

ОНКОЛОГИЯ, ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ/ONCOLOGY, RADIATION THERAPY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87> EDN: RZOCZX**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ 2D- И 3D-ПЛАНИРОВАНИЯ ВНУТРИПОЛОСТНОЙ БРАХИТЕРАПИИ ПРИ ХИМИОЛУЧЕВОМ ЛЕЧЕНИИ МЕСТНОРАСПРОСТРАНЕННОГО РАКА ШЕЙКИ МАТКИ**

Научная статья

Кравец О.А.^{1,*}, Курманова А.А.²¹ORCID : 0000-0002-3347-5278;²ORCID : 0009-0009-6568-1402;¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация² Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии, Алматы, Казахстан

* Корреспондирующий автор (kravetz_olga[at]mail.ru)

Предложена: 22.06.2026; Принята: 20.08.2026; Опубликовано: 17.09.2026

Аннотация

Цель исследования. Провести сравнительную оценку клинической эффективности и безопасности применения двухмерной (2D) и трехмерной (3D) внутрисполостной брахитерапии в составе первичной химиолучевой терапии больных местнораспространенным РШМ по показателям локального контроля, общей и бессобытийной выживаемости, а также частоте лучевых осложнений.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов химиолучевого лечения 100 больных местнораспространенным раком шейки матки II–III стадий, получавших лечение в 2014–2022 гг. Пациентки были разделены на две группы в зависимости от методики планирования брахитерапии: в 1-й группе применяли HDR-брахитерапию с трехмерным (3D) планированием, во 2-й — с двухмерным (2D) планированием. В обеих группах проводили конформную дистанционную лучевую терапию в сочетании с еженедельным введением цисплатина (40 мг/м²). Оценивали общую и бессобытийную выживаемость, локальный контроль и частоту лучевых осложнений.

Результаты. Применение 3D-брахитерапии сопровождалось статистически значимым улучшением четырехлетней общей (80,0±4,1% против 64,5±3,1%; $p=0,001$) и бессобытийной выживаемости (79,2±4,1% против 47,1±2,8%; $p=0,002$), а также локального контроля (98,0±3,8% против 72,0±4,2%; $p=0,031$) по сравнению с 2D-брахитерапией. Общая частота поздних лучевых осложнений в группах не различалась, при этом применение 3D-планирования сопровождалось снижением частоты лучевых энтероколитов (2% против 16%; $p=0,031$).

Закключение. Использование 3D-планирования внутрисполостной брахитерапии в составе химиолучевой терапии местнораспространенного РШМ позволяет повысить показатели общей и бессобытийной выживаемости, улучшить локальный контроль заболевания без увеличения частоты тяжелых лучевых осложнений.

Ключевые слова: рак шейки матки, химиолучевая терапия, HDR-брахитерапия, трехмерное планирование, локальный контроль, общая выживаемость, бессобытийная выживаемость, лучевые осложнения.

A COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF 2D AND 3D PLANNING IN INTRACAVITARY BRACHYTHERAPY FOR THE CHEMORADIATION OF LOCALLY ADVANCED CERVICAL CANCER

Research article

Kravets O.A.^{1,*}, Kurmanova A.A.²¹ORCID : 0000-0002-3347-5278;²ORCID : 0009-0009-6568-1402;¹N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation²Kazakh Research Institute of Oncology and Radiology, Almaty, Kazakhstan

* Corresponding author (kravetz_olga[at]mail.ru)

Suggested: 22.06.2026; Accepted: 20.08.2026; Published: 17.09.2026

Abstract

Research objective. To conduct a comparative assessment of the clinical efficacy and safety of two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) intracavitary brachytherapy as part of primary chemoradiotherapy in patients with locally advanced cervical cancer, based on indicators of local control, overall and event-free survival, as well as the incidence of radiation-related complications.

Materials and methods. A retrospective analysis was conducted of the outcomes of chemoradiotherapy in 100 patients with locally advanced stage II–III cervical cancer who were treated between 2014 and 2022. The patients were divided into two groups according to the brachytherapy planning technique: in group 1, HDR brachytherapy with three-dimensional (3D) planning was used, and in group 2, with two-dimensional (2D) planning. In both groups, conformal external beam radiotherapy was administered in combination with weekly cisplatin (40 mg/m²). Overall and event-free survival, local control and the incidence of radiation-related complications were evaluated.

Results. The use of 3D brachytherapy was associated with a statistically significant improvement in four-year overall survival ($80.0 \pm 4.1\%$ versus $64.5 \pm 3.1\%$; $p=0.001$) and event-free survival ($79.2 \pm 4.1\%$ versus $47.1 \pm 2.8\%$; $p=0.002$), as well as local control ($98.0 \pm 3.8\%$ versus $72.0 \pm 4.2\%$; $p=0.031$) compared with 2D brachytherapy. The overall incidence of late radiation complications did not differ between the groups; however, the use of 3D planning was associated with a reduction in the incidence of radiation enterocolitis (2% versus 16%; $p=0.031$).

Conclusion. The use of 3D planning for intracavitary brachytherapy as part of chemoradiotherapy for locally advanced cervical cancer improves overall and event-free survival rates and enhances local disease control without increasing the incidence of severe radiation-related complications.

Keywords: cervical cancer, chemoradiation, HDR brachytherapy, three-dimensional treatment planning, local control, overall survival, event-free survival, radiation-related complications.

Введение

Стандартным методом лечения местнораспространенного рака шейки матки (РШМ) является сочетанная лучевая терапия, включающая дистанционное облучение органов малого таза и зон регионарного метастазирования с последующей брахитерапией, выполняемая одновременно с химиотерапией препаратами платины.

