

Для цитирования: Трухачева Н.Г., Фролова И.Г., Коломиец Л.А., Усова А.В., Григорьев Е.Г., Величко С.А., Чуруксаева О.Н. Новые возможности лучевой визуализации в диагностике местнораспространенного рака шейки матки. Сибирский онкологический журнал. 2019; 18 (2): 83–91. – doi: 10.21294/1814-4861-2019-18-2-83-91.

For citation: Trukhacheva N.G., Frolova I.G., Kolomiets L.A., Usova A.V., Grigor'ev E.G., Velichko S.A., Churuksaeva O.N. Novel approaches to diagnostic imaging of locally advanced cervical cancer. Siberian Journal of Oncology. 2019; 18 (2): 83–91. – doi: 10.21294/1814-4861-2019-18-2-83-91.

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЛУЧЕВОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ДИАГНОСТИКЕ МЕСТНОРАСПРОСТРАНЕННОГО РАКА ШЕЙКИ МАТКИ

Н.Г. Трухачева<sup>1</sup>, И.Г. Фролова<sup>1</sup>, Л.А. Коломиец<sup>1,2</sup>, А.В. Усова<sup>1</sup>,  
Е.Г. Григорьев<sup>1,2</sup>, С.А. Величко<sup>1</sup>, О.Н. Чуруксаева<sup>1</sup>

Научно-исследовательский институт онкологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, г. Томск, Россия<sup>1</sup>

Россия, г. Томск, 634009, пер. Кооперативный, 5. E-mail: nataly-tru@yandex.ru<sup>1</sup>

Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск, Россия<sup>2</sup>

Россия, г. Томск, 634050, ул. Московский тракт, 2. E-mail: KolomietsLA@onology.tomsk.ru<sup>2</sup>

### Аннотация

Рак шейки матки (РШМ) является второй по распространенности онкологической патологией у женщин после рака молочной железы, при этом показатели смертности занимают третье место после рака молочной железы и рака легкого. Прогресс развития лучевых методов диагностики способствует более адекватной оценке местной и отдаленной распространенности рака шейки матки. Использование контраста в эхографии признано революционным в лучевой диагностике, обладает рядом преимуществ перед КТ: отсутствие лучевой нагрузки, нефротоксичности, получение информации в режиме реального времени, относительно низкая стоимость и простота в применении. В настоящее время в мире используется контрастный препарат Соновью для ультразвукового исследования очаговых поражений печени, почек, поджелудочной железы, при закрытой травме живота, полиорганном поражении, при новообразованиях молочной железы, при раке предстательной железы и др. Однако роль ультразвукового метода с контрастным усилением в гинекологии не определена. Одним из наиболее прогрессивных методов диагностики местнораспространенного рака шейки матки является магнитно-резонансная томография, которая используется главным образом для определения местной распространенности процесса. В то же время применение функциональных методик МРТ до сих пор не включено в стандарты. Однако исследователями доказано, что РШМ показывает значительно более низкие значения диффузии (DWI), чем нормальная ткань шейки, облегчая обнаружение опухоли и определение степени ее распространенности. DWI также используется для дифференциальной диагностики между изменениями после биопсии и остаточной опухолью и способствует выявлению лимфатических узлов небольших размеров. Совмещенная методика позитронно-эмиссионная томография/компьютерная томография объединяет метаболические изображения ПЭТ с анатомическими изображениями КТ и более точна, чем только одна КТ с высоким разрешением, особенно в определении вовлечения регионарных лимфатических узлов и отдаленных органов. Современными исследованиями установлено, что применение 18-фтордезоксиглюкозы (18-ФДГ) с ПЭТ/КТ позволяет более надежно определить стадию заболевания (особенно позднюю) и, как следствие, его прогноз, оценить эффективность лечения, планировать лучевую терапию, а также выявить прогрессирование заболевания. У пациенток с запущенными стадиями РШМ (IIВ–IV стадия) именно результаты 18-ФДГ-ПЭТ/КТ в большинстве случаев способны повлиять на тактику лечения, в первую очередь благодаря высокой чувствительности (75–100 %) и специфичности (87–100 %) в диагностике метастатического поражения лимфоузлов.

**Ключевые слова:** рак шейки матки, диагностика рака шейки матки, магнитно-резонансная томография, ультразвуковое исследование, позитронно-эмиссионная компьютерная томография.

## NOVEL APPROACHES TO DIAGNOSTIC IMAGING OF LOCALLY ADVANCED CERVICAL CANCER

**N.G. Trukhacheva<sup>1</sup>, I.G. Frolova<sup>1</sup>, L.A. Kolomiets<sup>1,2</sup>, A.V. Usova<sup>1</sup>,  
E.G. Grigor'ev<sup>1,2</sup>, S.A. Velichko<sup>1</sup>, O.N. Churuksaeva<sup>1</sup>**

Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia<sup>1</sup>

5, Kooperativny per., 634009-Tomsk, Russia. E-mail: nataly-tru@yandex.ru<sup>1</sup>

Siberian State Medical University, Tomsk, Russia<sup>2</sup>

2, Moskovskij trakt, 634050-Tomsk, Russia. E-mail: KolomietsLA@oncology.tomsk.ru<sup>2</sup>

### Abstract

Cervical cancer is the second most common cancer after breast cancer and the third most common cause of cancer-related death followed by breast and lung cancers among women worldwide. Advances in diagnostic imaging techniques provide better assessment of regional and distant cervical cancer metastasis. The use of contrast-enhanced ultrasound is a revolutionary imaging modality; it has several advantages over CT: no radiation exposure, nephrotoxicity, obtaining real-time information, relatively low cost and ease of use. Currently, the contrast agent SonoVue is widely used in ultrasound imaging of liver, kidneys and pancreas lesions, as well as for closed abdominal injuries, multiple organ failure, breast and prostate cancers, etc. However, the role of contrast-enhanced ultrasound in gynecology is not clearly established. One of the most effective tools for the detection of locally advanced cervical cancer is MRI, which is used mainly to determine the local extent of the tumor. However, the use of functional MRI techniques has not yet been included in the standards. Cervical cancer tissue has been found to show significantly lower diffusion-weighted imaging (DWI) values than normal cervical tissue, thus facilitating the detection of tumor and its spread. DWI is also used for differentiating changes after biopsy from residual tumor and for identifying small lymph nodes. The PET/CT technique combines the metabolic images of PET with anatomical images of CT and is more accurate than high resolution CT alone, especially in determining the involvement of regional lymph nodes and distant organs. 18-FDG-PET/CT has been successfully used for accurate staging of the disease (especially late stage), assessment of treatment response, radiotherapy planning, and detection of disease progression. In patients with advanced stages of cervical cancer (IIBIV stage), the 18-FDG-PET / CT findings can determine the treatment strategy in most cases, primarily due to high sensitivity (75–100 %) and specificity (87–100 %) in the detection of lymph node metastases.

