цикла, который, как известно, состоит из 4 фаз: менструальных выделений, пролиферативной, овуляторной и секреторной [1]. Сообщалось, что два пика повышенного поглощения ФДГ в эндометрии возникают в первые дни менструации и/или во время овуляции [2]. Также повышенное поглощение ФДГ можно увидеть в вагинальных тампонах [3]. Физиологическое накопление, связанное с менструацией, равномерно распределяется в полости матки в соответствии с распределением жидкости, в отличие от злокачественного новообразования эндометрия, которое часто является очаговым с различной степенью инвазии миометрия и видимой опухолью при КТ. Физиологическое поглощение ФДГ эндометрием можно наблюдать примерно в первые 3 дня менструации и в овуляторную фазу менструального цикла у женщин в пременопаузе. Средние стандартизированные значения поглощения эндометрием (SUV) в исследовании H. Lerman и соавт. [1] у женщин в пременопаузе составили $5 \pm 3,2$ (SD) и $3,7 \pm 0,9$ во время менструации и овуляции соответственно и $2,6 \pm 1,1$ и $2,5 \pm 1,1$ во время пролиферативной и секреторной фаз соответственно. Среднее значение SUV эндометрия у женщин в постменопаузе, получавших гормональную терапию, составило $1,7 \pm 0,7$ (диапазон 1,1–2,6), а гормональная терапия у женщин в постменопаузе не была связа-



на со значительным изменением поглощения ФДГ эндометрием.

У женщин в пременопаузе очаговое интенсивное поглощение ФДГ может наблюдаться в яичниках, обычно оно одностороннее и имеет округлую или дисковидную форму с гладкими краями, возникает примерно во время овуляции в фазе от поздней фолликулярной до ранней лютеиновой [1]. Во время фолликулярной фазы рекрутируются один или несколько фолликулов, но только один из них становится доминирующим и овулирует [4]. *Фолликулярная киста* образуется, если доминантный фолликул не овулирует. Желтое тело представляет собой остаток зрелого фолликула, который подвергается гипертрофии и васкуляризации и служит “временной железой”, которая инволютирует и исчезает к концу цикла, если беременность не наступает [4]. Таким образом, желтое тело видно во время секреторной фазы, и, если оно не регрессирует за это время, образуется заполненная жидкостью *киста желтого тела*. Она может сохраняться в течение нескольких месяцев и визуализируется как небольшая округлая киста в придатках с интенсивным поглощением ФДГ и контрастным усилением по периферии, обычно называемая “огненным кольцом”.

У женщин, использующих противозачаточную внутриматочную спираль, отсутствующее или умеренное поглощение ФДГ вне менструальной и овуляторной фаз, вероятно, имеет физиологическое происхождение [5]. Это Т-образные рентгеноконтрастные устройства, которые вызывают локальную воспалительную реакцию [6] с умеренным поглощением ФДГ [7]. Использование оральных контрацептивов существенно не изменяет поглощение ФДГ эндометрием [1].

Естественная менопауза определяется как отсутствие менструаций в течение 12 мес подряд и наступает в возрасте около 50 лет [8]. Гормональные изменения приводят к постепенному снижению физиологического поглощения ФДГ и сопровождаются прогрессирующим уменьшением объема репродуктивных органов [2]. В поздней постменопаузе физиологическое поглощение ФДГ обычно не наблюдается в матке или яичниках [1]. Не было показано, что заместительная гормональная терапия влияет на поглощение ФДГ эндометрием у женщин в постменопаузе. Поглощение ФДГ эндометрием у пациенток с аменореей похоже на таковое у женщин в постменопаузе, в то время как у женщин с олигоменореей оно высокое, со значениями, напоминающими значения в середине цикла у здоровых.

В ограниченном количестве исследований сообщалось о характере поглощения ФДГ бере-

менными женщинами: в норме в матке оно слабое, а картина поглощения ФДГ плодом зависит от гестационного возраста [9, 10]. Физиологическое интенсивное поглощение ФДГ маткой и шейкой матки наблюдается у недавно родивших пациенток [11].

Чтобы свести к минимуму возможность неправильной интерпретации, необходима корреляция с менструальным циклом. Следовательно, визуализацию оптимально планировать в течение недели до или через несколько дней после менструации, если цикл регулярный, что редко наблюдается среди пациенток с известным или подозреваемым злокачественным новообразованием [1, 2, 5].

2. Дифференциальная диагностика новообразований

2.1. Матка

Лейомиомы, или миомы, происходят преимущественно из гладкомышечной ткани миометрия и являются наиболее распространенными доброкачественными новообразованиями матки (около 70%) [12]. Они частично гормонозависимы и наиболее распространены у женщин в пременопаузе, являются частой случайной находкой при ПЭТ/КТ и представляют собой потенциальную ловушку при дифференциации доброкачественного и злокачественного накопления ФДГ в матке [13]. Поглощение ФДГ при лейомиомах может значительно различаться у женщин в пре- и постменопаузе, но аномальное поглощение ФДГ чаще наблюдается у женщин в пременопаузе и меняется в зависимости от менструального цикла [14]. Обычно множественные лейомиомы имеют размер от нескольких миллиметров до 20 см в диаметре и более, часто с участками некроза, кальцификации и кровоизлияний [13]. Важно отметить, что появление нового очага поглощения ФДГ или увеличение поглощения ФДГ в ранее существовавшей лейомиоме наблюдается часто и не обязательно сигнализирует о злокачественной трансформации, тем не менее описаны редкие случаи (0,13–0,29%) трансформации в лейомиосаркому, визуализированные при ПЭТ/КТ, которые часто бессимптомны, но примерно у 30% женщин в какой-то момент развивается вагинальное кровотечение, появляются пальпируемое образование в области малого таза и боли [15].

По данным S. Kusunoki и соавт. [15], медиана SUV_{max} (максимального стандартизированного значения поглощения) для саркомы матки и лейомиомы составила 12 и 4,1 соответственно, эти значения достоверно отличались. SUV_{max} более 7,5 позволило исключить лейомиому с чувствительностью 80,8% и специфичностью 100% (пло-



щадь под кривой 95,3%). Пороговое значение SUV_{max} равное 7,5, дает 100% специфичность, а пороговое значение SUV_{max} равное 4,4, дает 100% отрицательное прогностическое значение. Комбинация уровней ПЭТ/КТ и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) имела чувствительность 86,6%, специфичность 100%, положительную прогностическую ценность 100% и отрицательную – 90,4%. Никакой связи между гистопатологией или стадией FIGO и значением поглощения ФДГ при ПЭТ/КТ не наблюдалось.

Злокачественные новообразования в теле матки включают карциному, при этом карцинома эндометрия является наиболее распространенной (~90%), а также различные формы очень редких и часто агрессивных сарком матки [16]. Они сопровождаются интенсивным поглощением ФДГ, однако сильно варьируемое поглощение ФДГ в лейомиомах затрудняет дифференциацию [13]. Лейомиосаркома является наиболее частой саркомой матки, но встречается только в 1% всех гинекологических злокачественных новообразований [17]. Она часто визуализируется как большая гетерогенная масса с внутренними участками некроза, может напоминать дегенеративную лейомиому матки, как с участками некроза, так и с интенсивным поглощением ФДГ.