Несмотря на совершенствование технологий дистанционной лучевой терапии, попытки заменить этап брахитерапии методами внешнего облучения, в том числе интенсивно-модулированной лучевой терапией (IMRT), привели к ухудшению результатов лечения и снижению общей выживаемости на 12%, в связи с чем брахитерапия остается обязательным компонентом радикальной химиолучевой терапии и одним из основных факторов достижения локального контроля опухоли [1].

На протяжении многих десятилетий брахитерапия выполнялась под контролем двухмерных ортогональных рентгенографических снимков (2D) с предписанием дозы в точку А. Такой подход обеспечивал стандартизированное распределение дозы, однако не учитывал индивидуальные анатомические особенности пациенток, размеры и конфигурацию опухоли, а также пространственное расположение критических органов относительно аппликатора [2]. Использование двухмерного планирования при местнораспространенном РШМ ограничивает возможности оптимизации дозового распределения, особенно при больших или асимметричных опухолях.

Развитие методов визуализации и внедрение компьютерной (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) позволили перейти к трехмерной брахитерапии (3D) под визуальным контролем (Image-Guided Brachytherapy, IGBT), основанной на индивидуальном оконтуривании опухоли и органов риска с последующей оптимизацией дозового распределения [3], [4].

Ключевым этапом развития данной технологии стали результаты международного проспективного исследования EMBRACE-I. Применение МРТ-ориентированной адаптивной брахитерапии позволило достичь 5-летнего локального контроля 92% и общей выживаемости 74% при приемлемой частоте поздних лучевых осложнений со стороны мочеполовой системы 6,8% (95% ДИ 5,4–8,6), желудочно-кишечного тракта — 8,5% (6,9–10,6), влагалища — 5,7% (4,3–7,6), свищи — 3,2% (2,2–4,5) [5]. Результаты подтвердили тенденцию к улучшению клинических исходов по сравнению с предыдущим отчетом ретро-исследования EMBRACE, в котором 5-летняя общая выживаемость составила 65% [7]. Полученные результаты многоцентрового исследования подтвердили высокую эффективность объемно-ориентированной брахитерапии и легли в основу современных подходов к лечению больных местнораспространенным РШМ.

В 2022 г. Hande и соавт. представили метаанализ, посвященный сравнению клинических результатов двухмерной и трехмерной брахитерапии. Авторы показали, что переход к объемно-ориентированному планированию сопровождается статистически значимым увеличением 3х-летней безрецидивной выживаемости (79% против 67%; $p=0,001$) и локального контроля (92% против 86%; $p=0,01$). При этом различий в частоте поздней желудочно-кишечной (3% против 4%; $p=0,76$) и мочеполовой (3% против 3%; $p=0,45$) токсичности III степени и выше выявлено не было [6].

Систематический обзор и метаанализ Suzumura E.A. и соавт. в 2021г. о влиянии 3D брахитерапии на клинические результаты в лечении РШМ по сравнению с 2D брахитерапией, показал, что общая выживаемость и локальный контроль демонстрируют снижение риска на 22% (HR 0.78; 95% ДИ 0.62–0.98) и 23% (HR 0.77; 95% ДИ 0.59–0.99), соответственно. Показатели безрецидивной выживаемости также улучшаются, преимущественно за счет снижения частоты рецидивов в малом тазу. Кроме того, использование 3D брахитерапии приводит к достоверному снижению частоты тяжелых (3–4 степени) общих и желудочно-кишечных токсических реакций [8].

В ретроспективном исследовании Faуe и соавт. статистически значимых различий между 2D- и 3D-брахитерапией по показателям локорегионарного контроля (92,0% против 87,3%), безрецидивной (61,7% против 63,7%) и общей выживаемости (73,6% против 70,8%) не выявлено. Частота тяжелых лучевых осложнений также была сопоставимой в обеих группах [9].

Дозиметрическое исследование Rep и соавт. показало, что применение трехмерного МРТ-ориентированного планирования обеспечивает статистически значимое увеличение покрытия объема высокого риска (D90 HR-CTV) при одновременном снижении дозовой нагрузки на мочевой пузырь, прямую и сигмовидную кишку по сравнению с традиционным планированием по точке А [10].

Таким образом, накопленные клинические и дозиметрические данные свидетельствуют о том, что внедрение трехмерной адаптивной брахитерапии позволяет повысить качество лучевого лечения без увеличения частоты тяжелых поздних осложнений.

Несмотря на убедительные результаты международных исследований, большинство опубликованных данных получено в специализированных зарубежных центрах с широким использованием МРТ-ориентированной адаптивной брахитерапии. Проведение современной адаптивной брахитерапии требует высококвалифицированной мультидисциплинарной команды, специального оборудования и большого практического опыта. В отечественной

литературе сравнительная оценка клинической эффективности традиционной двухмерной и современной трехмерной внутрисполостной брахитерапии остается ограниченной, что определяет актуальность настоящего исследования.

Цель исследования — провести сравнительную оценку клинической эффективности и безопасности применения двухмерной (2D) и трехмерной (3D) внутрисполостной брахитерапии в составе первичной химиолучевой терапии больных местнораспространенным раком шейки матки.

Методы и принципы исследования

Работа выполнена за период 2014–2022 гг. на базе Института Ядерной медицины АО Медицина, Москва и Казахского научно-исследовательского института онкологии и радиологии (КазНИИОнР). Проанализирован проспективный и ретроспективный клинический материал двух учреждений.

Проведена оценка клинических результатов лечения 100 больных местнораспространенным РШМ.

Всем больным проводился курс конформной лучевой терапии в комбинации с цисплатином 40 мг/м² в еженедельном режиме 5-6 введений с последующей внутрисполостной брахитерапией High Dose Rate (HDR) с использованием источника иридий-192 под контролем трехмерных изображений КТ (3D) или под контролем рентгеновских изображений в двух проекциях (2D).