**Key words:** cervical cancer, detection of cervical cancer, magnetic resonance imaging, ultrasound, positron-emission tomography/computed tomography.

### Введение

В мире рак шейки матки (РШМ) является второй по распространенности онкологической патологией у женщин после рака молочной железы, при этом показатели смертности занимают третье место после рака молочной железы и рака легкого [1]. В России до 50 % случаев заболеваемости встречается у женщин репродуктивного возраста – моложе 35 лет. Рак шейки матки III–IV стадии диагностируется в 34,6 %, что является недопустимо высоким в диагностике новообразований визуальных локализаций, при этом смертность от РШМ остается высокой – приблизительно 150 000 случаев за год во всем мире, летальность в течение года с момента установления диагноза в 2016 г. составила 14,6 % [2].

Определение стадии опухолевого процесса при РШМ имеет особую важность для выбора оптимальной тактики лечения. При этом в первую очередь учитываются размер опухоли, состояния лимфатических узлов и вовлечение параметрия [3–5]. Помимо традиционных методов диагно-

стики (гинекологический осмотр, цитологическое исследование) используются методы лучевой диагностики, позволяющие оценить истинную распространенность процесса, наличие изменений в лимфоузлах.

### Роль УЗИ в диагностике местнораспространенного рака шейки матки

Наиболее доступным и широко используемым методом диагностики является ультразвуковое исследование (УЗИ), выполняющееся на аппаратах экспертного класса. Несмотря на большую информативность ультразвукового исследования, при определении стадии рака шейки матки сохраняется высокий уровень диагностических ошибок. При УЗИ у больных местнораспространенным РШМ возможно определить размеры и объем опухоли, ее форму и экоструктуру. При эхографии рак шейки матки визуализируется в виде солидного очага с преимущественно гипоехогенной структурой по сравнению с окружающей цервикальной стромой.

В редких случаях он имеет изоэхогенную или гиперэхогенную интенсивность. В ряде случаев могут наблюдаться локальные скопления гиперэхогенных включений или структурные изменения шейки в виде диффузного поражения, границы шейки матки четко не определяются, изображение цервикального канала отсутствует. По данным E. Epstein et al. [6], изоэхогенную интенсивность сигнала чаще всего имеют аденокарциномы, в то время как плоскоклеточный рак представлен чаще всего очагами с гипозохогенной интенсивностью.

После измерения трех взаимно перпендикулярных диаметров опухоли стромальная инфильтрация может быть оценена как менее или равная двум третям шейечной стромы, более чем двум третям цервикальной стромы или может занимать всю цервикальную строму. По данным разных авторов [7–9], позиционируя эндовагинальный датчик на своды влагалища, можно оценить инфильтрацию стенок влагалища опухолью в 93 % случаев.

При наличии рака шейки матки, инфильтрирующего всю толщину стромы шейки матки, оценивается состояние передних, задних и боковых отделов параметрия, состояние задней стенки мочевого пузыря, пузырно-влагалищной перегородки и тканей, находящихся латерально от пузырно-влагалищной перегородки. Область заднего параметрия включает в себя прямую кишку, прямокишечно-влагалищную перегородку и крестцово-маточные связки. Латерально параметрию соответствуют ткани, расположенные по бокам шейки матки. Инфильтрация параметрия визуализируется как появление неравномерно гипоинтенсивного сигнала в парацервикальной клетчатке.

Изучение особенностей ангиогенеза опухоли способствует пониманию патогенетических механизмов и разработке противоопухолевой стратегии [10]. Особенности внутриопухолевого кровоснабжения, степень которого возможно оценить с применением цветового и энергетического доплеровского картирования в сочетании с трехмерной реконструкцией изображений, имеют большое значение при местнораспространенном раке шейки матки [11, 12]. Отчетливая визуализация мелких сосудов шейки матки возможна при использовании энергетического доплеровского картирования [13]. Применение трехмерной реконструкции в режиме энергетического доплеровского картирования позволяет получать более насыщенную сосудами картину, визуализировать всю сосудистую систему шейки матки и выявлять зоны патологического роста [14, 15].

По данным литературы, рак шейки матки в зависимости от гистологического строения опухоли может характеризоваться как гипер-, так и гиповаскуляризацией [16]. При любом виде опухолевого поражения происходит новообразование патологических сосудов с измененной интимой. Чем выше

степень злокачественности и чем быстрее рост опухоли, тем более выражена патологическая сосудистая сеть в ее ткани. Вместе с тем изменения, происходящие в самой опухоли под влиянием консервативных лечебных воздействий, проявляются изменением ангиоархитектоники опухоли как по качественным, так и по количественным параметрам [17].

Эхография позволяет определить локализацию, размеры, количество патологически измененных забрюшинных лимфоузлов (ЛУ), что важно для стадирования и определения тактики лечения. Наименьший размер метастатически измененных ЛУ составляет 0,5 см в диаметре, при этом лимфоузлы характеризуются округлой формой, отражениями пониженной интенсивности [18]. Некоторые авторы [19] считают, что увеличение диаметра ЛУ, определяемого при ультразвуковом исследовании, более 1,0 см является основным критерием, который предполагает наличие метастазов. В то же время у некоторых пациентов выявляются ЛУ диаметром до 1,5 см с признаками гиперплазии, что впоследствии подтверждается. В связи с этим возможно предположить, что размеры выявленных подвздошных ЛУ не являются четким критерием метастазирования. Необходимо также обращать внимание на их форму и структуру.

Накоплено значительное количество клинических данных отечественных и зарубежных исследователей, свидетельствующих о том, что ультразвуковая диагностика заняла одно из ведущих мест в современной онкологии [20]. Ультразвуковая томография с внедрением внутривагинальной эхографии обладает высокой информативностью, простотой проведения и возможностью многократного повторения, использование современных доплеровских методик нашло широкое применение в уточняющей диагностике опухолей шейки матки, а также в диагностике рецидивов РШМ.

#### **Новые возможности УЗИ с применением контрастирования в диагностике местнораспространенного рака шейки матки**

Несмотря на повсеместное применение ультразвука в диагностике местнораспространенного РШМ, сохраняется потребность в разработке более четких критериев визуализации границ параметральной инвазии, распространения процесса на окружающие органы и стенки таза, метастазов в забрюшинные лимфатические узлы. В связи с этим появились новые технологии, к которым относится контрастно-усиленное ультразвуковое исследование (КУУЗИ).

В 2004 г. появились рекомендации Европейской федерации ассоциаций по ультразвуку в медицине и биологии (EFSUMB) по использованию контраста в эхографии, они касались в основном исследований печени. Этот метод признан революционным

в лучевой диагностике, приобрел популярность и при обследовании других органов, что получило отражение в следующем издании Клинических рекомендаций EFSUMB в 2008 г. [21]. Метод обладает рядом преимуществ перед КТ, к ним относятся: отсутствие лучевой нагрузки, нефротоксичности, получение информации в режиме реального времени, относительно низкая стоимость [22].