Сообщается, что все методы визуализации менее чувствительны, чем хирургическое определение метастазов в лимфатических узлах, хотя ПЭТ/КТ с ФДГ обеспечивает большую чувствительность (80%), чем размер узлов по УЗИ (65%), морфология узлов (75%) или диффузионно-взвешенная визуализация МРТ (70%) для выявления поражения лимфатических узлов [17]. ПЭТ/КТ с ФДГ является превосходным методом для выявления новообразования до операции и рецидива заболевания после операции с общей точностью 88% для выявления узлового заболевания и 93% для рецидива.

Доброкачественные полипы эндометрия редко встречаются в клинической практике, чаще у женщин, получавших тамоксифен, при отсутствии аномального поглощения ФДГ [18]. Аденомиоз является распространенным доброкачественным гинекологическим заболеванием у женщин репродуктивного возраста и характеризуется наличием диффузного или очагового эктопического эндометрия в пределах миометрия [19], и лишь в нескольких сообщениях описаны различные значения поглощения ФДГ, варьирующие от умеренного до высокого [13, 20].

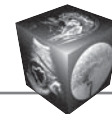
Гиперплазия эндометрия возникает при аномальной пролиферации стромы и является одной из наиболее частых причин аномальных маточных

кровотечений [21], в основном наблюдается у женщин в постменопаузе и у женщин, получающих любую форму антиэстрогенных препаратов, например тамоксифена [22]. Ее можно разделить на типичную и атипичную, причем последняя является потенциальным предшественником карциномы эндометрия [21]. Гиперплазия эндометрия в основном сопровождается умеренным поглощением ФДГ или его отсутствием [13, 23]. Это еще раз подчеркивает, что поглощение ФДГ эндометрием у женщин в постменопаузе или аномальное поглощение ФДГ у женщин, получающих лечение антиэстрогенами, имеет клиническое значение и требует дальнейшего изучения.

2.2. Шейка матки

Рак шейки матки является четвертой по частоте причиной смерти от рака у женщин во всем мире и наиболее распространенным гинекологическим злокачественным новообразованием в западном мире [24]. Персистирующий вирус папилломы человека (ВПЧ) является основной причиной рака шейки матки. Наиболее распространенным гистологическим типом является плоскоклеточный рак (около 80%), за которым следует аденокарцинома [25]. Рак шейки матки независимо от гистологического подтипа обычно накапливает ФДГ [26]. У пациенток с установленным раком шейки матки поглощение ФДГ эндометрием может быть повышено вследствие стеноза и скопления жидкости и не обязательно представляет собой распространение в тело матки [1]. Е.А. Kidd и соавт. [26] сообщили, что SUV_{max} у 287 пациенток с раком шейки матки составило в среднем 11,4 (диапазон 1–50,4). Не было отмечено корреляции между SUV_{max} , стадией FIGO и объемом опухоли. Сообщалось, что плоскоклеточные карциномы имеют более высокие значения SUV_{max} , чем неплюсклеточные карциномы, а низкодифференцированные карциномы, как сообщается, имеют более высокие значения SUV_{max} , чем высоко- или умеренно дифференцированные карциномы. Более высокие значения SUV_{max} были связаны с повышенным риском метастазирования в лимфатические узлы. Таким образом, ПЭТ/КТ полезна для определения отдаленных метастазов и оценки риска их возникновения. Хотя ПЭТ/КТ может обнаружить метастазы в лимфатических узлах нормального размера от 5 до 9 мм, которые не могут диагностировать обычные КТ и МРТ, даже ПЭТ/КТ не может обнаружить микрометастазы, размер которых ниже чувствительности аппарата ПЭТ.

Доброкачественные кистозные поражения шейки матки широко распространены и включают эндоцервикальную гиперплазию, наботовы кисты



и цервицит матки с ретенционными кистами, если они сопровождаются воспалением, то их может быть трудно отличить от редкой злокачественной аденомы, которая имеет схожие результаты визуализации с высоким поглощением ФДГ и мультифокулярными кистами в шейке матки [27]. Это редкая форма рака шейки матки (<1%) с плохим прогнозом из-за ранней диссеминации [28]. К *доброкачественным солидным образованиям шейки матки* относятся полипы эндоцервикса и лейомиомы шейки матки. Эндоцервикальные полипы являются частой причиной кровотечений с низкой частотой малигнизации. Лейомиомы шейки матки встречаются редко, частота их возникновения колеблется от 0,6 до 10% всех лейомиом матки, и они имеют те же визуальные характеристики, что в матке [29].

2.3. Яичник

Рак яичников является третьим наиболее распространенным гинекологическим злокачественным новообразованием и вторым наиболее фатальным с самой высокой заболеваемостью в возрастной группе 50–59 лет [30]. Большинство женщин (>70%) имеют на момент постановки диагноза запущенную стадию заболевания FIGO III или IV, что обуславливает высокий уровень смертности [31]. Рак яичников на поздних стадиях имеет неблагоприятный прогноз с 5-летней выживаемостью 17,9% при IV стадии заболевания. Важно отметить, что признаки новообразований яичников на компьютерной и МР-томограммах часто перекрываются и не обладают специфичностью [32]. Точность диагностики улучшается с добавлением функциональной информации, полученной с помощью ПЭТ с ФДГ при диагностике и определении стадии рака яичников, но не исключает полностью возможность появления ложноположительных или ложноотрицательных результатов. Суммарная чувствительность и специфичность ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ при дифференциации доброкачественных и злокачественных опухолей яичников или придатков составила 0,94 (95% ДИ 0,87–0,97) и 0,86 (95% ДИ 0,79–0,91) соответственно [33].

В развитых странах рак яичников является вторым по распространенности, но наиболее летальным гинекологическим злокачественным новообразованием. Одной из существенных причин плохого прогноза является то, что у большинства пациентов с ранней стадией заболевание протекает бессимптомно, а к моменту выявления и постановки диагноза у большинства пациентов заболевание уже находится на поздней стадии, часто с перитонеальными метастазами. Наличие перитонеального карциноматоза является одним

из важнейших прогностических маркеров у больных раком яичников, поэтому важно как можно раньше выявить поражение брюшины, чтобы начать соответствующую онкологическую или хирургическую терапию. Выявление перитонеального распространения может быть затруднено при диагностической КТ и МРТ. В метаанализе J. Li и соавт. [34] показали, что совокупная чувствительность для выявления заболеваний брюшины при ПЭТ/КТ (84%) была значительно выше, чем при ПЭТ (60%).

Первичные новообразования яичников в широком смысле можно разделить на эпителиальные опухоли, опухоли зародышевых клеток и опухоли стромы полового тяжа. Подавляющее большинство злокачественных новообразований яичников (>90) имеют эпителиальное происхождение. На самом деле считается, что большинство случаев рака яичников возникает вне яичника, то есть в фаллопиевых трубах.

Эпителиальные опухоли яичников

Эпителиальные опухоли яичников подразделяют на доброкачественные, пограничные и злокачественные, они возникают на поверхности эпителия [34]. Серозные и муцинозные опухоли часто бывают доброкачественными, а эндометриоидные и светлоклеточные опухоли почти всегда злокачественны [35]. *Доброкачественная серозная цистаденома* является наиболее частым новообразованием яичников. Обычно это тонкостенная (<3 мм) простая однокамерная киста без солидных компонентов, без узловатых стенок или утолщенных перегородок, часто двусторонняя. *Доброкачественные муцинозные цистаденомы* имеют те же визуальные характеристики, что и серозные, но имеют тенденцию быть более крупными, мультифокулярными и односторонними [32]. Цистаденомы обычно сопровождаются незначительным поглощением ФДГ или без него внутри и/или по краям кист [36].