Дизайн исследования

Пациентки были распределены на две группы в зависимости от методики брахитерапии:

1 группа — 50 больных РШМ, которым проводилась конформная дистанционная лучевая терапия малого таза и зон регионарного метастазирования с еженедельным введением цисплатина 40 мг/м² 5-6 введений и внутрисполостной 3D брахитерапией с источником ¹⁹²Ir;

2 группа — 50 больных РШМ, которым проводилась конформная дистанционная лучевая терапия малого таза и зон регионарного метастазирования с еженедельным введением цисплатина 40 мг/м² 5-6 введений и внутрисполостной 2D брахитерапией с источником ¹⁹²Ir.

Характеристика больных

Проведен анализ основных характеристик по представленным группам больных по ряду клинических параметров: возрастной категории, степени распространения опухолевого процесса, гистологической структуре (см. табл. 1).

Таблица 1 - Характеристика больных РШМ по группам

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.1>

	1 группа (2021 – 2022 гг.)	2 группа (2014 – 2020 гг.)	p - значение
Количество больных	50	50	
Возраст (лет)	51 (32 – 70)	53 (30 – 77)	p=0,44
Стадия			
T2a	2 (4,0±2,7%)	1(2,0±1,0%)	p>0,05
T2b	34 (68,0±6,1%)	36(72,0±6,0%)	
T3a	-	1(2,0±1,0%)	
T3b	14 (28,0±6,4)	12(24,0±6,0%)	
FIGO 2018			
IIA	1 (2,0±1,0%)	1 (2,0±1,0%)	—
IIB	24 (48 ± 5,0%)	36 (72,0±6,0%)	
IIIA	-	1 (2,0±1,0%)	
IIIB	7 (14,0±5,2%)	2 (4,0±2,7%)	
IIIC	18 (36,0 % ±6,7 %)	11 (22,0±5,9%)	
Гистологическая структура			
Плоскоклеточный/аденокарцинома	48 (96,0±4,1%)/2 (4,0±2,7%)	48 (96,0±4,1%)/2(4,0±2,7%)	p>0,05
Первичный размер опухоли <4 см / > 4 см	14(28,0±6,4%)/36(72,0±6,0%)	13(26,0±6,2%)/37(74,0±6,0%)	p>0,05
Метастазы в подвздошные лимфатические узлы Да/нет	16 (32,0±6,8%) /32 (64,0±6,3%)	11 (22,0±5,9%) /39(78,0±6,1%)	p>0,05
Метастазы в парааортальные лимфатические узлы Да/нет	2 (4,0±2,7%)/48 (96,0±4,1%)	—	—
Среднее общее время лечения	56,5 дней	50,1 дня	—

	1 группа (2021 – 2022 гг.)	2 группа (2014 – 2020 гг.)	p - значение
Количество больных	50	50	
Уретерогидронефроз	–	7 (14,0±5,2%)	–
Химиотерапия: количество введений <5 / 35	11 (22,0±5,9%) / 39 (78,0±6,1%)	34 (68,0±6,1%) / 16 (32,0±6,7%)	p=0,05

Распределение больных по распространенности первичной опухоли показало, что во 2-й группе преобладали пациентки со II стадией заболевания — 37 (72%) против 25 (50%) в 1-й группе, тогда как III стадия чаще встречалась в 1-й группе — 25 (50%) и 14 (28%), соответственно. Метастатическое поражение подвздошных лимфатических узлов выявлено у 16 (32%) больных 1-й группы и у 11 (22%) — 2-й группы. Поражение парааортальных лимфатических узлов отмечено только в 1-й группе — у 2 (4%) пациенток. Во 2-й группе у 7 (14%) больных диагностирован уретерогидронефроз.

В обеих группах преобладали пациентки с размером первичной опухоли более 4 см (36 (72%) и 37 (74%), соответственно, а наиболее частым морфологическим вариантом являлся плоскоклеточный рак.

Полный курс химиотерапии (5–6 введений цисплатина 40 мг/м²) получили 39 (78%) больных 1-й группы. Во 2-й группе у большинства пациенток 34 (68%) выполнено менее пяти введений препарата, преимущественно вследствие наличия уретерогидронефроза.

Продолжительность химиолучевого лечения была сопоставимой и составила 56,5 дня в 1-й группе и 50,1 дня во 2-й.

Таким образом, группы были сопоставимы по возрасту, размеру первичной опухоли и гистологической структуре. Вместе с тем 1-я группа характеризовалась более неблагоприятным прогнозом вследствие более высокой частоты метастатического поражения подвздошных (32% против 22%) и парааортальных (4% против 0%) лимфатических узлов. Во 2-й группе наличие уретерогидронефроза у 14% больных ограничило возможность проведения сопутствующей химиотерапии в полном объеме.

Лучевая терапия больных РШМ начиналась с дистанционного облучения малого таза (основной очаг, параметральная область, зоны регионарного метастазирования) на линейном ускорителе TrueBeam и Halcyon с использованием технологий IMRT/VMAT разовой дозой (РД) 1,8–2 Гр в режиме 5 раз в неделю до суммарной дозы (СД) 45–50,4 Гр. В случаях метастатического поражения подвздошных лимфатических узлов проводился интегрированный буст РД 2,2 Гр до СД 61,6 Гр при проведении лучевой терапии на аппарате Halcyon.

Методические аспекты брахитерапии

Внутриполостная брахитерапия осуществлялась на радиотерапевтическом аппарате ГаммаМед HDR с полной автоматизированной подачей радиоактивного источника (remote afterloading) в двух группах больных.