В настоящее время в мире используется контрастный препарат Соновью для УЗИ очаговых поражений печени, почек, поджелудочной железы, при закрытой травме живота, полиорганном поражении, при новообразованиях молочной железы, при раке предстательной железы и др. [23]. Однако роль ультразвукового метода с контрастным усилением в гинекологии не определена. В литературе описаны единичные исследования, результаты которых противоречивы. В рекомендациях EFSUMB 2011 г. указано, что к настоящему времени проведено мало исследований, подтверждающих эффективность данного метода при диагностике рака тела матки (РТМ), в связи с чем не разработаны клинические показания для его проведения [21]. Ряд авторов отмечают, что КУУЗИ не превосходит данные традиционной эхографии в В-режиме при исследовании больных с гиперплазией эндометрия, внутриматочными полипами и РТМ, а также при оценке глубины инвазии в миометрий [24–26]. Об использовании КУУЗИ при РШМ имеются единичные публикации. А.С. Testa et al. сообщают о гомогенном распределении контрастного препарата в структуре опухоли и стромы шейки матки, в связи с чем не отметили преимущество КУУЗИ перед исследованием в В-режиме при РШМ [25].

В нашей стране также проводятся исследования при раке шейки матки с применением КУУЗИ. Чекаловой с соавт. в 2017 г. было проведено исследование, при котором в качестве контрастного препарата применяли Соновью – препарат второго поколения для ультразвуковых исследований, который представляет собой суспензию микропузырьков (диаметром 2,5 мкм), окруженных упругой мембраной фосфолипидов [26]. Микропузырьки препарата наполнены инертным газом с низким уровнем растворимости в воде (гексафторид серы), который при попадании в кровь остается внутри микропузырьков. Мембраны микропузырьков Соновью служат границей раздела фаз, обладают высоким уровнем сопротивления давлению. Это приводит к сильному обратному рассеиванию ультразвукового сигнала, выражающемуся высокой эхогенностью микропузырьков. При использовании традиционной технологии УЗИ удается достичь 1000-кратного усиления. В результате высокочастотного ультразвукового воздействия происходит разрушение микропузырьков с потерей эхогенности контрастного вещества в течение нескольких секунд. Микропузырьки перемещаются в организме посредством кровотока, их пузырьки,

сходные с размерами эритроцитов, позволяют им свободно проникать в капилляры, однако препятствуют их выходу из сосудистого русла и в межклеточное пространство, что отличает их от рентгеноконтрастных препаратов. Однако, несмотря на большую информативность КУУЗИ, в связи с небольшим количеством исследований, при диагностике РШМ сохраняется высокий уровень диагностических ошибок [27].

### **Роль МРТ в диагностике местнораспространенного рака шейки матки**

Одним из наиболее современных методов диагностики местнораспространенного рака шейки матки является МРТ, которая используется в основном для определения местной распространенности процесса. При МРТ рак шейки матки визуализируется как зона умеренно гиперинтенсивного сигнала на T2-взвешенных (T2-ВИ) изображениях, четко визуализируется граница между нормальной гипointенсивной цервикальной стромой и опухолью. Однако микроинвазивную или поверхностную ( $<0,5$  см) опухоли шейки матки могут проявляться только на ранних артериальных фазах МРТ контрастирования как очаги усиления сигнала [28, 29].

Размер опухоли является важным прогностическим фактором. Экзофитные опухоли шейки матки могут быть точно исследованы при кольпоскопии, но при обширном местном распространении клиническое обследование может недооценивать размер опухоли. Сопутствующая патология (полипы шейки матки, множественные Наботовы кисты) может также привести к ошибочным оценкам размера РШМ. Распространение опухоли на параметральную клетчатку лучше визуализируется на T2-ВИ последовательности. На вовлечение параметральной клетчатки указывают контурная узловатость шейки матки, неправильные границы между опухолью и клетчаткой, наличие мягкотканной массы в параметрии, возможно, инфильтрация пришеечного сосудистого сплетения. Снижение интенсивности сигнала от парацервикальной клетчатки может свидетельствовать о распространении опухоли, но это также является признаком перитуморального воспаления [30].

Сохранение T2 гипointенсивной полоски стромы  $>3$  мм исключает параметральное вовлечение с чрезвычайно высокой диагностической специфичностью (96–99 %) и точностью (94–100 %) [28]. При полной потере гипointенсивного ободка шейки матки без параметральной инфильтрации может возникнуть сложность определения раннего вовлечения параметральной клетчатки, что приводит к снижению точности выявления параметральной инфильтрации в этой группе пациентов [31, 32]. Ложноположительные результаты могут возникать при перитуморальном отеке после биопсии или при воспалительных изменениях. Наличие микро-

скопической опухоли (<5 мм) в шейке матки может привести к ложноотрицательным результатам. Инфильтрация параметральной клетчатки исключает хирургическое лечение, при этом клиническое обследование демонстрирует низкую чувствительность к вовлечению параметрия. Точность МРТ при оценке местной распространенности процесса колеблется от 88 до 97 %, что значительно выше по сравнению с клиническим обследованием. Ряд авторов отмечают, что при добавлении в клиническую оценку информации, полученной при проведении МРТ, прогностическая точность последнего значительно возрастает [31, 33, 34].

МРТ также является более чувствительным методом в оценке сводов влагалища; сохранение низкой интенсивностью сигнала от стенки влагалища на Т2 изображениях является надежным признаком целостности стенки влагалища. Однако результаты МРТ могут оказаться ложноположительными при больших экзофитных опухолях, приводящих к истончению стенки влагалища; в таких случаях может помочь применение эндовагинального геля. Общая точность МРТ при вагинальной инвазии высока, она колеблется от 86 до 93 % [31, 33–35]. Кроме того, МРТ является безопасным методом с высокой чувствительностью (86–91 %) и специфичностью (94–96 %) при оценке распространенности опухоли на тело матки и цервикальный канал [31].

Признаками инфильтрации мочевого пузыря или прямой кишки по данным МРТ являются полное разрушение их стенки с низкой интенсивностью сигнала на Т2-изображениях, наличие внутривезикулярных масс или везикововагинального или ректовагинального свища. Равномерное утолщение и гиперинтенсивность стенки мочевого пузыря или прямой кишки на Т2-изображениях больше свидетельствуют о наличии отека, чем об опухолевом вторжении (признак буллезного отека). Сохранение жировой прослойки между опухолью шейки матки, мочевым пузырем или прямой кишкой на МРТ исключает инфильтрацию стенки мочевого пузыря или прямой кишки с высокой точностью (100 %) [28].

Наличие метастазов в лимфатических узлах является наиболее важным, независимым неблагоприятным прогностическим фактором для больных раком шейки матки. Нормальные лимфатические узлы рассматриваются как овальные образования с однородной структурой и промежуточной интенсивностью сигнала на Т2-ВИ, с низкой интенсивностью сигнала на Т1-ВИ и с высокой интенсивностью сигнала на DWI изображениях; отмечается однородное усиление сигнала от неизмененных узлов после внутривенного введения парамагнитного контрастного вещества.