На момент выявления *серозная карцинома высокой степени злокачественности* часто имеет внеорганный распространение с инкапсуляцией соседних органов, поражением брюшины с асцитом и обширным распространением в брюшной полости [37]. Отслоившиеся опухолевые клетки мигрируют в брюшную полость с циркулирующей перитонеальной жидкостью и чаще всего имплантируются на поверхности брюшины: в дугласовом пространстве, параколических желобах, брыжейке тонкой кишки, илеоцекальном переходе и на поверхности диафрагмы, особенно в правом поддиафрагмальном пространстве [38]. Правый гемоторакс может быть вовлечен из-за его сооб-



щения с правым поддиафрагмальным пространством. При наличии асцита можно наблюдать высокое накопление ФДГ в асцитической жидкости. Обнаружение поражения брюшины необходимо для определения стадии рака яичников и последующей терапии. В недавнем метаанализе сообщалось о совокупной чувствительности и специфичности 92 и 85% соответственно для ПЭТ/КТ с ФДГ при выявлении поражений брюшины, что было сравнимо с эффективностью МРТ. Ложноотрицательные результаты в основном связаны с низким пространственным разрешением как при КТ, так и при ПЭТ: субсантиметровые поражения не всегда выявляются при ПЭТ [39]. Обычные места внутрибрюшного метастазирования включают: брюшину, парааортальные лимфатические узлы, толстую кишку, тазовые лимфатические узлы и печень [40]. Частые метастатические экстраабдоминальные очаги включают: легкие, плевру, грудные лимфатические узлы. Результаты визуализации, указывающие на серозную карциному высокой степени злокачественности, включают: а) диаметр поражения > 4 см; б) папиллярные выросты; в) стенки и перегородки толщиной более 3 мм; г) частично кистозное, частично солидное образование; д) дольчатая плотная масса. При ПЭТ/КТ солидные компоненты обычно сопровождаются патологическим поглощением ФДГ.

Муцинозные новообразования яичника составляют 10–15% всех опухолей яичников, 80% из них доброкачественные [35]. Характерным признаком муцинозных новообразований является скопление желеобразной жидкости – муцина. При визуализации эти опухоли обычно большие (>10 см), множественные и односторонние [40]. Муцинозная цистаденокарцинома встречается редко и диагностируется на ранней стадии. Ложноотрицательные результаты ПЭТ/КТ с ФДГ могут быть связаны с низкой клеточностью опухоли и обилием муцина.

Псевдомиксома брюшины (ПМБ) – редкое заболевание, характеризующееся прогрессирующим накоплением муцинозного асцита в брюшной полости. ПМБ связана с муцинозными опухолями в желудочно-кишечном тракте, особенно в аппендиксе, с вторичным поражением яичников [41]. Сообщалось, что ПЭТ/КТ с ФДГ полезна при предоперационном стадировании ПМБ высокой степени [36]. При наличии двусторонних опухолей яичников с подозрением на муцинозное происхождение следует учитывать возможность метастазирования, особенно из желудочно-кишечного тракта.

Опухоли Крукенберга являются наиболее частым подтипом метастазирования в яичники и гистологически характеризуются перстневиднокле-

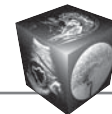
точной опухолью [42]. Опухоли Крукенберга часто бывают двусторонними и преимущественно поражают женщин в пременопаузе и имеют неблагоприятный прогноз. В зависимости от первичной локализации метастазы в яичники сопровождаются переменным поглощением ФДГ от слабого до интенсивного и могут быть кистозного или солидного типа. Метастазы в яичники также могут возникать в результате прямого распространения опухоли в соседние органы, поэтому бывает трудно различить первичные и метастатические поражения яичников [43].

Серозные и муцинозные пограничные опухоли являются наиболее частым подтипом пограничных эпителиальных новообразований, которые обычно поражают молодых женщин, относительно редки, имеют хороший прогноз из-за отсутствия стромальной инвазии. Вовлечение лимфатических узлов также является относительно распространенным явлением [44]. Пграничные опухоли имеют такие же результаты визуализации, как и их злокачественные аналоги, серозные пограничные опухоли чаще поражают оба яичника по сравнению с муцинозными, которые чаще всего односторонние [13]. ПЭТ/КТ с ФДГ имеет низкую диагностическую ценность при дифференциации доброкачественных и пограничных опухолей, поскольку эти опухоли могут сопровождаться низким поглощением ФДГ или его отсутствием, что дает ложноотрицательные результаты, поэтому они редко диагностируются до операции [44].

Эндометриоидная и светлоклеточная карциномы почти всегда инвазивны и злокачественны [35], как правило, интенсивно накапливают ФДГ при неспецифических визуальных изменениях на компьютерной томограмме в виде большого сложного кистозного образования с солидными компонентами [42]. Оба подтипа также тесно связаны с эндометриозом [45].

Опухоли Бреннера являются редкими эпителиально-стромальными новообразованиями, которые составляют 2–3% всех новообразований яичников [46], редко бывают злокачественными, обычно небольшого размера (<2 см) и часто выявляются случайно. При визуализации представляют собой мультифокальную кистозную структуру с солидными компонентами, часто содержащими кальцификаты, и с переменным поглощением ФДГ в зависимости от подтипа (доброкачественная, пограничная, злокачественная), при этом большинство доброкачественных опухолей Бреннера демонстрируют слабое поглощение ФДГ [47].

Цистаденофиброма яичника – доброкачественная опухоль эпителиально-стромального происхождения, которая может имитировать злокаче-



ственное образование за счет наличия солидных компонентов. ПЭТ/КТ с ФДГ может быть ценна для дифференциации различных типов фибром яичников и злокачественных образований [42].

Неэпителиальные опухоли яичников

Опухоли зародышевых клеток представляют собой гетерогенную группу опухолей, возникающих из первичных зародышевых клеток эмбриональной гонады [48]. В эту группу входят *доброкачественные зрелые тератомы* (дермоидные кисты) – вторые по частоте встречаемости новообразования яичников, в то время как другие опухоли этой группы (дисгерминома, хориокарцинома, эмбриональная карцинома) являются злокачественными и встречаются очень редко. Зрелые тератомы в основном поражают молодых женщин (20–40 лет), у большинства из которых на момент постановки диагноза симптомы отсутствуют. Они состоят из зрелой ткани по крайней мере двух из трех слоев зародышевых клеток. Эти опухоли обычно одногнездные, заполнены салым содержимым и имеют узел Рокитанского, или дермоидную пробку, что является характерным признаком зрелой тератомы. Обычно это твердое внутриполостное выпячивание, обычно содержащее волосы, кость или зубы. Зрелые кистозные тератомы могут сопровождаться переменным поглощением ФДГ в зависимости от присутствующей ткани. Интенсивное поглощение ФДГ можно наблюдать в опухолях, содержащих большое количество ткани ЦНС, что может представлять собой потенциальную ловушку при различении зрелых и незрелых тератом [49].

Глиоматоз брюшины – редкое заболевание, характеризующееся наличием перитонеальных образований, состоящих преимущественно из зрелой глиальной ткани. Глиоматоз часто связан с незрелой или зрелой тератомой [50]. При ПЭТ/КТ с ФДГ это состояние может быть легко ошибочно истолковано как рак яичников с поражением брюшины из-за присущего высокого уровня поглощения ФДГ глиальными клетками.

