

Возможности мультипараметрического ультразвукового исследования при мониторинге эффективности лучевой терапии рака шейки матки

М.А. Чекалова, В.С. Кряжева

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России;
Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 24

Контакты: Варвара Сергеевна Кряжева salvaje2005@yandex.ru

Цель работы — изучение возможностей ультразвукового исследования с применением современных технологий при мониторинге эффективности лучевой терапии рака шейки матки.

Материалы и методы. Проанализированы результаты обследований 96 пациенток.

Результаты. У 37 пациенток диагностированы рецидивы и метастазы рака шейки матки, у 59 — определены критерии полного лечебного эффекта.

Выводы. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование является высокоинформативным методом, позволяющим диагностировать как прогрессирование заболевания, так и полный лечебный эффект после лучевой терапии больных с диагнозом «рак шейки матки».

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, эластография, рак шейки матки, коэффициент жесткости, скорость сдвиговой волны

Для цитирования: Чекалова М.А., Кряжева В.С. Возможности мультипараметрического ультразвукового исследования при мониторинге эффективности лучевой терапии рака шейки матки. Опухоли женской репродуктивной системы 2019;15(1):51–7.

DOI: 10.17650/1994-4098-2019-15-1-51-57

Possibilities of multiparameter ultrasound examination in monitoring the effectiveness of radiation therapy of cervical cancer

M.A. Chekalova, V.S. Kryazheva

N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia;
24 Kashirskoe Shosse, Moscow 115478, Russia

Objective: to study the possibilities of ultrasound using modern technologies in monitoring the effectiveness of radiation therapy of cervical cancer.

Materials and methods. The results of observations of 96 patients were analyzed.

Results. Thirty-seven patients were diagnosed with recurrences and metastases of cervical cancer, and 59 patients were determined the criteria of full therapeutic effect.

Conclusions. Multiparametric ultrasound is a highly informative method that allows diagnosing both the progression of the disease and the full therapeutic effect after radiation therapy of patients diagnosed with cervical cancer.

Key words: ultrasound examination, elastography, cervical cancer, strain ratio, shear wave

For citation: Chekalova M.A., Kryazheva V.S. Possibilities of multiparameter ultrasound examination in monitoring the effectiveness of radiation therapy of cervical cancer. Oukholi zhenskoy reproductivnoy systemy = Tumors of female reproductive system 2019;15(1):51–7.

Введение

Распространенность рака шейки матки (РШМ) за последние годы значительно возросла, данное заболевание является основной причиной смерти от онкогинекологической патологии в мире. РШМ занимает 2-е ранговое место в структуре онкогинекологической патологии и 5-е ранговое место в структуре всех опухолей у женщин [1]. Ежегодно в мире регистрируют

528 тыс. больных РШМ и 266 тыс. умерших от этого заболевания. Настораживает прирост заболеваемости РШМ в России с 12,4 тыс. случаев на 100 тыс. женского населения в 1989 г. до 15,1 тыс. случаев на 100 тыс. женского населения в 2015 г. (8,26 %) [2]. За 10-летний период (2005–2015 гг.) наблюдается рост показателей активного выявления РШМ на 28,3 % (показатель 2015 г. составил 37,4 %), выявления в I–II стадии

на 7,6 % (63,9 %), а также снижение показателя выявления больных РШМ III стадии на 12,4 % (25,2 %), IV стадии – на 8,7 % (9,4 %) [3].

Общий стандартизованный показатель смертности от РШМ с 1989 по 2014 г. существенно не изменился, величина показателя колебалась в пределах 5,1–5,2. При этом «грубый» показатель смертности от РШМ в возрастной группе 15–29 лет с 1994 г. вырос с 0,4 до 0,9 на 100 тыс. женского населения в возрасте 30–44 года – с 4,7 до 8,0; 45–59 лет – с 10,8 до 12,9 [4, 5]. На конец 2015 г. под динамическим наблюдением в онкологических учреждениях России находились 174822 больных РШМ, из них 65,3 % – 5 лет и более [3].

Основной причиной смерти пациенток РШМ IIB – IV стадий являются рецидивы и метастазы опухоли.