В первой группе внутриполостная брахитерапия (ВПБ) осуществлялась с трехмерным дозиметрическим планированием и состояло из нескольких этапов:

- контрольное МРТ исследование на момент проведения ВПБ с целью оценки остаточного объема опухоли шейки матки после дистанционного облучения;
- введение эндостатов под общей седацией;
- контроль — визуализация эндостатов с помощью КТ изображений;
- оконтуривание объема-мишени и органов риска по КТ изображениям;
- дозиметрическое планирование;
- реализация плана облучения.

Выбор вида аппликатора проводился индивидуально в каждой клинической ситуации в зависимости от диаметра шейки матки и опухолевой инфильтрации. Применялись соответствующие аппликаторы: маточный эндостат с различными углами наклона по центральной оси 45° и 60° с кольцевым влагалищным аппликатором различного диаметра (26 мм, 30 мм, 34 мм), в сочетании с иглами для проведения внутриполостной/внутриканальной брахитерапии; аппликатор типа Флетчера.

Для каждой пациентки оконтуривались клинический объем высокого риска (HR-CTV) и промежуточного риска (IR-CTV) по КТ изображениям, визуализируемый объем мочевого пузыря, прямой и сигмовидной кишки

Во второй группе применялся один вид аппликатора типа Манчестера.

Топометрическое исследование проводилось в положении больной на хирургическом столе с помощью рентген установки типа С-дуги, аналогичном положению при облучении. Методика получения рентгеновского изображения в ортогональной (взаимно перпендикулярной) реконструкции позволяет выполнить две взаимно перпендикулярные рентгенограммы, имеющие одну точку пересечения (изоцентр), расположенную в зоне интереса

Дозиметрическое планирование в обеих группах выполнялось в системе Eclipse/BrachyVision (Varian Medical Systems, США). В 1-й группе использовали КТ-ориентированное трехмерное планирование с индивидуальной оптимизацией дозового распределения, тогда как во 2-й группе планирование осуществлялось по двухмерной методике на основании ортогональных рентгенограмм с предписанием дозы в точку А.

Режимы фракционирования при 2D-планировании РД в точке А составляла 7 Гр (режим облучения 1 раз в неделю, 4 фракции, суммарно в т. А. 28 Гр; при 3D-планировании — 7 Гр на CTV HR суммарно 28 Гр (в режиме две фракции в день с перерывом 6 часов, 4 фракции за неделю) [11].

Суммарная доза от курса лучевой терапии в среднем составила $78,0 \pm 3,46$ Гр в точке А, $57,6 \pm 1,5$ Гр в точке В и $89,1 \pm 4,08$ Гр по параметру CTV HR D90 ($p < 0,001$).

Схемы применяемых методик лучевой терапии в двух группах больных представлены на рис. 1.

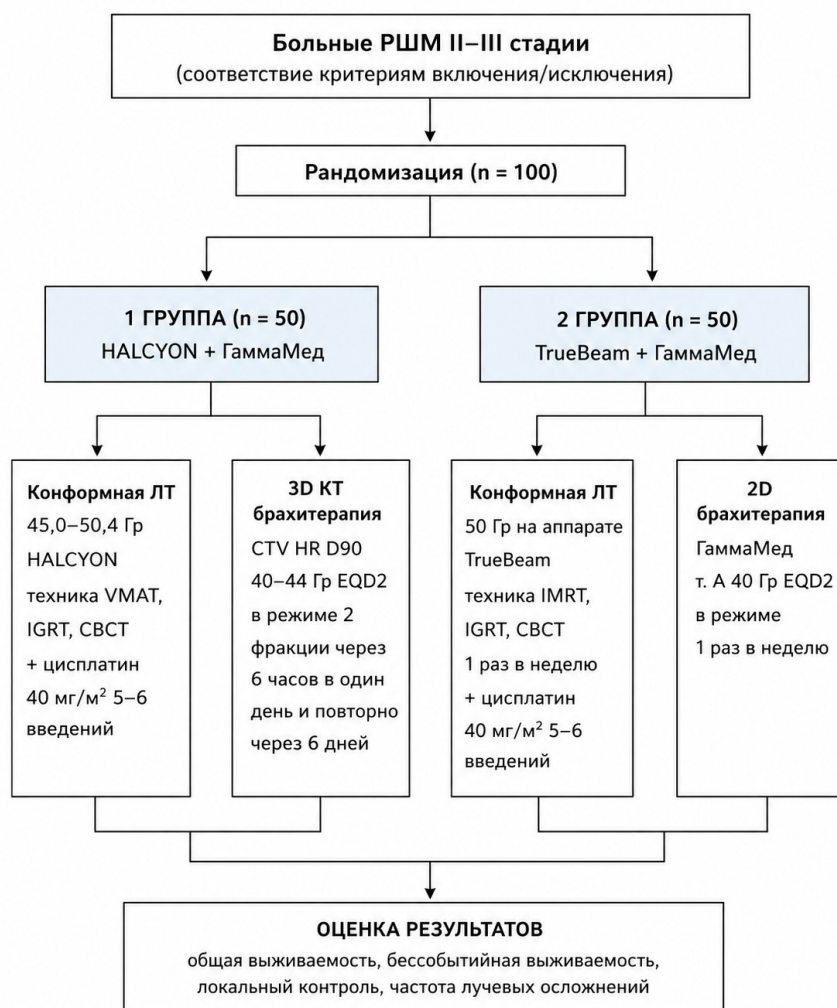


Рисунок 1 - Схема дизайна исследования
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.2>