Опухоли стромы полового тяжа

Опухоли стромы полового тяжа происходят из мезенхимальных клеток эмбриональных гонад или клеток примитивных половых тяжей и составляют около 8% всех новообразований яичников [51]. *Гранулезноклеточная опухоль* является наиболее распространенной злокачественной опухолью в этой группе. Эти опухоли происходят из клеток половых тяжей в яичнике и могут продуцировать эстроген, имеют широкий спектр результатов визуализации на компьютерной томограмме, начи-

ная от преимущественно солидных до полностью кистозных опухолей, иногда связанных с увеличением матки из-за гиперэстрогемии [52]. Они считаются низкоккачественными и связаны с ложноотрицательными результатами при ПЭТ/КТ с ФДГ. Тем не менее есть сообщения о случаях с высоким поглощением ФДГ в первичных гранулезноклеточных опухолях с метастазами.

Метастатические опухоли яичников и лимфома

Вторичные опухоли яичников составляют примерно 10–30% всех злокачественных новообразований яичников [53]. Наиболее распространенной первичной локализацией в генитальной области являются тело и шейка матки, а негенитальные первичные опухоли происходят преимущественно из желудочно-кишечного тракта (толстая кишка, аппендикс) и молочной железы, включая опухоли Крукенберга [54]. Лимфома яичников чаще всего является не первичной, а частью системного заболевания.

Таким образом, ПЭТ/КТ с ФДГ обладает высокой диагностической точностью при различении доброкачественных и злокачественных опухолей яичников. При случайном выявлении образования в яичнике у бессимптомной женщины в пре- или постменопаузе следует иметь в виду, что подавляющее большинство всех выявленных образований яичников представляют собой доброкачественные однокамерные кисты, которые со временем спонтанно рассасываются.

2.4. Влагалище

Первичный рак влагалища является редким заболеванием и составляет менее 2% всех гинекологических злокачественных новообразований, при этом плоскоклеточный рак является наиболее распространенным подтипом [55]. ПЭТ/КТ с ФДГ, как было показано, выявляет первичную карциному и метастазы в лимфатических узлах с высокой диагностической точностью [56]. Тем не менее, когда злокачественное новообразование встречается во влагалище, оно, скорее всего, связано с метастазированием путем контактиозного распространения (>80%) из соседних органов в репродуктивном тракте (чаще *карциномы шейки матки*) и прямой кишке, другие первичные локализации встречаются крайне редко. Другие первичные опухоли влагалища включают *злокачественную меланому, лейомиосаркому и аденокарциному* [57]. Доброкачественные поражения, такие как *лейомиомы, полипы и эндометриоз*, также редки, но являются потенциальной ловушкой для неправильной интерпретации. У женщин, использующих



вагинальные тампоны, можно наблюдать высокое поглощение ФДГ во влагалище, что связано с загрязнением тампона мочой, который на компьютерной томограмме изоденсный. Другие инородные тела, которые в норме можно увидеть во влагалище, такие как менструальные чаши, рентгеноконтрастны и могут быть легко идентифицированы по их характерной форме.

2.5. Вульва

Карцинома вульвы составляет около 3% всех гинекологических злокачественных новообразований, при этом *плоскоклеточная карцинома* является наиболее распространенным подтипом (>80%) [58]. Карцинома вульвы в основном поражает пожилых женщин (старше 70 лет), но заболеваемость у молодых женщин ВПЧ-ассоциированной карциномой растет. Вульва представляет собой наружную часть женских половых путей и состоит из лобка, больших и малых половых губ, клитора, бартолиновых желез и преддверия влагалища. Оценка злокачественных новообразований вульвы с помощью ПЭТ/КТ с ФДГ может быть сложной задачей из-за анатомических особенностей и контаминации мочой с ФДГ в области вульвы. Большие половые губы являются основным местом в подавляющем большинстве случаев рака вульвы. На ранних стадиях заболевания чувствительность и специфичность ПЭТ/КТ с ФДГ в выявлении поражения лимфатических узлов в паху составляет 53 и 85% [56]. На более поздних – сообщают об отличной эффективности ПЭТ/КТ с ФДГ для паховых узлов с чувствительностью 100% и специфичностью 85%, с отсечкой SUV_{max} 4,5 или значением, в два раза превышающим среднее значение SUV (SUV_{mean}) печени. Если есть ограничения на биопсию сторожевого лимфатического узла, ПЭТ/КТ с ФДГ может играть роль в оценке поражения тазовых лимфатических узлов [56]. Перед планируемой операцией по экзентерации малого таза ПЭТ/КТ с ФДГ может сыграть роль в исключении отдаленных метастазов. Наличие стадии IVB включает вовлечение внутритазовых лимфатических узлов. Было показано, что во многих случаях ПЭТ/КТ с ФДГ более чувствительна, чем только КТ, при выявлении небольших положительных узлов.

Бартолиновые кисты часто встречаются у женщин репродуктивного возраста и возникают в результате обструкции протоков бартолиновых желез, секретирующих муцин, которые расположены билатерально у заднелатерального входа во влагалище [59]. Простые кисты бартолиновой железы обычно не поглощают ФДГ, но могут проявляться интенсивным поглощением ФДГ при инфицирова-

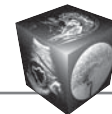
нии или в случае образования абсцесса. Первичное злокачественное новообразование или метастазы в бартолиновых железах встречаются редко, но в отчетах о таких случаях описано интенсивное поглощение ФДГ. Следует отметить, что у женщин старше 40 лет бартолиновые железы инволютированы, и поглощение ФДГ в бартолиновых железах у этих женщин не следует отбрасывать как доброкачественное явление без дальнейшего клинического обследования. Инфекционный или химически индуцированный вульвовагинит является распространенным состоянием и может проявляться интенсивным поглощением ФДГ в области вульвы и влагалища, что потенциально может ошибочно интерпретироваться как злокачественное новообразование.

2.6. Эндометриоз

Эндометриоз является относительно распространенным доброкачественным гинекологическим заболеванием (10% в общей популяции), поражающим исключительно женщин репродуктивного возраста с пиком заболеваемости в возрасте 25–29 лет [60]. Он может проявляться широким спектром симптомов в зависимости от места поражения и остается сложной диагностической и терапевтической проблемой.

В некоторых исследованиях описан аномальный характер поглощения ФДГ при эндометриозе, однако в большинстве эндометриоидных поражений нет специфического поглощения ФДГ [61]. Таким образом, ПЭТ/КТ с ФДГ не подходит для диагностики или стадирования эндометриоза.

Эндометриоз, поражающий яичники, называют эндометриомами, они могут быть одно- или многоочаговыми, могут демонстрировать, в зависимости от тяжести, широкий спектр результатов визуализации и иногда быть неотличимыми от рака яичников, поскольку существует значительное совпадение визуализационных характеристик. Сопутствующие эндометриоидные образования в брюшной полости могут еще больше исказить визуальную оценку, имитируя перитонеальный карциноматоз. При тяжелом эндометриозе выделяемые кровяные сгустки могут вызывать спайки между яичниками и фаллопиевыми трубами, что приводит к тому, что часто называют “целующимися яичниками”. Уровень ракового антигена СА-125 может быть значительно повышен при эндометриозе [62]. Важно отметить, что эндометриоз может служить предшественником некоторых гистологических подтипов рака яичников, таких как карцинома эндометрия и светлоклеточная карцинома, поэтому точный диагноз можно поставить только при гистологическом подтверждении.