В крупном метаанализе Т.Н. Kim и соавт. (2017), включающем 1322 пациентки, показано, что наиболее частыми являются регионарные рецидивы и отдаленные метастазы (59,5 %), локорегионарные (21,5 %) и параметральные рецидивы (10,7 %) встречаются реже, при этом отмечено, что 5-летняя выживаемость в группе с отдаленными метастазами и рецидивами наиболее низкая по сравнению с другими группами и составляет 12,6 % [6].

За последнее время в ультразвуковой диагностике появляется все больше новых дополнительных методик, направленных на повышение качества и информативности изображения. Одной из таких методик является эластография, позволяющая оценить эластичность тканей путем «ультразвуковой пальпации», т. е. исследовать жесткость ткани в режиме реального времени неинвазивным способом [7]. По данным А.В. Зубарева и соавт. (2008), высокая жесткость новообразования рассматривается как показатель его злокачественности [8]. Именно этот принцип положен в основу компрессионной эластографии, когда с помощью ультразвуковой волны и небольшой механической компрессии датчиком можно определить степень деформации ткани органа. Врач получает информацию о характере исследуемой патологической ткани, выделяя определенным цветом более жесткие участки [8]. По данным С.О. Чуркиной и соавт. (2011), включение в комплексное ультразвуковое исследование эластографии при диагностике злокачественных опухолей матки достоверно повышает чувствительность метода с 74 до 92 %, специфичность – с 94 до 98 %, точность – с 89 до 96 %, прогностичность положительного результата – с 83 до 95 %, прогностичность отрицательного результата – с 90 до 96 % [9].

В исследовании Е.В. Бариновой и соавт. (2014) при эластографии преобладающий тип эластограммы у больных РШМ – V эластотип с преимущественно синим картированием, в более редких наблюдениях опухоль картировалась IV эластотипом, средний

коэффициент жесткости в опухоли шейки матки составил 8,97. Авторы отмечают значительную вариабельность показателей от 2,5 до 56, что, по их мнению, может зависеть от размеров опухоли, варианта ее роста и выраженности некротических изменений в ней [10].

В.Е. Гаждонова и соавт. (2014) утверждают, что включение эластографии в комплексное ультразвуковое исследование значительно повышает его информативность в диагностике рака эндометрия, при этом чувствительность метода составила 87,8 %, специфичность – 86,9 % [11].

В исследовании О.А. Бакай и соавт., включавшем 87 пациенток с патологией шейки матки, показано, что при эластографии чувствительность метода при инвазии опухоли в параметральную клетчатку составила 91,4 %, специфичность – 96,2 %, точность – 93,5 %, при инвазии в стенки влагалища – 83,3; 88,4 и 85,4 % соответственно, а при переходе на тело матки – 85,3; 95,2 и 88,7 % соответственно [12].

В зарубежных источниках также приводятся данные о высокой информативности эластографии и эластометрии. В исследовании R. Lu и соавт. (2014), посвященном возможностям эластометрии в дифференциальной диагностике злокачественных новообразований шейки матки, показано, что коэффициент жесткости (КЖ) варьировал в пределах 4,85–8,91, а чувствительность, специфичность и информативность составили 90,9; 90 и 90,5 % соответственно [13].

По данным F. Mabuchi и соавт. (2015), КЖ в опухолевой ткани значительно выше, чем в неизменной, и в среднем составил 3,4. При этом после проведенной лучевой терапии отмечено снижение КЖ до 1, в то время как при наличии остаточной опухоли его значение не изменялось [14].

Несмотря на то что отдельные исследования указывают на эффективность современных диагностических технологий, существует потребность формирования алгоритма использования новых ультразвуковых методик для достижения оптимального результата при оценке эффективности проводимой терапии РШМ и выявления ранних признаков прогрессирования заболевания.

Цель настоящей работы – изучение возможностей ультразвукового исследования с применением современных технологий при мониторинге эффективности лучевой терапии рака шейки матки.

Материалы и методы

В исследование включено 96 пациенток с диагнозом РШМ, которым проведена сочетанная лучевая или химиолучевая терапия. Выделены 2 группы: 1-ю группу составили 37 (38,6 %) пациенток с прогрессированием РШМ (рецидивы, метастазы и неизлеченность), 2-ю группу – 59 (61,4 %) пациенток,

достигших полного лечебного эффекта от проведенной терапии и находящихся в ремиссии >6 мес.