Статистический анализ

Статистическую обработку данных проводили с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics, версия 21. Количественные данные представлены в виде $M \pm m$ (среднее значение $\pm$ стандартная ошибка среднего). Для сравнения количественных показателей применяли параметрические или непараметрические методы в зависимости от характера распределения данных, для сравнения качественных признаков — критерий χ^2 Пирсона или точный критерий Фишера. Общую (OS) и бессобытийную (EFS) выживаемость оценивали методом Каплана–Майера, различия между группами определяли с использованием log-rank-теста. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Основные результаты

Анализ показателей общей выживаемости больных раком шейки матки выявил статистически значимо лучшие результаты в группе 3D-брахитерапии. Однолетняя общая выживаемость составила 100%, трехлетняя — $90,2 \pm 4,5\%$, четырехлетняя — $80,0 \pm 4,1\%$, тогда как во 2-й группе аналогичные показатели составили $87,9 \pm 4,3\%$, $76,5 \pm 3,6\%$ и $64,5 \pm 3,1\%$ соответственно ($p = 0,001$). За период наблюдения медиана общей выживаемости ни в одной из групп достигнута не была (см. табл. 2).

Таблица 2 - Сравнение общей выживаемости больных РШМ в зависимости от методик лучевой терапии в группах, $p = 0,001$

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.3>

Группа	Сроки наблюдения, %			
	1 год	2 года	3 года	4 года
1 (n = 50)	100	100	$90,2 \pm 4,5$	$80,0 \pm 4,1$
2 (n = 50)	$94,7 \pm 4,9$	$87,9 \pm 4,3$	$76,5 \pm 3,6$	$64,5 \pm 3,1$

Анализ бессобытийной выживаемости также продемонстрировал статистически значимые преимущества 3D-брахитерапии. В 1-й группе однолетняя бессобытийная выживаемость составила $97,8 \pm 5,1\%$, трехлетняя — $79,2 \pm 4,1\%$, при этом к четвертому году наблюдения показатель оставался на прежнем уровне — $79,2 \pm 4,1\%$. Во 2-й группе бессобытийная выживаемость последовательно снижалась с $82,4 \pm 4,1\%$ через 1 год до $54,3 \pm 3,1\%$ через 3 года и $47,1 \pm 2,8\%$ через 4 года. Медиана бессобытийной выживаемости во 2-й группе составила 39,7 месяца. Выявленные различия были статистически значимыми ($p = 0,002$) (см. табл. 3).

Таблица 3 - Сравнение бессобытийной выживаемости больных РШМ по группам, $p = 0,002$

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.4>

Группа	Сроки наблюдения, %				
	1 год	2 год	3 года	4 года	Медиана
1 (n = 50)	$97,8 \pm 5,1$	$92,5 \pm 4,9$	$79,2 \pm 4,1$	$79,2 \pm 4,1$	-
2 (n = 50)	$82,4 \pm 4,1$	$80,0 \pm 3,7$	$54,3 \pm 3,1$	$47,1 \pm 2,8$	39,7 мес.

Сравнительный анализ общей выживаемости у больных раком шейки матки II стадии выявил статистически значимо лучшие результаты в 1-й группе на всех сроках наблюдения. В течение первого года после лечения летальных исходов в 1-й группе не зарегистрировано (100%), тогда как во 2-й группе однолетняя общая выживаемость составила $82,5 \pm 3,9\%$. К третьему и четвертому годам наблюдения показатели общей выживаемости в 1-й группе составили $96,4 \pm 4,9\%$ и $82,5 \pm 3,9\%$ соответственно, тогда как во 2-й группе — $74,8 \pm 3,6\%$ и $64,1 \pm 3,1\%$ ($p = 0,001$) (см. табл. 4).

Таблица 4 - Сравнение общей выживаемости больных РШМ II стадии в зависимости от методик лучевой терапии, $p = 0,001$

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.5>

Группа	6 месяцев	1 год	3 года	4 года	Медиана
1 (n = 25)	100	100	$96,4 \pm 4,9$	$82,5 \pm 3,9$	-
2 (n = 37)	$88,1 \pm 4,3$	$82,5 \pm 3,9$	$74,8 \pm 3,6$	$64,1 \pm 3,1$	-

Анализ бессобытийной выживаемости также продемонстрировал преимущество 3D-брахитерапии. В 1-й группе однолетняя бессобытийная выживаемость составила $92,4 \pm 4,9\%$, трехлетняя и четырехлетняя — $79,1 \pm 4,1\%$. Во 2-й группе данный показатель последовательно снижался с $78,8 \pm 3,8\%$ через 1 год до $54,9 \pm 3,2\%$ через 3 года и $48,3 \pm 2,9\%$

через 4 года. Медиана бессобытийной выживаемости во 2-й группе составила 60,3 месяца. Различия между группами были статистически значимыми ($p=0,002$) (см. табл. 5).

Таблица 5 - Сравнение бессобытийной выживаемости больных РШМ II стадии по группам, $p = 0,002$

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.6>

Группа	6 месяцев	1 год	3 года	4 года	Медиана
1 (n = 25)	96,5±4,9	92,4±4,9	79,1±4,1	79,1±4,1	-
2 (n = 37)	80,2±4,1	78,8±3,8	54,9±3,2	48,3±2,9	60,3 мес.

Анализ общей выживаемости у больных раком шейки матки III стадии показал статистически значимо лучшие результаты в 1-й группе на всех сроках наблюдения. Однолетняя общая выживаемость составила 100%, трехлетняя и четырехлетняя — 96,0±3,9%. Во 2-й группе соответствующие показатели составили 85,7±9,4%, 78,6±11,0% и 64,3±12,8% соответственно ($p=0,001$). За период наблюдения медиана общей выживаемости во 2-й группе достигнута не была (см. табл. 6).