3. Визуализация органов малого таза с помощью ПЭТ/КТ с ФДГ после операции, химиотерапии и лучевой терапии

Варианты лечения гинекологических злокачественных новообразований включают хирургическое вмешательство, химиотерапию и лучевую терапию (ЛТ), часто в комбинации в зависимости от первичной локализации и стадии. Визуализация после лечения играет решающую роль в оценке терапии и последующем выявлении рецидива, но может быть сложной задачей из-за изменений нормальной анатомии. Знание ожидаемых результатов ПЭТ/КТ с ФДГ в зависимости от типа проводимой терапии, а также потенциальных посттерапевтических осложнений имеет решающее значение [63]. Хирургические процедуры и ЛТ вызывают активные воспалительные реакции с накоплением ФДГ в операционном ложе и, в случае ЛТ, в пределах поля облучения. Таким образом, обычно рекомендуется отложить ПЭТ/КТ с ФДГ на 8 нед после операции и на 12 нед после ЛТ, чтобы уменьшить вероятность ложноположительных результатов в раннем посттерапевтическом периоде.

Осложнения после ЛТ подразделяются на острые и хронические, из которых хронические осложнения могут проявиться через несколько лет после ЛТ и вызывать искажения изображений, которые могут быть ошибочно истолкованы как рецидив заболевания. Например, индуцированное ЛТ повреждение дистальной части мочеочечников и последующее образование стриктур, приводящее к гидроуретеру и гидронефозу, может произойти через несколько лет после ЛТ и имитировать рецидив заболевания параметрия [64]. При ЛТ органов малого таза органы, подверженные изменениям, индуцированным ЛТ, включают мочевой пузырь, толстую и тонкую кишку, кости таза и половые пути, вызывая множество неспецифических симптомов и потенциальных ловушек при визуализации. У женщин в пременопаузе, получающих ЛТ области таза, сохранение функции яичников и предотвращение преждевременной менопаузы и бесплодия особенно важны для сохранения качества жизни. При транспозиции яичника его перемещают из поля облучения хирургическим путем латерально внутри таза. Если функция яичников сохранена, могут наблюдаться физиологические вариации поглощения ФДГ в соответствии с менструальным циклом [63]. Часто встречаются доброкачественные кистозные образования, обычно фолликулярные кисты. Формирование фистулы является поздним осложнением после ЛТ малого таза или хирургического вмешательства, которое часто возникает между

мочевым пузырем или прямой кишкой и влагалищем [65]. Формирование фистулы представляет собой диагностическую проблему при ПЭТ/КТ, поскольку свищевые ходы могут быть трудно дифференцированы на компьютерной томограмме, а аномальное поглощение ФДГ обычно наблюдается в окружающих тканях из-за воспаления, а в случае пузырно-влагалищного свища дополнительно осложняется контаминацией мочой из-за экскреции ФДГ. Кроме того, образование свищей может быть вызвано первичной опухолью или рецидивирующим заболеванием [65]. Недавно выполненная конизация шейки матки сопровождается диффузным поглощением ФДГ, что потенциально может маскировать или имитировать онкологическое заболевание.

4. Воспалительные заболевания органов малого таза и тазовые инфекции

Хорошо известно, что инфекционные и воспалительные состояния могут демонстрировать интенсивное поглощение ФДГ, которое потенциально может имитировать злокачественное новообразование или быть неотличимым от него. *Воспалительные заболевания органов малого таза* (ВЗОМТ) верхних отделов половых путей (эндометрия, фаллопиевых труб, яичников или тазовой брюшины) обычно вызывают микробы из нижних отделов. Патогены, передающиеся половым путем, вызывают примерно 85% острых случаев ВЗОМТ, причем двумя наиболее распространенными возбудителями являются *Chlamydia trachomatis* и *Neisseria gonorrhoea* [66]. *Сальпингит* – воспаление одной или обеих фаллопиевых труб, является наиболее частым проявлением острого ВЗОМТ, часто вовлекающего ипсилатеральный яичник [67]. При сальпингите фаллопиевы трубы отечны и перегружены воспаленными структурами с высоким поглощением ФДГ. Серьезным и поздним осложнением ВЗОМТ является прогрессирование воспаления с последующим формированием tuboооариального абсцесса, который визуализируется как сложная кистозно-солидная масса. ВЗОМТ может привести к длительной нетрудоспособности, хронической боли, бесплодию или внематочной беременности [66]. Внематочная беременность в 95% случаев трубная, при КТ с контрастным усилением плодное яйцо может быть идентифицировано как внематочная кистозная структура с некоторой степенью периферического усиления контраста. Хроническое ВЗОМТ (>30 дней), вызванное микобактериями туберкулеза, встречается редко и обычно является вторичным по отношению к другим первичным лока-



лизациям. Диагноз затруднен из-за неспецифических симптомов, включающих асцит, нарушения менструального цикла и пальпируемые образования в области малого таза [68]. При этом всегда вовлекаются фаллопиевы трубы, обычно с двух сторон, за которыми следуют эндометрий, шейка матки и яичники, очень редко вовлекаются влагалище и вульва. При визуализации может быть ошибочно диагностирован как метастатический рак яичников, особенно если присутствует поражение брюшины. Туберкулезная инфекция вызывает гранулематозный воспалительный ответ с высокой avidностью ФДГ, который может быть полезен при оценке заболевания и последующем наблюдении [69]. Инфекции, вызванные актиномицетами, из-за медленного роста, редкости и способности имитировать злокачественное новообразование редко диагностируются до операции [70]. Результаты визуализации часто неспецифичны, но актиномикоз следует учитывать, когда при визуализации обнаруживаются инфильтративные массы, которые проникают через плоскости и границы тканей [71]. Подобно туберкулезу, актиномикоз вызывает гранулематозное воспаление с высоким накоплением ФДГ.

Инфекция и воспаление из негинекологических источников в области таза могут происходить из аппендикса, толстой кишки и мочевых путей. Общие особенности визуализации абсцесса таза включают: толстые или тонкие стенки, простые или сложные скопления жидкости, прилегающие жировые тяжи и свободную жидкость, сопровождающиеся интенсивным поглощением ФДГ. Аппендицит и дивертикулит трудно отличить от ВЗОМТ в случае вовлечения придатков и образования абсцесса. Дивертикулез имеет высокую распространенность в общей популяции, а наличие дивертикулов в пораженных сегментах свидетельствует о дивертикулите [72].

Заключение

Характер поглощения ФДГ женскими половыми путями необходимо соотносить с менопаузальным статусом пациентки и с менструальным циклом. Поглощение ФДГ яичниками или маткой у женщин в постменопаузе следует дополнительно исследовать для исключения злокачественных новообразований. Гинекологические злокачественные новообразования в основном сопровождаются гипераккумуляцией ФДГ, но бывают ложноотрицательные результаты при определенных гистологических подтипах и при наличии некроза. Ложноположительные результаты при доброкачественных опухолях, инфекциях и в посттерапевтических условиях не являются редкостью.

Субсантиметровые поражения могут быть пропущены из-за низкого пространственного разрешения ПЭТ/КТ, особенно при оценке потенциального заболевания брюшины. Постлучевые осложнения могут проявиться через несколько лет после завершения лучевой терапии, поэтому необходим тщательный анализ истории болезни пациента.