Возраст пациенток варьировал от 28 до 79 лет, средний возраст составил $47,0 \pm 1,9$ года.

При гистологическом исследовании у пациенток в 47 (48,9 %) случаях диагностирован плоскоклеточный неороговевающий РШМ, в 41 (41,9 %) – плоскоклеточный ороговевающий, в 5 (5,9 %) – железисто-плоскоклеточный, в 3 (3,1 %) – аденокарцинома.

Пациентки распределены по стадиям заболевания согласно международным классификациям TNM (2012 г.) и FIGO (2009 г.). В обеих группах наиболее часто установлена T3b (IIb) стадия РШМ.

Преобладающее большинство ($n = 86$ (87,1 %)) пациенток получили первичное лечение в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, остальные 10 (12,9 %) – по месту жительства. Варианты проведенной лучевой терапии представлены в табл. 1.

В обеих группах с примерно одинаковой частотой проведены как сочетанная лучевая терапия, так и химиолучевое лечение (см. табл. 1).

Оценку ответа опухоли на лучевое и химиолучевое лечение проводили по критериям эффективности терапии солидных опухолей по шкале RECIST (Response Evaluation Criteria in Solid Tumors) v. 1.1, пересмотренной и дополненной в 2009 г. (V. Persijn и соавт.):

- полная ремиссия – исчезновение всех очагов за срок не менее 4 нед при отсутствии новых;
- частичный ответ – уменьшение очагов на 30 % и более (положительная динамика) за срок не менее 4 нед при условии отсутствия признаков появления новых метастазов;
- стабилизация – не определяется уменьшение очагов или увеличение, которое можно оценить как прогрессирование;

Таблица 1. Распределение пациенток с диагнозом «рак шейки матки» в зависимости от варианта проведенного лечения ($n = 96$)

Table 1. Distribution of patients diagnosed with cervical cancer according to their treatment ($n = 96$)

Вариант лечения Treatment	1-я группа ($n = 37$) Group 1 ($n = 37$)	2-я группа ($n = 59$) Group 2 ($n = 59$)
Сочетанная лучевая терапия, n (%) Combination radiotherapy, n (%)	16 (43,9)	27 (45,8)
Химиолучевая терапия, n (%) Chemoradiotherapy, n (%)	21 (56,1)	31 (54,2)

- прогрессирование – увеличение на 20 % прежних очагов или появление новых.

Обследование пациенток с целью оценки эффективности проведенной терапии выполняли в сроках 1 мес, 3 мес, 6 мес, 1 год, 1,5 года, 2 года и более лет после первичного лечения.

Ультразвуковое исследование проводили на аппаратах Siemens S2000, Toshiba Aplio, Hitachi Ascendus, Hitachi Arietta V70 с программным обеспечением для проведения эластографии и эластометрии, цветного энергетического доплеровского картирования и режима контрастного усиления.

Стандартное ультразвуковое исследование в серошкальном режиме дополнено эластографией у 75 (78,1 %) пациенток, поскольку в исследование включены как ретроспективные наблюдения, так и проспективные. КЖ определяли в 44 (45 %) наблюдениях, что связано с использованием ретроспективных данных, где описанные выше измерения не были проведены. В 8 (5,4 %) случаях оценена скорость сдвиговой волны в поверхностно расположенных лимфатических узлах.

Результаты и обсуждение

Нами проанализированы результаты комплексного ультразвукового исследования 96 пациенток с диагнозом РШМ, из которых в процессе динамического наблюдения с целью оценки эффективности лучевой и химиолучевой терапии прогрессирование заболевания выявлено в 37 (38,1 %) случаях. В 59 (59,1 %) наблюдениях достигнут полный лечебный эффект.

Сопоставлены результаты комплексного ультразвукового исследования в 2 группах; 1-я группа включала 37 (37,1 %) пациенток с прогрессированием РШМ, 2-я группа включала 59 (59,1 %) больных, достигших полного лечебного эффекта и находящихся в ремиссии более 6 месяцев.

В 1-й группе в 19 (51,3 %) наблюдениях после проведенной лучевой терапии диагностированы метастазы в забрюшинных лимфатических узлах (регионарные и локорегионарные метастазы) (табл. 2).