Таблица 6 - Общая выживаемость больных РШМ III стадии в группах, $p = 0,001$

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.7>

Группа	6 месяцев	1 год	3 года	4 года	Медиана
1 (n = 25)	100	100	96,0 ± 3,9	96,0 ± 3,9	-
2 (n = 14)	93,5 ± 4,9	85,7 ± 9,4	78,6 ± 11	64,3 ± 12,8	-

Анализ бессобытийной выживаемости также выявил статистически значимое преимущество 1-й группы. В 1-й группе однолетняя бессобытийная выживаемость составила 88,1±4,9%, трехлетняя и четырехлетняя — 79,5±4,1%. Во 2-й группе данный показатель снижался с 85,4±4,2% через 1 год до 54,9±5,1% через 3 года и 46,3±2,7% через 4 года. Различия между группами были статистически значимыми ($p=0,037$) (см. табл. 7).

Таблица 7 - Сравнение бессобытийной выживаемости больных РШМ III стадии в группах, $p = 0,037$

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.8>

Группа	6 месяцев	1 год	3 года	4 года	Медиана
1 (n = 25)	96,2±5,1	88,1±4,9	79,5±4,1	79,5±4,1	
2 (n = 14)	85,4±4,0	85,4±4,2	54,9±5,1	46,3±2,7	38,1 мес.

Анализируя результаты эффективности лечения по группам отмечено, что во 2-й группе больных выявлен высокий уровень прогрессирования заболевания в сроках наблюдения до 4-х лет: 50% (n=25) больных по сравнению с 1-й группой — 22% (n=11). Из них количество больных с прогрессированием в первичном очаге во 2-й группе составило 24% (n=12) против 1-й — 2% (n=1). Количество выявленных отдаленных метастазов во 2-й группе было выше — 26% (n=13) по сравнению с 1-й — 20% (n=10).

В ходе наблюдения в период от 3 до 6 месяцев (в среднем 4,16 ± 0,44 месяца) после завершения курса лечения продолженный рост опухоли в первичном очаге был зарегистрирован у 10% (n=5) пациентов 2-й группы. В 1-й группе в те же сроки наблюдения случаев локального прогрессирования выявлено не было (рис. 2)

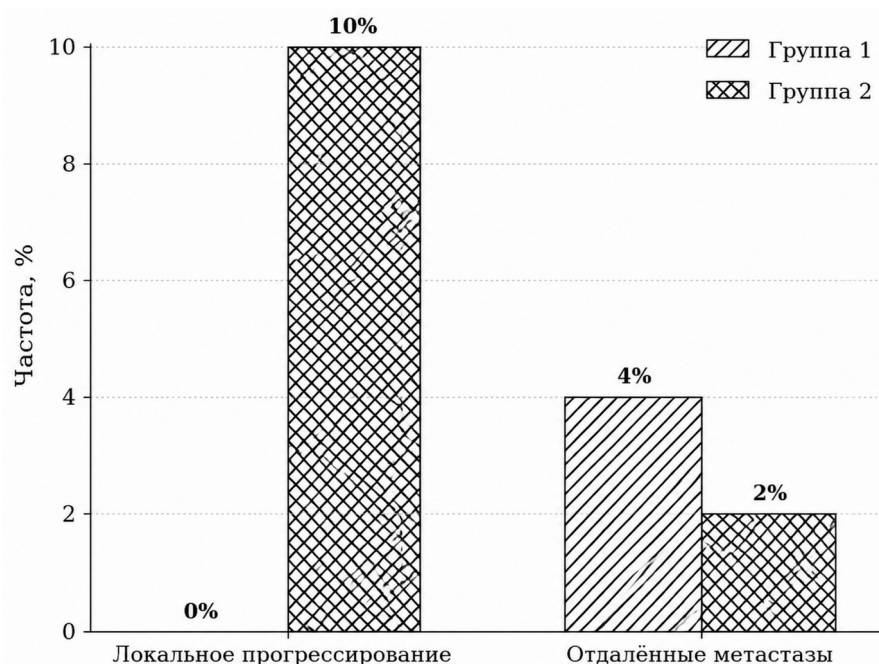


Рисунок 2 - Частота локального прогрессирования и отдалённого метастазирования у пациентов 1-й и 2-й групп в сроки 3–6 месяцев после завершения химиолучевой терапии.

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.9>

Что касается отдаленных метастазов, то в 1-й группе они были диагностированы у 4% (n=2) пациентов (в легкие и парааортальные лимфоузлы) в среднем через $4,41 \pm 0,71$ месяца после лечения. Во 2-й группе отдаленные метастазы (в печень) наблюдались у 2% (n=1) пациентки через 2,9 месяца (рис. 8). 4. Частота локального прогрессирования и отдалённого метастазирования у пациентов 1-й и 2-й групп в сроки 3–6 месяцев после завершения химиолучевой терапии.

Таким образом, анализ случаев прогрессирования в сроках до 6 месяцев наблюдения за больными после химиолучевой терапии и брахитерапии демонстрирует отсутствие выявления местных неудач в случаях применения 3D брахитерапии во 2-й группе больных.

Частота местных рецидивов во 2-й группе отмечена у 14% (n=7) пациентов в среднем через $28,27 \pm 4,13$ месяца после лечения. В 1-й группе был зарегистрирован лишь один случай местного рецидива (2%), который возник через 21,62 месяца.

Отдаленные метастазы были диагностированы у 24% (n=12) пациентов 2-й группы в среднем через $32,11 \pm 5,78$ месяца. В 1-й группе этот показатель составил 16% (n=8) при более раннем развитии — в среднем через $11,01 \pm 2,8$ месяца (p=0,041) (рис. 3).