Участие авторов

Николаева Е.А. – написание текста, подготовка и создание опубликованной работы.

Тарачкова Е.В. – подготовка и редактирование текста.

Шейх Ж.В. – ответственность за целостность всех частей статьи.

Тюрин И.Е. – утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Nikolaeva E.A. – writing text, preparation and creation of the published work.

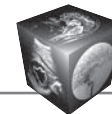
Tarachkova E.V. – text preparation and editing.

Sheikh Zh.V. – responsibility for the integrity of all parts of the article.

Tyurin I.E. – approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

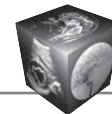
1. Lerman H., Metser U., Grisaru D. et al. Normal and abnormal ^{18}F -FDG endometrial and ovarian uptake in pre- and postmenopausal patients: assessment by PET/CT. *J. Nucl. Med.* 2004; 45 (2): 266–271. PMID: 14960646.
2. Kim T.H., Kim M.R., Jung Y., An Y.S. Relationship between sex hormones levels and ^{18}F -FDG uptake by the ovaries in premenopausal woman. *Radiol. Oncol.* 2019; 53 (3): 293–299. <http://doi.org/10.2478/raon-2019-0035>
3. Burger I.A., Scheiner D.A., Crook D.W. et al. FDG uptake in vaginal tampons is caused by urinary contamination and related to tampon position. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2011; 38 (1): 90–96. <http://doi.org/10.1007/s00259-010-1618-7>
4. Najmabadi S., Schliep K.C., Simonsen S.E. et al. Menstrual bleeding, cycle length, and follicular and luteal phase lengths in women without known subfertility: A pooled analysis of three cohorts. *Paediatr. Perinat. Epidemiol.* 2020; 34 (3): 318–327. <http://doi.org/10.1111/ppe.12644>
5. Nishizawa S., Inubushi M., Okada H. Physiological ^{18}F -FDG uptake in the ovaries and uterus of healthy female volunteers. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2005; 32 (5): 549–556. <http://doi.org/10.1007/s00259-004-1703-x>
6. Costescu D., Chawla R., Hughes R. et al. Discontinuation rates of intrauterine contraception due to unfavourable bleeding: a systematic review. *BMC Womens Health.* 2022; 22 (1): 82. <http://doi.org/10.1186/s12905-022-01657-6>
7. Sosna J., Chisin R., Klein M. FDG positron emission tomographic imaging of the effect of an intrauterine device. *Clin. Nucl. Med.* 2002; 27 (2): 128–129. <http://doi.org/10.1097/00003072-200202000-00011>
8. Gold E.B., Crawford S.L., Avis N.E. et al. Factors related to age at natural menopause: longitudinal analyses from SWAN. *Am. J. Epidemiol.* 2013; 178 (1): 70–83. <http://doi.org/10.1093/aje/kws421>
9. Gill M.M., Sia W., Hoskinson M. et al. The use of PET/CT in pregnancy: A case report of malignant parathyroid



- carcinoma and a review of the literature. *Obstet. Med.* 2018; 11 (1): 45–49. <http://doi.org/10.1177/1753495X17724950>
10. Hsieh T.C., Wu Y.C., Sun S.S. et al. FDG PET/CT of a late-term pregnant woman with breast cancer. *Clin. Nucl. Med.* 2012; 37 (5): 489–491. <http://doi.org/10.1097/RLU.0b013e3182478a91>
 11. Lin E. FDG PET appearance of a postpartum uterus. *Clin. Nucl. Med.* 2006; 31 (3): 159–160. <http://doi.org/10.1097/O1.rlu.0000200726.93779.d9>
 12. Williams A.R.W. Uterine fibroids – what's new? *F1000Res.* 2017; 6: 2109. Published 2017 Dec 7. <http://doi.org/10.12688/f1000research.12172.1>
 13. Kitajima K., Murakami K., Kaji Y., Sugimura K. Spectrum of FDG PET/CT findings of uterine tumors. *Am. J. Roentgenol.* 2010; 195 (3): 737–743. <http://doi.org/10.2214/AJR.09.4074>
 14. Pencharz D., Nathan M., Wagner T.L. Evidence-based management of incidental focal uptake of fluorodeoxyglucose on PET-CT. *Br. J. Radiol.* 2018; 91 (1084): 20170774. <http://doi.org/10.1259/bjr.20170774>
 15. Kusunoki S., Terao Y., Ujihira T. et al. Efficacy of PET/CT to exclude leiomyoma in patients with lesions suspicious for uterine sarcoma on MRI. *Taiwan J. Obstet. Gynecol.* 2017; 56 (4): 508–513. <http://doi.org/10.1016/j.tjog.2017.05.003>
 16. Miccò M., Sala E., Lakhman Y. et al. Imaging Features of Uncommon Gynecologic Cancers. *Am. J. Roentgenol.* 2015; 205 (6): 1346–1359. <http://doi.org/10.2214/AJR.14.12695>
 17. Asano H., Isoe T., Ito Y.M. et al. Status of the Current Treatment Options and Potential Future Targets in Uterine Leiomyosarcoma: A Review. *Cancers (Basel).* 2022; 14 (5): 1180. <http://doi.org/10.3390/cancers14051180>
 18. Choi I.H., Jin S.Y., Jeon Y.M. et al. Tamoxifen-associated polypoid endometriosis mimicking an ovarian neoplasm. *Obstet. Gynecol. Sci.* 2015; 58 (4): 327–330. <http://doi.org/10.5468/ogs.2015.58.4.327>
 19. Garcia L., Isaacson K. Adenomyosis: review of the literature. *J. Minim. Invasive Gynecol.* 2011; 18 (4): 428–437. <http://doi.org/10.1016/j.jmig.2011.04.004>
 20. Yu J.I., Huh S.J., Kim Y.I. et al. Variable uterine uptake of FDG in adenomyosis during concurrent chemoradiation therapy for cervical cancer. *Radiat. Oncol. J.* 2011; 29 (3): 214–217. <http://doi.org/10.3857/roj.2011.29.3.214>
 21. Sobczuk K., Sobczuk A. New classification system of endometrial hyperplasia WHO 2014 and its clinical implications. *Prz. Menopauzalny.* 2017; 16 (3): 107–111. <http://doi.org/10.5114/pm.2017.70589>
 22. MacLean J.A. 2nd, Hayashi K. Progesterone Actions and Resistance in Gynecological Disorders. *Cells.* 2022; 11 (4): 647. <http://doi.org/10.3390/cells11040647>
 23. Tsujikawa T., Okazawa H., Yoshida Y. et al. Distinctive FDG and FES accumulation pattern of two tamoxifen-treated patients with endometrial hyperplasia. *Ann. Nucl. Med.* 2008; 22 (1): 73–77. <http://doi.org/10.1007/s12149-007-0075-2>
 24. Arbyn M., Weiderpass E., Bruni L. et al. Estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2018: a worldwide analysis. *Lancet Glob. Health.* 2020; 8 (2): e191–e203. [http://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30482-6](http://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30482-6). Epub 2019 Dec 4. Erratum in: *Lancet Glob Health.* 2022 Jan; 10 (1): e41.
 25. Guimarães Y.M., Godoy L.R., Longatto-Filho A., Reis R.D. Management of Early-Stage Cervical Cancer: A Literature Review. *Cancers (Basel).* 2022; 14 (3): 575. <http://doi.org/10.3390/cancers14030575>
 26. 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. <http://doi.org/10.1002/cncr.24400>
 27. Sharp H.J., Pinnix C.C., Jhingran A. et al. PET/CT in a patient with adenoma malignum of the uterine cervix. *Clin. Nucl. Med.* 2011; 36 (6): 468–469. <http://doi.org/10.1097/RLU.0b013e31820aa346>
 28. Wildenberg J.C., Yam B.L., Langer J.E., Jones L.P. US of the Nongravid Cervix with Multimodality Imaging Correlation: Normal Appearance, Pathologic Conditions, and Diagnostic Pitfalls. *Radiographics.* 2016; 36 (2): 596–617. <http://doi.org/10.1148/rg.2016150155>
 29. Ferrari F., Forte S., Valenti G. et al. Current Treatment Options for Cervical Leiomyomas: A Systematic Review of Literature. *Medicina (Kaunas).* 2021; 57 (2): 92. <http://doi.org/10.3390/medicina57020092>
 30. Sung H., Ferlay J., Siegel R.L. et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J. Clin.* 2021; 71 (3): 209–249. <http://doi.org/10.3322/caac.21660>
 31. Heintz A.P., Odicino F., Maisonneuve P. et al. Carcinoma of the ovary. FIGO 26th Annual Report on the Results of Treatment in Gynecological Cancer. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2006; 95, Suppl. 1: S161–192. [http://doi.org/10.1016/S0020-7292\(06\)60033-7](http://doi.org/10.1016/S0020-7292(06)60033-7)
 32. Avesani G., Calio G., Gui B. et al. Pearls and Potential Pitfalls for Correct Diagnosis of Ovarian Cystadenofibroma in MRI: A Pictorial Essay. *Korean J. Radiol.* 2021; 22 (11): 1809–1821. <http://doi.org/10.3348/kjr.2020.1312>
 33. Hu X., Li D., Liang Z. et al. Indirect comparison of the diagnostic performance of ¹⁸F-FDG PET/CT and MRI in differentiating benign and malignant ovarian or adnexal tumors: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cancer.* 2021; 21 (1): 1080. <http://doi.org/10.1186/s12885-021-08815-3>
 34. Li J., Yan R., Lei J., Jiang C. Comparison of PET with PET/CT in detecting peritoneal carcinomatosis: a meta-analysis. *Abdom. Imaging.* 2015; 40 (7): 2660–2666. <http://doi.org/10.1007/s00261-015-0418-8>
 35. Prat J. Ovarian carcinomas: five distinct diseases with different origins, genetic alterations, and clinicopathological features. *Virchows. Arch.* 2012; 460 (3): 237–249. <http://doi.org/10.1007/s00428-012-1203-5>
 36. Delgado Bolton R.C., Aide N., Colletti P.M. et al. EANM guideline on the role of 2-[¹⁸F]FDG PET/CT in diagnosis, staging, prognostic value, therapy assessment and restaging of ovarian cancer, endorsed by the American College of Nuclear Medicine (ACNM), the Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI) and the International Atomic Energy Agency (IAEA). *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2021; 48 (10): 3286–3302. <http://doi.org/10.1007/s00259-021-05450-9>
 37. Shepherd T.G., Dick F.A. Principles of dormancy evident in high-grade serous ovarian cancer. *Cell. Div.* 2022; 17 (1): 2. <http://doi.org/10.1186/s13008-022-00079-y>
 38. Campos N.M.F., Almeida V., Curvo Semedo L. Peritoneal disease: key imaging findings that help in the differential diagnosis. *Br. J. Radiol.* 2022; 95 (1130): 20210346. <http://doi.org/10.1259/bjr.20210346>