Для оценки эффективности проводимого лечения РШМ в 1-й группе проанализированы в динамике следующие ультразвуковые параметры: толщина, длина шейки матки, форма и контуры стромального кольца, дифференцировка цервикального канала, характер васкуляризации и показатели сосудистого сопротивления. При повторных исследованиях в режиме эластографии оценивали изменение цветового картирования и цифровых показателей жесткости структуры шейки матки в сравнении с неизменным миометрием.

Во 2-й группе больных, у которых лечение было эффективно ($n = 59$ (60,1 %)), отмечена статистически значимая нормализация ультразвукового изображения

Таблица 2. Распределение пациенток 1-й группы в зависимости от локализации рецидивов и метастазов ($n = 37$)
Table 2. Distribution of patients from Group 1 according to the location of relapses and metastases ($n = 37$)

Локализация рецидивов и метастазов Location of relapses and metastases	Число пациенток, n (%) Number of patients, n (%)
Локальные рецидивы Local relapses	8 (23,3)
Локорегионарные рецидивы Locoregional relapses	2 (2,5)
Регионарные метастазы Regional metastases	15 (37,5)
Метастазы в паховых лимфатических узлах Inguinal lymph node metastases	1 (2,5)
Метастазы нижней трети передней стенки влагалища Metastases to the lower third of the anterior vaginal wall	2 (5,2)
Метастазы в печени Liver metastases	5 (12,5)
Метастазы в шейно-надключичных лимфатических узлах Metastases to cervical and supraclavicular lymph nodes	2 (5,2)
Регионарные метастазы и метастазы в паховых лимфатических узлах Regional metastases and inguinal lymph node metastases	1 (2,5)
Регионарные метастазы и метастазы в шейно-надключичных лимфатических узлах Regional metastases and metastases to cervical and supraclavicular lymph nodes	1 (2,5)

шейки матки с последовательным уменьшением толщины и длины шейки матки.

Через 1 мес после окончания лечения в преобладающем числе ($n = 41$ (68,3 %)) наблюдений достигнут частичный эффект, в 4 (7,3 %) – стабилизация, в 14 (23,2 %) – ремиссия. Через 3–6 мес полная ремиссия достигнута в 56 (95 %) наблюдениях, частичный ответ – в 3 (5 %) (табл. 3). При этом статистически значимое уменьшение толщины шейки матки отмечено через 1 год после терапии, и ее

среднее значение составило $1,6 \pm 0,07$ см, длина – $1,8 \pm 0,11$ см. Данные биометрические показатели свидетельствовали о восстановлении анатомической формы шейки матки и расценивались как полный лечебный эффект, что было подтверждено клиническим обследованием.

Вместе с тем во всех наблюдениях с локальными рецидивами отмечено увеличение толщины шейки матки от $2,7 \pm 0,37$ см (рис. 1), длины – от $3,9 \pm 1,06$ см (рис. 2).

Таблица 3. Распределение пациенток 2-й группы в зависимости от достигнутого лечебного эффекта при динамическом наблюдении ($n = 59$)
Table 3. Distribution of patients from Group 2 according to their response to treatment during follow up ($n = 59$)

Лечебный ответ Response to treatment	Число пациентов, n (%) Number of patients, n (%)			
	1 мес 1 month	3 мес 3 months	6 мес 6 months	1 год и более 1 year and later
Полная ремиссия Complete remission	14 (23,2)	50 (83,3)	56 (95,0)	59 (100)
Частичный ответ, Partial response	41 (68,3)	8 (13,2)	3 (5,0)	0
Стабилизация Stabilization	4 (7,3)	1 (2,3)	0	0

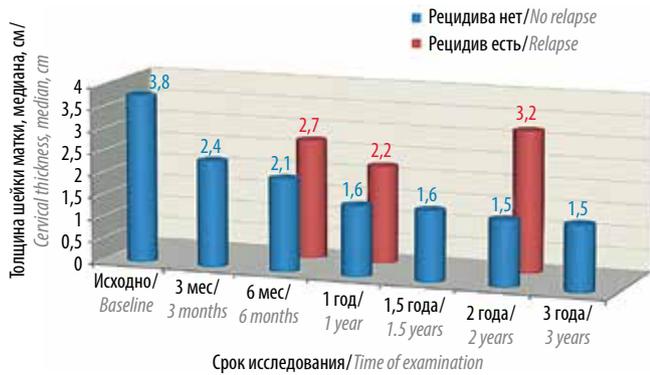


Рис. 1. Динамика толщины шейки матки в группах больных с диагнозом «рак шейки матки» до начала лечения и после проведенной лучевой терапии