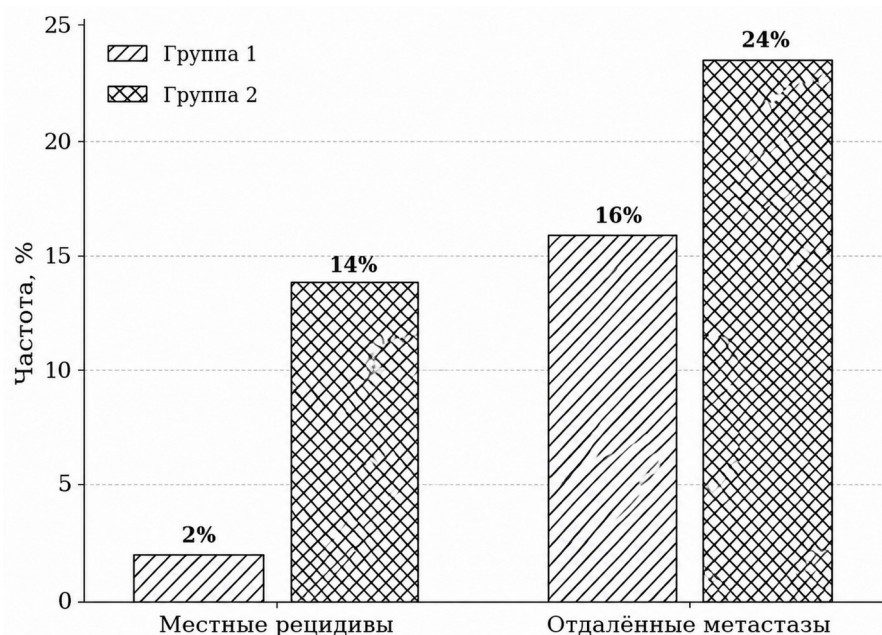


Рисунок 3 - Частота местных рецидивов и отдалённого метастазирования у пациентов 1-й и 2-й групп в отдалённые сроки наблюдения после лечения
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.10>

Примечание: $p = 0,041$

При оценке локального контроля в течение четырёх лет наблюдения показатель в первой группе пациентов ($98,0 \pm 3,8\%$) статистически значимо превышал таковой во второй группе ($72,0 \pm 4,2\%$; $p = 0,03$).

Поздние лучевые осложнения

Частота развития поздних лучевых осложнений в исследуемых группах статистически значимо не различалась. В 1-й группе поздние лучевые осложнения выявлены у 26% (13) пациенток, во 2-й группе — у 40% (20) ($p > 0,05$).

Анализ структуры поздних лучевых осложнений показал, что в обеих группах преобладали поражения мочевого пузыря и прямой кишки, представленные преимущественно лучевыми циститами и ректитами лёгкой и умеренной степени выраженности (G1–G2). В 1-й группе лучевые циститы степени G1 диагностированы у 3 (6%) пациенток, степени G2 — у 1 (2%) больной; во 2-й группе аналогичные показатели составили 3 (6%) и 3 (6%), соответственно. Суммарная частота лучевых циститов составила 8% в 1-й группе и 12% во 2-й группе ($p > 0,05$).

Лучевые ректиты также не имели статистически значимых различий между группами и в основном соответствовали степеням G1–G2. В 1-й группе ректиты степени G1 выявлены у 5 (10%) пациенток, степени G2 — у 2 (4%); во 2-й группе — у 4 (8%) и 3 (6%), соответственно. В каждой из групп зарегистрировано по одному случаю ректита степени G4, что соответствует 2% наблюдений. Суммарная частота лучевых ректитов в обеих группах составила 16% ($p > 0,05$).

В то же время частота развития лучевых энтероколитов была статистически значимо выше во 2-й группе — у 8 (16%) пациенток по сравнению с 1 (2%) пациенткой в 1-й группе ($p = 0,031$). Таким образом, энтероколиты являлись единственным видом поздних лучевых осложнений, по которому были выявлены достоверные различия между группами (см. табл. 8).

Таблица 8 - Проявление поздних лучевых осложнений в группах

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.171.87.11>

Токсичность	Степень	Группа 1 (n=50)		Группа 2 (n=50)	
		кол-во	%	кол-во	%
Цистит	G1	3	6	3	6
	G2	1	2	3	6
Итого		4*	8*	6*	12*
Ректит	G1	5	10	4	8
	G2	2	4	3	6
	G3	0	0	0	0
	G4	1	2	1	2
Итого		8**	16**	8**	16**

Токсичность	Степень	Группа 1 (n=50)		Группа 2 (n=50)	
		кол-во	%	кол-во	%
Энтероколит		1***	2***	8***	16***

Обсуждение

Полученные результаты подтверждают существенное влияние современных технологий брахитерапии на результаты лечения больных местнораспространенным РШМ. В настоящем исследовании применение трехмерного планирования внутриполостной брахитерапии в составе сочетанной химиолучевой терапии сопровождалось улучшением показателей общей и бессобытийной выживаемости, а также повышением частоты локального контроля по сравнению с традиционным двухмерным планированием.

Следует отметить, что основное преимущество объемно-ориентированной брахитерапии связано с возможностью индивидуальной адаптации дозового распределения в зависимости от размеров и конфигурации опухоли, а также анатомических особенностей органов малого таза. В отличие от традиционного подхода с предписанием дозы в точку А, трехмерное планирование позволяет обеспечить адекватное покрытие опухолевого объема терапевтической дозой при одновременном снижении лучевой нагрузки на критические органы. Именно данные особенности, вероятно, обусловили более высокий уровень локального контроля и снижение частоты локорегионарных неудач, выявленные в настоящем исследовании.