Общепризнанным МРТ критерием в диагностике метастатического поражения тазовых лимфатических узлов является увеличение короткой оси лимфатического узла более 1 см. Как следствие

этого, микрометастазы легко пропустить. Повысить чувствительность МРТ при распознавании метастазов лимфоузлов могут такие критерии, как округлая форма, неоднородная интенсивность сигнала. По данным разных исследователей, высокие значения точности МРТ при распознавании метастатических лимфатических узлов (около 90 %) необходимо критически оценивать с учетом низкой изначальной вероятности появления узловых метастазов; действительно, значения чувствительности в одних и тех же исследованиях различаются от 40 до 60 %, тогда как специфичность приближается к 95 % [31, 36–38].

### **Применение функциональных методик МРТ в диагностике местнораспространенного рака шейки матки**

Применение диффузионно-взвешенных протоколов (DWI) МРТ не является рутинной частью МРТ в диагностике рака шейки матки. Их роль ограничивается обнаружением мелких опухолей, сомнительных находок на Т2-изображениях или используется для послеоперационной оценки [37]. Некоторые медицинские центры включают DWI МРТ в специализированные протоколы для стадирования рака шейки матки и для выявления степени вовлечения цервикального канала с целью более точного определения границ опухоли [39].

Рак шейки матки показывает значительно более низкие значения DWI, чем нормальная ткань шейки, облегчая обнаружение опухоли и определение степени ее распространенности. Методика DWI также используется для дифференциальной диагностики между изменениями после биопсии и остаточной опухолью; однако кровоизлияние может также проявляться в ограниченной диффузии и, следовательно, быть ответственным за ложноположительные результаты [40]. Применение DWI способствует выявлению небольших лимфатических узлов, однако до сих пор она не помогает различать нормальные и злокачественные узлы. Комбинация изображений DWI и Т2 более точна, чем только Т2-изображения при выявлении параметральной инфильтрации или рецидива опухоли [41].

### **Роль ПЭТ-КТ в диагностике местнораспространенного рака шейки матки**

Благодаря способности опухолей шейки матки активно поглощать глюкозу позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) с 18-фтордезоксиглюкозой (18-ФДГ) в последние годы все шире применяется в диагностике РШМ. Исключение составляют аденокарциномы шейки матки, характеризующиеся низким уровнем накопления 18-ФДГ. Установлено, что среднее SUVmax было значительно выше для низкокодифференцированных, чем для высококодифференцированных опухолей, и выше для плоско-

клеточной опухоли, чем для аденокарцином [42]. Однако из-за плохого пространственного разрешения ПЭТ-КТ имеет ограниченное значение при оценке стадии опухоли, кроме того, метод не дает информации о наличии параметральной инфильтрации или о вовлечении соседних органов.

Первый опыт ПЭТ у больных РШМ был осуществлен в конце 1990-х гг. XX в. и продемонстрировал многообещающие результаты для выявления первичных опухолей шейки матки и их рецидивов, а также метастазов в лимфатические узлы, однако экскреция ФДГ мочевыделительной системой в некоторых случаях являлась ограничивающим фактором для интерпретации изображений [43]. По мнению ряда авторов, внедрение совмещенных технологий ПЭТ-КТ способствовало увеличению роли ПЭТ при диагностике рака шейки матки. Они указывают, что основным преимуществом ПЭТ-КТ является способность обеспечивать отображение метаболизма и анатомической информации путем совмещения изображений. Совмещенные изображения облегчают определение локализации накопления 18-ФДГ и дифференцирование физиологического и патологического поглощения ФДГ в области брюшной полости и таза [44]. В настоящее время для клинической практики стали доступны объединенные ПЭТ-МРТ сканеры, что послужило основой для начала клинических исследований по оценке диагностической эффективности ПЭТ-МРТ [45].

Совмещенная методика ПЭТ/КТ объединяет метаболические изображения ПЭТ с анатомическими изображениями КТ и является более точной, чем одна только КТ с высоким разрешением, особенно в определении вовлечения регионарных лимфатических узлов и отдаленных органов [46]. Интенсивность поглощения ФДГ в первичной опухоли может иметь прогностическую значимость, так как высокое поглощение предсказывает лимфогенное метастазирование и исход заболевания [47]. Важна роль ПЭТ-КТ ФДГ при оценке метастазов лимфатических узлов и в планировании лечения, так как она является более точной, чем КТ и МРТ при оценке экстрагенитального распространения опухоли [48, 49].

При оценке вовлечения лимфоузлов могут быть ложноотрицательные результаты, при малых размерах лимфоузлов (5 мм) и микрометастазах. Частота ложноотрицательных результатов ПЭТ или ПЭТ-КТ при метастатическом поражении парааортальных лимфатических узлов достигает 12 % [49]. Ложноположительные результаты исследования объясняются поглощением ФДГ в лимфоузлах с наличием воспалительных изменений или неверной интерпретацией физиологической активности кишечника или мочевыводящих путей [50].

Сообщается о значительно меньшей выживаемости женщин с ПЭТ-положительными лимфатическими узлами, чем женщин с наличием

ПЭТ-отрицательных лимфатических узлов [51]. У женщин с положительными ФДГ ПЭТ-КТ лимфоузлами по SUVmax можно прогнозировать ответ на лечение, риск развития рецидива опухоли и общую выживаемость [52].

Таким образом, 18-ФДГ-ПЭТ/КТ позволяет более надежно определить стадию заболевания (особенно позднюю) и, как следствие, его прогноз, оценить эффективность лечения, планировать лучевую терапию, а также выявить прогрессирование заболевания. У пациенток с запущенными стадиями РШМ (IIb–IV стадии) именно результаты 18-ФДГ-ПЭТ/КТ в большинстве случаев способны повлиять на тактику лечения, в первую очередь, благодаря высокой чувствительности (75–100 %) и специфичности (87–100 %) в диагностике метастатического поражения лимфоузлов [52, 53]. В то же время, по данным разных авторов, диагностическая ценность метода у больных РШМ I–IIa стадии неоднозначна: чувствительность в диагностике поражения лимфоузлов, например, имеет слишком большой диапазон и составляет от 25 до 73 % [52, 53].

Таким образом, применение УЗИ ограничено трудностями при визуализации опухоли от прилежащих тканей, зависит от навыков оператора и субъективизма при интерпретации изображения [54]. Американские исследователи не считают УЗИ оптимальным методом для оценки распространенности рака шейки матки. Они применяют шкалу от 1 до 9 баллов для оценки целесообразности различных методов визуализации у больных РШМ, присваивая балл от 2, при трансвагинальном УЗИ, до 8 баллов для МРТ таза без контраста и с контрастом, и 8 баллов при применении ФДГ ПЭТ-КТ для исследования всего тела [55]. Однако ультразвуковое исследование остается широкодоступным, быстрым, неинвазивным и дешевым методом, который должен быть использован для первичной диагностики РШМ.