Fig. 1. Cervical thickness in patients diagnosed with cervical cancer before treatment and after radiotherapy

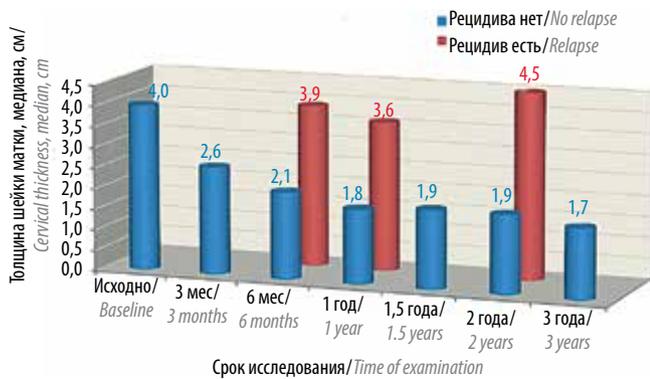


Рис. 2. Динамика длины шейки матки в группах больных с диагнозом «рак шейки матки» до начала лечения и после проведенной лучевой терапии

Fig. 2. Cervical length in patients diagnosed with cervical cancer before treatment and after radiotherapy

Применение цветового доплеровского картирования и измерение показателей сосудистого сопротивления в оценке эффективности проведенного лечения позволило выявить следующие особенности: если до начала лечения у всех пациенток регистрировались гиперваскуляризация и повышение максимальной систолической скорости максимально до 22,7 см/с, то через 3–6 мес после окончания лечения отмечалось статистически значимое снижение васкуляризации (единичные локусы), а через 1 год в большинстве ($n = 50$ (91,5 %)) наблюдений шейка матки была аваскулярна, в 9 (7,5 %) наблюдениях определялись единичные сосудистые локусы в строме шейки матки. Аналогичная тенденция отмечена и при измерении максимальной систолической скорости: через 6 мес после окончания лечения она почти в 2 раза меньше, чем исходный показатель, а ее стабилизация достигнута через 1 год после лечения, и ее значение составляет $10,5 \pm 0,56$ см/с.

Для группы пациенток с прогрессированием заболевания статистически значимо наличие гиперва-

скуляризации диффузного или локального характера в строме шейки матки. Вместе с тем при анализе показателей сосудистого сопротивления у этой категории больных достоверно отмечено повышение максимальной систолической скорости до $23,8 \pm 4,95$ см/с.

Сопоставлены результаты качественной и количественной эластографии, а также скорость сдвиговой волны в 2 группах: 1-я группа – 37 (38,5 %) пациенток с прогрессированием РШМ, 2-я группа – 59 (60,1 %) больных, достигших полного лечебного эффекта и находящихся в ремиссии >6 мес.

Суммарно удовлетворительные результаты качественной эластографии в группах получены у 75 (78,1 %) пациенток.

В процессе лечения во 2-й группе число пациенток с V эластотипом снижается с исходных 100 % до 58,9 % ($p = 0,029$) к 6-му месяцу после окончания лечения. К 1-му году после окончания лечения во 2-й группе отмечен IV эластотип у 55,9 % больных, в то время как в 1-й группе у 87,5 % больных отмечен V эластотип. Важно подчеркнуть, что характерным признаком эффективного лечения является IV эластотип с равномерным картированием стромы шейки матки и миометрия.

Число пациенток с V эластотипом в 1-й группе на сроке 6 мес в 2 раза превышает число пациенток с таким же эластотипом во 2-й группе.

При оценке КЖ проанализированы цифровые показатели между опухолевой тканью шейки матки, миометрием и прилежащей клетчаткой при первичном исследовании и при динамическом контроле. По нашим данным, целесообразно проводить сравнительную оценку между показателями для шейки матки и миометрия, поскольку в течение всего периода наблюдения данной категории больных ткань миометрия по плотности и жесткости остается более стабильной, в отличие от клетчатки, которая в значительной степени подвержена постлучевым изменениям, а также зависит от индивидуальных особенностей пациенток (табл. 4).