39. Sanli Y., Turkmen C., Bakir B. et al. Diagnostic value of PET/CT is similar to that of conventional MRI and even better for detecting small peritoneal implants in patients with recurrent ovarian cancer. *Nucl. Med. Commun.* 2012; 33 (5): 509–515. <http://doi.org/10.1097/MNM.0b013e32834fc5bf>
40. Yilmaz M.T., Gurlek E., Gultekin M. et al. Ovarian Carcinoma Presenting With a Large Cervical Mass. *Cureus.* 2022; 14 (1): e20994. <http://doi.org/10.7759/cureus.20994>
41. van 't Sant I., Engbersen M.P., Bhairasing P.A. et al. Diagnostic performance of imaging for the detection of peritoneal metastases: a meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2020; 30 (6): 3101–3112. <http://doi.org/10.1007/s00330-019-06524-x>
42. Rangan K., Ora M., Israhmed A., Gambhir S. Krukenburg Tumors Arising from Rare Primary Sites: Role of ¹⁸F-Fluorodeoxyglucose-Positron Emission Tomography/Computed Tomography in Management and Outcome. *Indian J. Nucl. Med.* 2019; 34 (4): 302–306. http://doi.org/10.4103/ijnm.IJNM_86_19
43. McCluggage W.G. The pathology of and controversial aspects of ovarian borderline tumours. *Curr. Opin. Oncol.* 2010; 22 (5): 462–472. <http://doi.org/10.1097/CCO.0b013e32833b0dc1>
44. Nusbaum D.J., Mandelbaum R.S., Machida H. et al. Significance of lymph node ratio on survival of women with borderline ovarian tumors. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2020; 301 (5): 1289–1298. <http://doi.org/10.1007/s00404-020-05535-0>
45. Oral E., Aydin O., Kumbak B.A. et al. Concomitant endometriosis in malignant and borderline ovarian tumours. *J. Obstet Gynaecol.* 2018; 38 (8): 1104–1109. <http://doi.org/10.1080/01443615.2018.1441815>
46. Barlow E.L., Kang Y.J., Hacker N.F., Canfell K. Changing Trends in Vulvar Cancer Incidence and Mortality Rates in Australia Since 1982. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2015; 25 (9): 1683–1689. <http://doi.org/10.1097/IGC.0000000000000547>
47. Matsutani H., Nakai G., Yamada T. et al. MRI and FDG PET/CT Findings for Borderline Brenner Tumor of the Ovary: A Case Report and Literature Review. *Case Rep. Obstet Gynecol.* 2020; 2020: 8878649. <http://doi.org/10.1155/2020/8878649>
48. Mishra T.S., Jena S.K., Kumari S. et al. Cecal dermoid masquerading dermoid cyst of ovary: a case report and review of the literature. *J. Med. Case Rep.* 2021; 15 (1): 38. <http://doi.org/10.1186/s13256-020-02570-y>
49. Yokoyama T., Takehara K., Yamamoto Y. et al. The usefulness of ¹⁸F-FDG-PET/CT in discriminating benign from malignant ovarian teratomas. *Int. J. Clin. Oncol.* 2015; 20 (5): 960–966. <http://doi.org/10.1007/s10147-015-0800-0>
50. Liang L., Zhang Y., Malpica A. et al. Gliomatosis peritonei: a clinicopathologic and immunohistochemical study of 21 cases. *Mod. Pathol.* 2015; 28 (12): 1613–1620. <http://doi.org/10.1038/modpathol.2015.116>
51. Young R.H. Ovarian sex cord-stromal tumours and their mimics. *Pathology.* 2018; 50 (1): 5–15. <http://doi.org/10.1016/j.pathol.2017.09.007>
52. Elsherif S., Bourne M., Soule E. et al. Multimodality imaging and genomics of granulosa cell tumors. *Abdom. Radiol (NY).* 2020; 45 (3): 812–827. <http://doi.org/10.1007/s00261-019-02172-3>
53. Zhang J.J., Cao D.Y., Yang J.X., Shen K. Ovarian metastasis from nongynecologic primary sites: a retrospective analysis of 177 cases and 13-year experience. *J. Ovarian Res.* 2020; 13 (1): 128. <http://doi.org/10.1186/s13048-020-00714-8>
54. Bennett J.A., Young R.H., Chuang A.Y., Lerwill M.F. Ovarian Metastases of Breast Cancers With Signet Ring Cells: A Report of 17 Cases Including 14 Krukenberg Tumors. *Int. J. Gynecol. Pathol.* 2018; 37 (6): 507–515. <http://doi.org/10.1097/PGP.0000000000000462>
55. Adams T.S., Cuellar M.A. Cancer of the vagina. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2018; 143, Suppl. 2: 14–21. <http://doi.org/10.1002/ijgo.12610>
56. Salem A.E., Fine G.C., Covington M.F. et al. PET-CT in Clinical Adult Oncology-IV. Gynecologic and Genitourinary Malignancies. *Cancers (Basel).* 2022; 14 (12): 3000. <http://doi.org/10.3390/cancers14123000>
57. Chow L., Tsui B.Q., Bahrami S. et al. Gynecologic tumor board: a radiologist's guide to vulvar and vaginal malignancies. *Abdom. Radiol. (NY).* 2021; 46 (12): 5669–5686. <http://doi.org/10.1007/s00261-021-03209-2>
58. Bucchi L., Pizzato M., Rosso S., Ferretti S. New Insights into the Epidemiology of Vulvar Cancer: Systematic Literature Review for an Update of Incidence and Risk Factors. *Cancers (Basel).* 2022; 14 (2): 389. <http://doi.org/10.3390/cancers14020389>
59. Omole F., Simmons B.J., Hacker Y. Management of Bartholin's duct cyst and gland abscess. *Am. Fam. Physician.* 2003; 68 (1): 135–140. PMID: 12887119
60. Shafir A.L., Farland L.V., Shah D.K. et al. Risk for and consequences of endometriosis: A critical epidemiologic review. *Best Pract. Res. Clin. Obstet Gynaecol.* 2018; 51: 1–15. <http://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2018.06.001>
61. Balogova S., Daraï E., Noskovicova L. et al. Interference of Known or Suspected Endometriosis in Reporting FDG PET/CT Performed in Another Indication. *Clin. Nucl. Med.* 2022; 47 (4): 305–313. <http://doi.org/10.1097/RLU.0000000000000409>
62. Hirsch M., Duffy J., Davis C.J. et al.; International Collaboration to Harmonise Outcomes and Measures for Endometriosis. Diagnostic accuracy of cancer antigen 125 for endometriosis: a systematic review and meta-analysis. *BJOG.* 2016; 123 (11): 1761–1768. <http://doi.org/10.1111/1471-0528.14055>
63. Sadowski E.A., Pirasteh A., McMillan A.B. et al. PET/MR imaging in gynecologic cancer: tips for differentiating normal gynecologic anatomy and benign pathology versus cancer. *Abdom. Radiol. (NY).* 2021. <http://doi.org/10.1007/s00261-021-03264-9>. Epub ahead of print
64. Garg G., Benckroun M.T., Abraham T. FDG-PET/CT in the Postoperative Period: Utility, Expected Findings, Complications, and Pitfalls. *Semin. Nucl. Med.* 2017; 47 (6): 579–594. <http://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2017.07.005>
65. van Kol K., Ebisch R., Piek J. et al. Adjuvant Hysterectomy for Cervical Cancer Patients Treated with Chemoradiation Therapy: A Systematic Review on the Pathology-Proven Residual Disease Rate. *Cancers (Basel).* 2021; 13 (24): 6190. <http://doi.org/10.3390/cancers13246190>
66. Brunham R.C., Gottlieb S.L., Paavonen J. Pelvic inflammatory disease. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (21): 2039–2048. <http://doi.org/10.1056/NEJMra1411426>
67. Revzin M.V., Mathur M., Dave H.B. et al. Pelvic Inflammatory Disease: Multimodality Imaging Approach with Clinical-