МРТ является предпочтительным методом визуализации для местнораспространенного рака шейки матки, и его применение обеспечивает получение дополнительных клинико-прогностических данных. Отмечается, что имеются существенные различия между данными МРТ и компьютерной томографии при первичной диагностике, однако МРТ-анализ является более точным методом, чем компьютерная томография в визуализации опухоли, оценке ее размера и обнаружении вовлечения параметриев [30, 56].

Наибольшие усилия в диагностической визуализации рака шейки матки в настоящее время направлены на исследование сосудистых и метаболических показателей, которые могут коррелировать с прогнозом. Новые параметры визуализации могут оказать помощь в предсказании ответа опухоли на неoadъювантную химиолучевую терапию. По данным зарубежных авторов [57, 58],

диффузионно-взвешенные изображения МРТ и специфические значения ADC (Apparent Diffusion Coefficient) пока не показали эффективности при прогнозе ответа опухоли на лечение, тогда как ранняя оценка изменения значений ADC во время лечения может иметь определенное значение для прогноза опухолевого ответа [57, 59]. Интересные

результаты получены при использовании МРТ с применением динамического контрастного усиления, которые позволяют проводить оценку микроваскулярной структуры и перфузии для прогнозирования реакции на лечение и исход заболевания [60, 61].

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Давыдов М.И., Ганцев Ш.Х. Онкология. М., 2010. 92. [Davydov M.I., Gantsev Sh.Kh. Oncology. Moscow, 2010. 92. (in Russian)].
2. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2016 году. М., 2017. 236. [Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. The state of oncological assistance to the population of Russia in 2016. Moscow, 2017. 236. (in Russian)].
3. Трухачёва Н.Г., Фролова И.Г., Коломиец Л.А., Усова А.В., Григорьев Е.Г., Величко С.А., Чуруксаева О.Н., Штлёва О.В. МРТ в оценке эффективности химиолучевого лечения местнораспространенного рака шейки матки. Сибирский онкологический журнал. 2015; 5: 84–91. [Trukhacheva N.G., Frolova I.G., Kolomiets L.A., Usova A.V., Grigorjev E.G., Velichko S.A., Churuksaeva O.N., Shpileva O.V. MRI in the assessment of tumor response to chemoradiotherapy in patients with locally advanced cervical cancer. Siberian Journal of Oncology. 2015; 5: 84–91. (in Russian)].
4. Чуруксаева О.Н., Коломиец Л.А. Онкотропная папилломавирусная инфекция и прогноз течения рака шейки матки. Сибирский онкологический журнал. 2013; 1: 82–87. [Churuksaeva O.N., Kolomiets L.A. Oncotropic papillomavirus infection and prognosis for patients with cervical cancer. Siberian Journal of Oncology. 2013; 1: 82–87. (in Russian)].
5. Шавладзе З.Н., Березовская Т.П., Прошин А.А. Клинико-диагностические аспекты магнитно-резонансного стадирования рака шейки матки. Медицинская визуализация. 2009; 5: 80–90. [Shavladsze Z.N., Berezovskaya T.P., Proshin A.A. Clinic and Diagnostic Aspects of Magnetic Resonance Staging of Cervical Cancer. Medical Visualization. 2009; 5: 80–90. (in Russian)].
6. Epstein E., Di Legge A., Masback A., Lindqvist P.G., Kannisto P., Testa A.C. Sonographic characteristics of squamous cell cancer and adenocarcinoma of the uterine cervix. Ultrasound Obstet Gynecol. 2010 Oct; 36 (4): 512–6. doi: 10.1002/uog.7638.
7. Fischerova D., Cibula D., Stenhova H., Vondrichova H., Calda P., Zikan M., Freitag P., Slama J., Dundr P., Belacek J. Transrectal ultrasound and magnetic resonance imaging in staging of early cervical cancer. Int J Gynecol Cancer. 2008 Jul-Aug; 18 (4): 766–72. doi: 10.1111/j.1525-1438.2007.01072.x.
8. Testa A.C., Ludovisi M., Manfredi R., Zannoni G., Gui B., Basso D., Di Legge A., Licameli A., Di Bidino R., Scambia G., Ferrandina G. Transvaginal ultrasonography and magnetic resonance imaging for assessment of presence, size and extent of invasive cervical cancer. Ultrasound Obstet Gynecol. 2009 Sep; 34 (3): 335–44. doi: 10.1002/uog.7325.
9. Epstein E., Testa A., Gaurilcik A., Di Legge A., Amey L., Atstupenaite V., Valentini A., Gui B., Wallengren N., Pudaric S., Cizauskas A., Mäsback A., Zannoni G., Kannisto P., Zikan M., Pinkavova I., Burgetova A., Dundr P., Nemejcova K., Cibula D., Fischerova D. Early-stage cervical cancer: tumor delineation by magnetic resonance imaging and ultrasound – a European multicenter trial. Gynecol Oncol. 2013; 128: 449–53. doi: 10.1016/j.ygyno.2012.09.025.
10. МакНелли Ю. Ультразвуковое исследование костно-мышечной системы: Практическое руководство. М., 2007. 400. [MakNelli Yu. Ultrasound examination of the musculoskeletal system: Practical guide. Moscow, 2007. 400. (in Russian)].
11. Курьяк А., Михайлов А.А., Купешич С. Трансвагинальный цветовой доплер: бесплодие, вспомогательная репродукция, акушерство. М., 2001. 294. [Kur yak A., Mikhailov A.A., Kupeshich S. Transvaginal Doppler: infertility, assisted reproduction, obstetrics. Moscow, 2001. 294. (in Russian)].
12. Федорова Е.В., Липман А.Д. Применение цветового доплеровского картирования и доплерометрии в гинекологии. М., 2002. 104. [Fedorova E.V., Lipman A.D. The use of color Doppler mapping in gynecology. Moscow, 2002. 104. (in Russian)].
13. Михайлова Е.А., Минько Б.А., Ушакова Г.А., Прозоровский К.В. Ультразвуковое энергетическое картирование в оценке эффективности химиолучевого лечения рака шейки матки. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2005; 2: 119. [Mikhailova E.A., Min'ko B.A., Ushakova G.A., Prozorovskii K.V. Ultrasound energy mapping in assessing the effectiveness of chemoradiotherapy for cervical cancer. Journal of Ultrasound and Functional Diagnostics. 2005; 2: 119. (in Russian)].
14. Baien F.G., Alien C.M., Gardener J.E., Siddle N.C., Lees W.R. 3-dimensional reconstruction of ultrasound images of the uterine cavity. Br J Radiol. 1993 Jul; 66 (787): 588–91. doi: 10.1259/0007-1285-66-787-588.
15. Bonilla-Musoles F., Raga F., Osborne N.G. Three-dimensional ultrasound evaluation of ovarian masses. Gynecologic Oncology. 1995; 89: 129–135. doi: 10.1006/gyno.1995.1279.
16. Ayida G., Kennedy S., Barlow D., Chamgerlaine P. Contrast sonography for uterine cavity assessment: A comparison of conventional two-dimensional with three-dimensional transvaginal ultrasound; a pilot study. Fertil Steril. 1996 Nov; 66 (5): 848–50.
17. Breyer B., Despot A., Predanic M., Judin S. Characteristics of blood flow in cancer of the uterine cervix. Ultrasound Obstet Gynecol. 1993; 3 (4): 268–70. doi: 10.1046/j.1469-0705.1993.03040268.x.
18. Баринова Е.В., Чекалова М.А., Дворова Е.К. Ультразвуковая диагностика метастазов в подвздошных лимфатических узлах при раке шейки матки. Опухоли женской репродуктивной системы. 2014; (4): 57–67. [Barinova Ye.V., Chekalova M.A., Dvorova Ye.K. Ultrasound diagnosis of iliac lymph node metastases in cancer of the cervix uteri. Tumors of female reproductive system. 2014; (4): 57–67. (in Russian)]. doi: 10.17650/1994-4098-2014-0-4-57-67.
19. Дугай Л.К., Шаназаров Н.А., Васильковская О.В., Асабаева Р.И. Сравнительный анализ методов УЗИ и МРТ исследования в первичной диагностике рака шейки матки. Современные проблемы науки и образования. 2013; 1: 29. [Digay L.K., Shanazarov N.A., Vaskovskaya O.V., Asabaeva R.I. Comparative analysis methods ultrasound and MRI in the primary diagnosis of cervical cancer. Modern problems of science and education. 2013; 1: 29. (in Russian)].
20. Зыкин Б.И., Медведев М.В. Допплерография в гинекологии. М., 2000. 152. [Zykin B.I., Medvedev M.V. Doppler ultrasound in gynecology. Moscow, 2000. 152. (in Russian)].
21. Piscaglia F., Nolsøe C., Dietrich C.F., Cosgrove D.O., Gilja O.H., Bachmann Nielsen M., Albrecht T., Barozzi L., Bertolotto M., Catalano O., Claudon M., Clevert D.A., Correas J.M., D'Onofrio M., Drudi F.M., Eyding J., Giovannini M., Hocke M., Ignee A., Jung E.M., Klausner A.S., Lassau N., Leen E., Mathis G., Saftoiu A., Seidel G., Sidhu P.S., ter Haar G., Timmerman D., Weskott H.P. The EFSUMB Guidelines an Recommendations on Clinical Practice of Contrast (CEUS): update on non-hepatic applications. Ultraschall Med. 2012 Feb; 33 (1): 33–59. doi: 10.1055/s-0031-1281676.
22. Агеев А.С., Чекалова М.А., Патютко Ю.И., Поляков А.Н., Маргарян А.Г. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением в диагностике метастатического поражения печени. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2016; 2: 9–16. [Ageev A.S., Chekalova M.A., Patyutko Yu.I., Polyakov A.N., Margaryan A.G. Contrast Enhanced Ultrasound in Liver Metastases Diagnosis. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2016; 2: 9–16. (in Russian)].
23. Сенча А.Н., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н., Пеняева Э.И., Кашиманова А.В., Сенча Е.А. Возможности ультразвукового исследования с контрастным усилением в диагностике рака щитовидной железы. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015; 6: 10–26. [Sencha A.N., Mogutov M.S., Patrunov Yu.N., Penyaeva E.I., Kashmanova A.V., Sencha E.A. Value of Contrast Enhanced Ultrasound in Thyroid Cancer Diagnosis. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2015; 6: 10–26. (in Russian)].
24. Lieng M., Qvigstad E., Dahl G.F., Istre O. Flow differences between endometrial polyps and cancer: a prospective study using intravenous contrast-enhanced transvaginal color flow Doppler and three-dimensional power Doppler ultrasound. Ultrasound Obstet Gynecol. 2008 Dec; 32 (7): 935–40. doi: 10.1002/uog.6267.
25. Testa A.C., Ferrandina G., Fruscella E., Holsbeke C.V., Ferrazzi E., Leone F.P.G., Arduini D., Exacoustos C., Bokor D., Scambia G., Timmerman D. The Use of Contrast Transvaginal Sonography in the Diagnosis of Gynecologic Diseases. J Ultrasound Med. 2005; 24 (9): 1267–1278.
26. Greus C. Technology overview: SonoVue (Bracco, Milan). Eur Radiol. 2004 Oct; 14 Suppl 8: P11–5.
27. Чекалова М.А., Мусаева З.Р.-Б., Кряжева В.С., Кузнецов В.В., Маргарян А.Г. Опыт ультразвукового исследования с контрастным