КЖ в неизменной шейке матки и миометрии не отличается и варьирует в диапазоне от 0,6 до 1,7, но при наличии опухоли в шейке матки увеличивается в 4–5 раз и среднее его значение достигает $5,9 \pm 0,76$. Следует отметить, что в контрольной группе при получении IV эластотипа, что обусловлено постлучевым уплотнением ткани, КЖ в неизменной шейке матки и миометрии не превышал 1,7, что свидетельствовало об одинаковой жесткости измеряемых тканей.

В 8 (5,6 %) наблюдениях проведено измерение скорости сдвиговой волны в метастатически измененных поверхностных лимфатических узлах, за референсную зону взяты прилежащая клетчатка и гиперплазированные лимфатические узлы с сохраненным

Таблица 4. Значения коэффициента жесткости

Table 4. Strain ratios

Локализация измерения Site of measurement	Медиана Median	Минимум Minimum	Максимум Maximum	Погрешность Standard error
Миометрий Myometrium	1,20	0,70	1,50	0,32
Неизменная шейка матки Intact cervix	1,10	0,60	1,70	0,21
Опухоль шейки матки Cervical tumor	5,90	3,05	9,80	0,76
Клетчатка Cellular tissue	2,70	1,50	3,10	0,87

Таблица 5. Значения скорости сдвиговой волны, м/с

Table 5. Shear wave velocity, m/s

Локализация измерения Site of measurement	Медиана Median	Минимум Minimum	Максимум Maximum	Погрешность Standard error
Метастазы в лимфатические узлы Metastases to lymph nodes	2,9	2,8	3,1	0,24
Прилежащая клетчатка Adjacent cellular tissue	1,2	0,9	1,5	0,05
Гиперплазированные лимфатические узлы Hyperplastic lymph nodes	1,3	0,8	1,6	0,12

анатомическим делением на слои, но с утолщенным корковым слоем. Значения скорости сдвиговой волны в анализируемых лимфатических узлах представлены в табл. 5.

Скорость сдвиговой волны в гиперплазированных лимфатических узлах и прилежащей клетчатке не отличается, в то время как в метастатически измененных лимфатических узлах она в 2 раза выше, а среднее ее значение составляет $2,9 \pm 0,24$ м/с.

Выводы

Установлено, что локальные рецидивы РШМ после химиолучевой терапии статистически значимо чаще диагностированы при толщине шейки матки $>2,7 \pm 0,45$ см и длине $>3,9 \pm 1,06$ см на сроке 6 мес от окончания лечения.

Статистически значимыми ультразвуковыми признаками положительной динамики через 6 мес после завершения сочетанной лучевой или химиолучевой

терапии при РШМ являются уменьшение толщины, длины шейки матки в 2 раза по сравнению с исходными данными, отсутствие гиперваскуляризации, снижение максимальной систолической скорости в маточных сосудах, IV эластотип, снижение КЖ до 1,1.