- Pathologic Correlation. *Radiographics*. 2016; 36 (5): 1579–1596. <http://doi.org/10.1148/rg.2016150202>
68. Drayer S.M., Shank J.J. Infectious diseases mimicking ovarian carcinomatosis. *Gynecol. Oncol. Rep.* 2018; 26: 29–31. <http://doi.org/10.1016/j.gore.2018.08.008>
 69. Sharma J.B., Karmakar D., Kumar R. et al. Comparison of PET/CT with other imaging modalities in women with genital tuberculosis. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2012; 118 (2): 123–128. <http://doi.org/10.1016/j.ijgo.2012.02.020>
 70. Dejanović D., Ahnlied J.A., Nilsson C. et al. Pelvic Actinomycosis Associated with an Intrauterine Contraceptive Device Demonstrated on F-18 FDG PET/CT. *Diagnostics (Basel)*. 2015; 5 (3): 369–371. <http://doi.org/10.3390/diagnostics5030369>
 71. Eskarous H., Pingili A., Venugopal D. Abdominal actinomycosis mimicking malignancy: A case report. *IDCases*. 2021; 25: e01252. <http://doi.org/10.1016/j.idcr.2021.e01252>
 72. Epifani A.G., Cassini D., Ciocchi R. et al. Right sided diverticulitis in western countries: A review. *Wld J. Gastrointest. Surg.* 2021; 13 (12): 1721–1735. <http://doi.org/10.4240/wjgs.v13.i12.1721>

Для корреспонденции*: Николаева Екатерина Андреевна – тел.: +7-916-362-74-56. E-mail: nikoka1901@gmail.com

Николаева Екатерина Андреевна – аспирант лаборатории радиоизотопной диагностики отдела радиоизотопной диагностики и терапии НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-7954-2560>

Тарачкова Елена Владимировна – канд. мед. наук, ассистент кафедры рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-9051-474X>

Шейх Жанна Владимировна – доктор мед. наук, профессор кафедры рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России; профессор кафедры лучевой диагностики Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ “Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна” Федерального медико-биологического агентства России; врач-рентгенолог ГБУЗ “Городская клиническая больница им. С.П. Боткина” ДЗ города Москвы, Москва. <http://orcid.org/0000-0003-1334-6652>

Тюрин Игорь Евгеньевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой рентгенологии и радиологии ФГБОУ “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России; заместитель директора по научной работе НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России, Москва. <http://orcid.org/0000-0003-3931-1431>

Contact*: Ekaterina A. Nikolaeva – phone: +7-916-362-74-56. E-mail: nikoka1901@gmail.com

Ekaterina A. Nikolaeva – PhD student, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-7954-2560>

Elena V. Tarachkova – Cand. of Sci. (Med.), Assistant of the Department of Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of Russia, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-9051-474X>

Sheikh Zhanna – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Department of Radiology and Radiology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Ministry of Health of Russia; Professor of the Department of Radiation Diagnostics, Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan; radiologist of S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow. <http://orcid.org/0000-0003-1334-6652>

Igor E. Tyurin – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Radiology and Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of Russia; Deputy Director for Research Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <http://orcid.org/0000-0003-3931-1431>