усилением при диагностике рака шейки матки. Сибирский онкологический журнал. 2017; 16 (3): 57–64. [Chekalova M.A., Musayeva Z.R., Kryazheva V.S., Kuznetsov V.V., Margaryan A.G. The experience of using ultrasound with contrast enhancement in the diagnosis of cervical cancer. Siberian journal of oncology. 2017; 16 (3): 57–64. (in Russian)]. doi: 10.21294/1814-4861-2017-16-3-57-64.

28. Sala E., Wakely S., Senior E., Lomas D. MRI of malignant neoplasms of the uterine corpus and cervix. *AJR Am J Roentgenol.* 2007 Jun; 188 (6): 1577–87. doi: 10.2214/AJR.06.1196.

29. Bourgioti C., Koutoulidis V., Chatoupis K., Rodlakis A., Koureas A., Thomakos N., Mouloupoulos L.A. MRI findings before and after abdominal radical trachelectomy (ART) for cervical cancer: a prospective study and review of the literature. *Clin Radiol.* 2014 Jul; 69 (7): 678–86. doi: 10.1016/j.crad.2014.02.001.

30. Mitchell D.G., Snyder B., Coakley F., Reinhold C., Thomas G., Amendola M., Schwartz L.H., Woodward P., Pannu H., Hricak H. Early invasive cervical cancer: tumor delineation by magnetic resonance imaging, computed tomography and clinical examination, verified by pathologic results, in the ACRIN 6651/GOG 183 Intergroup Study. *J Clin Oncol.* 2006; 24 (36): 5687–94.

31. Bourgioti C., Chatoupis K., Rodolakis A., Antoniou A., Tzavara C., Koutoulidis V., Mouloupoulos L.A. Incremental prognostic value of MRI in the staging of early cervical cancer: a prospective study and review of the literature. *Clin Imaging.* 2016 Jan-Feb; 40 (1): 72–8. doi: 10.1016/j.clinimag.2015.09.012.

32. Jena A., Oberoi R., Rawal S., Das S.K., Pandey K.K. Parametrial invasion in carcinoma of cervix: role of MRI measured tumour volume. *Br J Radiol.* 2005; 78: 1075–1077. doi: 10.1259/bjr/36116150.