Полному лечебному эффекту после завершения химиолучевой терапии РШМ через 6–12 мес статистически значимо соответствуют толщина шейки матки $2,2 \pm 0,08$ см, длина $1,8 \pm 0,04$ см, визуализация неизменной анатомической структуры (округлая форма в поперечной плоскости, с ровными контурами), восстановление цервикального канала и прослеживание его на всем протяжении, нормализация показателей сосудистого сопротивления в маточных сосудах: снижение максимальной систолической скорости до 8,1–10,9 см/с, отсутствие гиперваскуляризации, изогиперэхогенная структура с фокусами фиброза, IV и II эластотипы, КЖ в диапазоне 0,9–1,2.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Давыдов М.И., Аксель Е.М. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2012 г. М.: Издательская группа РОНЦ, 2014. 226 с. [Davydov M.I., Aksel E.M. Statistics of malignant tumors in Russia and CIS countries in 2012. Moscow: N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, 2014. 226 p. (In Russ.)].
2. Состояние онкологической помощи населению России в 2016 году. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. С. 236. [Situation with cancer care in Russia and CIS countries in 2016. Ed. by A.D. Kaprin, V.V. Starinskiy, G.V. Petrova. Moscow: P. Herzen Moscow Oncology Research Institute – a branch of the National Medical Research Center of Radiology, Ministry of Health of Russia, 2017. P. 236. (In Russ.)].
3. Петрова Г.В. Рак шейки матки. Динамика основных статистических показателей. Первый национальный конгресс «Онкология репродуктивных органов: от профилактики и раннего выявления к эффективному лечению». 19–21 мая 2016 г., Москва. [Petrova G.V. Cervical cancer: epidemiological dynamics. First National Congress “Reproductive system cancer: from prevention and early detection to effective treatment”. 19–21 May 2016, Moscow. (In Russ.)].
4. Козаченко В.П. Клиническая онкогинекология. М.: БИНОМ, 2016. С. 137–139. [Kozachenko V.P. Clinical gynecologic oncology. Moscow: Binom, 2016. Pp. 137–139. (In Russ.)].
5. Прилепская В.Н. Профилактика рака шейки матки: методы ранней диагностики и новые скрининговые технологии. Гинекология 2007;9(1):45. [Prilepskaya V.N. Prevention of cervical cancer: methods of early diagnosis and new screening technologies. Ginekologiya = Gynecology 2007;9(1):45. (In Russ.)].
6. Kim T.H., Kim M.H., Kim B.J. et al. Prognostic importance of the site of recurrence in patients with metastatic recurrent cervical cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2017;98(5):1124–31. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2017.03.029.
7. Kiss M.Z., Hobson M.A., Varghese T. et al. Frequency dependent complex modulus of the uterus: preliminary results. Phys Med Biol 2006;51(15):3683–95.
8. Зубарев А.В., Гажонова В.Е. Эластография – новый метод поиска рака различных локализаций. Радиология и практика 2008;6:618. [Zubarev A.V., Gazhonova V.E. Elastography: a new method for detecting cancer of various localizations. Radiologiya i praktika = Radiology and Practice 2008;6:618. (In Russ.)].
9. Чуркина С.О. Возможности соноэластографии в гинекологии. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. 27 с. [Churkina S.O. Sonoelastography in gynecology. Summary of thesis ... of candidate of medical sciences. Moscow, 2011. 27 p. (In Russ.)].
10. Баринаева Е.В., Чекалова М.А., Панниченко И.В. Применение соноэластографии как уточняющего метода в диагностике рака шейки матки. Российский электронный журнал лучевой диагностики 2014;170–1. [Barinova E.V., Chekalova M.A., Panichenko I.V. Sonoelastography: a confirmatory diagnostic method for cervical cancer. Rossiyskiy elektronniy zhurnal luchevoy diagnostiki = Russian Electronic Journal of Radiology 2014; 170–1. (In Russ.)].
11. Гажонова В.Е., Белозерова И.С., Воронцова Н.А. Соноэластография в диагностике рака эндометрия. Акушерство и гинекология 2014;1:54. [Gazhonova V.E., Belozerova I.S., Vorontsova N.A. Sonoelastography in the diagnosis of endometrial cancer. Akusherstvo i ginekologiya = Obstetrics and Gynecology 2014;1:54. (In Russ.)].
12. Bakay O.A., Golovko T.S. Use of elastography for cervical cancer. Exp Oncol 2015;37(2):139–45.
13. Lu R., Xiao Y., Liu M. et al. Ultrasound elastography in the differential diagnosis of benign and malignant cervical lesions. J Ultrasound Med 2014;33(4):667–71. DOI: 10.7863/ultra.33.4.667.
14. Mabuchi S., Sasano T., Kurado H. et al. Real-time tissue sonoelastography for early response monitoring in cervical cancer patients treated with definitive chemoradiotherapy: preliminary results. J Med Ultrasound 2015;42(3):379–85. DOI: 10.1007/s10396-015-0616-6.

Вклад авторов

М.А. Чекалова, В.С. Кряжева: разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

Authors' contributions

M.A. Chekalova, V.S. Kryazheva: developing research design, obtaining data for analysis, analysis of obtained data, review of publications, article writing.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Статья поступила: 29.12.2018. Принята к публикации: 11.03.2019.

Article received: 29.12.2018. Accepted for publication: 11.03.2019.