33. Sala E., Rockall A.G., Freeman S.J., Mitchell D.G., Reinhold C. The added role of MR imaging in treatment stratification of patients with gynecologic malignancies: what the radiologist needs to know. *Radiology.* 2013 Mar; 266 (3): 717–40. doi: 10.1148/radiol.12120315.

34. Freeman S.J., Aly A.M., Kataoka M.Y., Addley H.C., Reinhold C., Sala E. The revised FIGO staging system for uterine malignancies: implications for MR imaging. *Radiographics.* 2012; 32 (6): 1805–27. doi: 10.1148/rg.326125519.

35. Amendola M.A., Hricak H., Mitchell D.G., Snyder B., Chi D.S., Long H.J., Fiorica J.V., Gatsonis C. Utilization of diagnostic studies in the pretreatment evaluation of invasive cervical cancer in the United States: results of intergroup protocol ACRIN 6651/GOG 183. *J Clin Oncol.* 2005; 23: 7454–7459. doi: 10.1200/JCO.2004.00.5397.

36. Bipat S., Glas A., van der Velden J., Zwinderman A.H., Bosuyt P.M., Stoker J. Computed tomography and magnetic resonance imaging in staging of uterine cervical carcinoma: systematic review. *Gynecol Oncol.* 2003 Oct; 91 (1): 59–66. doi:10.1007/s00330-017-4958-x.

37. Balleyguier C., Sala E., Da Cunha T., Bergman A., Brkljacic B., Danza F., Forstner R., Hamm B., Kubik-Huch R., Lopez C., Manfredi R., McHugo J., Oleaga L., Togashi K., Kinkel K. Staging of uterine cervical cancer with MRI: guidelines of the European Society of Urogenital Radiology. *Eur Radiol* 2011; 21: 1102–10. doi: 10.1007/s00330-010-1998-x.

38. Koyama T., Tamai K., Togashi K. Staging of carcinoma of the uterine cervix and endometrium. *Eur Radiol* 2007; 17: 2009–19. doi: 10.1007/s11547-012-0861-3.

39. Bourgioti C., Chatoupis K., Panourgias E., Tzavara C., Saris K., Rodolakis A., Mouloupoulos L.A. Endometrial vs. cervical cancer: development and pilot testing of a magnetic resonance imaging (MRI) scoring system for predicting tumor origin of uterine carcinomas of indeterminate histology. *Abdom Imaging.* 2015; 40: 2529–2540. doi: 10.1007/s00261-015-0399-7.

40. Nougaret S., Tirumani S.H., Addley H., Pandey H., Sala E., Reinhold C. Pearls and pitfalls in MRI of gynecologic malignancy with diffusion-weighted technique. *AJR Am J Roentgenol.* 2013 Feb; 200 (2): 261–76. doi: 10.2214/AJR.12.9713.

41. Lucas R., Lopes Dias J., Cunha T.M. Added value of diffusion-weighted MRI in detection of cervical cancer recurrence: comparison with morphologic and dynamic contrast-enhanced MRI sequences. *Diagn Interv Radiol.* 2015 Sep-Oct; 21 (5): 368–75. doi: 10.5152/dir.2015.14427.

42. Kidd E.A., Spencer C.R., Huettner P.C., Siegel B.A., Dehdashti F., Rader J.S., Grigsby P.W. Cervical cancer histology and tumor differentiation affect 18F-fluorodeoxyglucose uptake. *Cancer.* 2009; 115 (15): 3548–54. doi: 10.1002/cncr.24400.

43. Sugawara Y., Eisbruch A., Kosuda S., Recker B.E., Kison P.V., Wahl R.L. Evaluation of FDG PET in patients with cervical cancer. *J Nucl Med.* 1999; 40: 1125–31.

44. Basu S., Li G., Alavi A. PET and PET-CT imaging of gynecological malignancies: present role and future promise. *Expert Rev Anticancer Ther.* 2009 Jan; 9 (1): 75–96. doi: 10.1586/14737140.9.1.75.

45. Buchbender C., Heusner T.A., Lauenstein T.C., Bockisch A., Antoch G. *Oncolegic PET/MRI, part 1: tumors of the brain, head and neck, chest, abdomen, and pelvis.* *J Nucl Med* 2012; 53: 928–38. doi: 10.2967/jnumed.112.105338.

46. Pecorelli S. Revised FIGO staging for carcinoma of the vulva, cervix, and endometrium. *Int J Gynaecol Obstet.* 2009 May; 105 (2): 103–4.

47. Kidd E.A., Siegel B.A., Dehdashti F., Grigsby P.W. The standardized uptake value for F-18 fluorodeoxyglucose is a sensitive predictive biomarker for cervical cancer treatment response and survival. *Cancer* 2007; 110: 1738–44. doi: 10.1002/cncr.22974.

48. Herrera F.G., Prior J.I. The role of PET/CT in cervical cancer. *Front Oncol.* 2013 Feb 26; 3: 34. doi: 10.3389/fonc.2013.00034.

49. Gouy S., Morice P., Narducci F., Uzan C., Gilmore J., Kolesnikov-Gauthier H., Querleu D., Haie-Meder C., Leblanc E. Nodal-staging surgery for locally advanced cervical cancer in the era of PET. *Lancet Oncol.* 2012 May; 13 (5): e212–20. doi: 10.1016/S1470-2045(12)70011-6.

50. De Gaetano A.M., Calcagni M.L., Ruffini V., Valentini A.L., Gui B., Giordano A., Bonomo L. Imaging of gynecologic malignancies with FDG PET-CT: case examples, physiologic activity, and pitfalls. *Abdom Imaging.* 2009 Nov; 34 (6): 696–711. doi: 10.1007/s00261-008-9457-8.

51. Kidd E.A., Siegel B.A., Dehdashti F., Rader J.S., Mutch D.G., Powell M.A., Grigsby P.W. Lymph node staging by positron emission tomography in cervical cancer: relationship to prognosis. *J Clin Oncol.* 2010 Apr 20; 28 (12): 2108–13. doi: 10.1200/JCO.2009.25.4151.

52. Kidd E.A., Siegel B.A., Dehdashti F., Grigsby P.W. Pelvic lymph node F-18 fluorodeoxyglucose uptake as a prognostic biomarker in newly diagnosed patients with locally advanced cervical cancer. *Cancer* 2010; 116: 1469–75. doi: 10.1002/cncr.24972.

53. Liyanage S.H., Roberts C.A., Rockall A.G. MRI and PET scans for primary staging and in detection of cervical cancer recurrence. *Womens Health (Lond).* 2010 Mar; 6 (2): 251–67. doi: 10.2217/whe.10.7.

54. *National Comprehensive Cancer Network Guidelines. Cervical cancer.* Version 3. 2013. [Internet]. URL: [http://www.nccn.org/professionals/physician\\_gls/pdf/cervical.pdf](http://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/cervical.pdf) (cited 22.04.2014).

55. *American College of Radiology. ACR appropriateness criteria [Internet].* URL: <http://www.acr.org/w/media/ACR/Documents/App-Criteria/Diagnostic/PretreatmentPlanningInvasiveCancerCervix> (cited 22.04.2014).

56. Hricak H., Gatsonis C., Coakley F.V., Snyder B., Reinhold C., Schwartz L.H., Woodward P.J., Pannu H.K., Amendola M., Mitchell D.G. Early invasive cervical cancer: CT and MR imaging in preoperative evaluation. ACRIN/GOG comparative study of diagnostic performance and interobserver variability. *Radiology.* 2007; 245: 491–8. doi: 10.1148/radiol.2452061983.

57. Wang J.Z., Mayr N.A., Zhang D., Li K., Grecula J.C., Montebello J.F., Lo S.S., Yuh W.T. Sequential magnetic resonance imaging of cervical cancer: the predictive value of absolute tumor volume and regression ratio measured before, during, and after radiation therapy. *Cancer.* 2010 Nov 1; 116 (21): 5093–101. doi: 10.1002/cncr.25260.

58. Kim Y.B., Lee I.J., Kim S.Y., Kim J.W., Yoon H.I., Kim S.W., Kim S., Kim Y.T., Suh C.O., Kim G.E. Tumor heterogeneity of FIGO stage III carcinoma of the uterine cervix. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2009 Dec 1; 75 (5): 1323–8. doi: 10.1016/j.ijrobp.2008.12.081.

59. Pötter R., Georg P., Dimopoulos J.C., Grimm M., Berger D., Nesvacil N., Georg D., Schmid M.P., Reinthaller A., Sturza A., Kirisits C. Clinical outcome of protocol based image (MRI) guided adaptive brachytherapy combined with 3D conformal radiotherapy with or without chemotherapy in patients with locally advanced cervical cancer. *Radiother Oncol.* 2011 Jul; 100 (1): 116–23. doi: 10.1016/j.radonc.2011.07.012.

60. Brocker K.A., Alt C.D., Eichbaum M., Sohn C., Kauczor H.U., Hallscheidt P. Imaging of female pelvic malignancies regarding MRI, CT, and PET/CT: part 1. *Strahlenther Onkol.* 2011 Oct; 187 (10): 611–8. doi: 10.1007/s00066-011-4001-0.

61. Bjurberg M., Kjellén E., Ohlsson T., Bendahl P.O., Brun E. Prediction of patient outcome with 2-deoxy-2-[18F]fluoro-D-glucose-positron emission tomography early during radiotherapy for locally advanced cervical cancer. *Int J Gynecol Cancer.* 2009 Dec; 19 (9): 1600–5. doi: 10.1111/IGC.0b013e3181c00359.

Поступила/Received 05.12.18  
Принята в печать/Accepted 26.02.19



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Трухачёва Наталия Геннадьевна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт онкологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (г. Томск, Россия). E-mail: nataly-tru@yandex.ru. SPIN-код: 5707-6093. ORCID: 0000-0001-8114-2200. Researcher ID (WOS): C-8988-2012.

**Фролова Ирина Георгиевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт онкологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (г. Томск, Россия). SPIN-код: 9800-9777. ORCID: 0000-0001-5227-006X. Researcher ID (WOS): C-8212-2012. Authors ID (Scopus): 7006413170.

**Коломиец Лариса Александровна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением гинекологии, Научно-исследовательский институт онкологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук; профессор кафедры онкологии, Сибирский государственный медицинский университет (г. Томск, Россия). SPIN-код: 6316-1146. ORCID: 0000-0002-6854-8940. Researcher ID (WOS): C-8573-2012. Authors ID (Scopus): 7004921120.

**Усова Анна Владимировна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт онкологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (г. Томск, Россия). SPIN-код: 3000-6564. ORCID: 0000-0001-8114-2200. Researcher ID (WOS): C-8968-2012. Authors ID (Scopus): 57189002111.

**Григорьев Евгений Геннадьевич**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт онкологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (г. Томск, Россия). SPIN-код: 2079-2370. ORCID: 0000-0003-3187-3659. Researcher ID (WOS): C-8959-2012. Authors ID (Scopus): 56612273600.

**Величко Светлана Андреевна**, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отделения лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт онкологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (г. Томск, Россия). SPIN-код: 3424-1996. AuthorID (РИНЦ): 287069. Authors ID (Scopus): 35850048200.

**Чуруксаева Ольга Николаевна**, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения гинекологии, Научно-исследовательский институт онкологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (г. Томск, Россия). SPIN-код: 4769-0636. ORCID: 0000-0003-3439-8830. Researcher ID (WOS): C-8601-2012. Authors ID (Scopus): 6504391579.

**Финансирование**

*Это исследование не потребовало дополнительного финансирования.*

**Конфликт интересов**

*Авторы объявляют, что у них нет конфликта интересов.*

## ABOUT THE AUTHORS

**Natalia G. Truhacheva**, MD, PhD, Senior Researcher, Diagnostic Imaging Department, Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences (Tomsk, Russia). ORCID: 0000-0001-8114-2200. Researcher ID (WOS): C-8988-2012.

**Irina G. Frolova**, MD, DSc, Professor, Head of the Diagnostic Imaging Department, Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center (Tomsk, Russia). ORCID: 0000-0001-5227-006X. Researcher ID (WOS): C-8212-2012. Authors ID (Scopus): 7006413170.

**Larisa A. Kolomiets**, MD, Professor, Head of Gynecologic Oncology Department, Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences; Professor of Oncology Department, Siberian State Medical University (Tomsk, Russia). ORCID: 0000-0002-6854-8940. Researcher ID (WOS): C-8573-2012. Authors ID (Scopus): 7004921120.

**Anna V. Usova**, MD, PhD, Senior Researcher, Diagnostic Imaging Department, Tomsk Cancer Research Institute (Tomsk, Russia). ORCID: 0000-0001-8114-2200. Researcher ID (WOS): C-8968-2012. Authors ID (Scopus): 57189002111.

**Evgeny G. Grigoriev**, MD, PhD, Senior Researcher, Diagnostic Imaging Department, Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Medical Sciences (Tomsk, Russia). ORCID: 0000-0003-3187-3659. Researcher ID (WOS): C-8959-2012. Authors ID (Scopus): 56612273600.

**Svetlana A. Velichko**, MD, DSc, Professor, Principal Investigator, Imaging Department, Tomsk Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences (Tomsk, Russia). Authors ID (Scopus): 35850048200.

**Olga N. Churuksaeva**, MD, DSc, Senior Researcher, Department of Gynecologic Oncology, Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Medical Sciences (Tomsk, Russia). ORCID: 0000-0003-3439-8830. Researcher ID (WOS): C-8601-2012. Authors ID (Scopus): 6504391579.

**Funding**

*This study required no funding.*

**Conflict of interest**

*The authors declare that they have no conflict of interest.*