Полученные данные согласуются с результатами крупных международных исследований RetroEMBRACE и EMBRACE, продемонстрировавших улучшение локального контроля и выживаемости при использовании МРТ- и КТ-ориентированной адаптивной брахитерапии [5], [7]. По данным указанных исследований, внедрение технологий объемного планирования позволило повысить показатели локального контроля до 90% и более при сохранении приемлемого профиля токсичности. Результаты настоящего исследования подтверждают возможность достижения сопоставимых клинических эффектов в условиях повседневной практики специализированного онкологического учреждения.

Особый интерес представляет анализ лучевой токсичности. Несмотря на применение более интенсивных и технологически сложных методик планирования, увеличение частоты тяжелых поздних лучевых осложнений не отмечено. Напротив, статистически значимое снижение частоты лучевых энтероколитов свидетельствует о более рациональном распределении дозы при использовании трехмерного планирования и лучшей защите органов риска. Полученные результаты подтверждают, что повышение эффективности лечения достигается не за счет увеличения токсичности, а благодаря совершенствованию технологий подведения дозы.

Следует отметить, что настоящее исследование имеет ограничения, связанные с его ретроспективным дизайном и сравнением групп, получавших лечение в различные временные периоды. Это не позволяет полностью исключить влияние совершенствования методов диагностики, сопроводительной терапии и накопления клинического опыта на полученные результаты. Вместе с тем согласованность полученных данных с результатами крупных международных исследований подтверждает воспроизводимость выявленных преимуществ трехмерного планирования в реальной клинической практике.

Настоящее исследование является продолжением многолетней работы по совершенствованию лучевого лечения больных раком шейки матки [12], [13]. Нами были продемонстрированы возможности современных технологий дистанционной лучевой терапии и брахитерапии в улучшении результатов лечения данной категории пациенток. Представленные данные дополняют полученные ранее результаты и подтверждают клиническую значимость перехода от двухмерного к трехмерному планированию внутриполостной брахитерапии в составе сочетанной химиолучевой терапии больных местнораспространенным раком шейки матки.

Заключение

Полученные результаты имеют не только научное, но и практическое значение для развития онкологической службы Республики Казахстан. Последовательное внедрение современных технологий дистанционной лучевой терапии и объемно-ориентированной брахитерапии позволяет повысить эффективность лечения больных местнораспространенным раком шейки матки без увеличения частоты тяжелых лучевых осложнений. Представленные данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего расширения применения технологий трехмерного планирования брахитерапии и их интеграции в рутинную клиническую практику специализированных онкологических центров Казахстана.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Han K. Trends in the utilization of brachytherapy in cervical cancer in the United States / K. Han, M. Milosevic, A. Fyles [et al.] // *Int. J. Radiat Oncol Biol Phys.* — 2013. — Vol. 87. — P. 111–119.
2. Narayan K. Image-guided brachytherapy for cervix cancer: from Manchester to Melbourne / K. Narayan, M. Barkati, S. van Dyk [et al.] // *Expert Rev Anticancer Ther.* — 2010. — Vol. 10. — P. 41–46.
3. Madan R. Comparative evaluation of two-dimensional radiography and three-dimensional computed tomography based dose-volume parameters for high-dose-rate intracavitary brachytherapy of cervical cancer: a prospective study / R. Madan, S. Pathy, Y. Subramani [et al.] // *Asian Pac J Cancer Prev.* — 2014. — Vol. 15, № 11. — P. 4717–4721.
4. Patone H. A dosimetric comparison of two high-dose-rate brachytherapy planning systems in cervix cancer: standardized template planning vs. computerized treatment planning / H. Patone, L. Souhami, W. Parker [et al.] // *Brachytherapy.* — 2008. — Vol. 7, № 3. — P. 254–259.
5. Pötter R. MRI-guided adaptive brachytherapy in locally advanced cervical cancer (EMBRACE-I): a multicenter prospective cohort study / R. Pötter, K. Tanderup, M.P. Schmid [et al.] // *The Lancet Oncology.* — 2021. — Vol. 22, № 4. — P. 538–547. — DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30753-1.
6. Hande V. Point-A vs. volume-based brachytherapy for the treatment of cervix cancer: A meta-analysis / V. Hande, S. Chopra, B. Kalra [et al.] // *Radiotherapy and Oncology.* — 2022. — Vol. 170, № 3. — P. 70–78. — DOI: 10.1016/j.radonc.2022.02.038.
7. Sturdza A. Image guided brachytherapy in locally advanced cervical cancer: Improved pelvic control and survival in RetroEMBRACE, a multicenter cohort study / A. Sturdza, R. Pötter, L.U. Fokdal [et al.] // *Radiother Oncol.* — 2016. — Vol. 120, № 3. — P. 428–433. — DOI: 10.1016/j.radonc.2016.03.011.
8. Suzumura E.A. Effects of 3D image-guided brachytherapy compared to 2D conventional brachytherapy on clinical outcomes in patients with cervical cancer: A systematic review and meta-analyses / E.A. Suzumura, L.M. Gama, B. Jahn [et al.] // *Brachytherapy.* — 2021. — Vol. 20, № 4. — P. 710–737. — DOI: 10.1016/j.brachy.2021.03.004.
9. Faye M.D. Safety and Efficacy of 2D Brachytherapy vs. 3D Image-Guided Adaptive Brachytherapy for Locally Advanced Cervical Cancer-A Single Institution Retrospective Study / M.D. Faye, M. Petrucci Araujo, M.D. Wissing [et al.] // *Curr Oncol.* — 2023. — Vol. 30, № 5. — P. 4966–4978. — DOI: 10.3390/curroncol30050375.
10. Ren J. Dosimetric Comparison between Three-Dimensional Magnetic Resonance Imaging-Guided and Conventional Two-Dimensional Point A-Based Intracavitary Brachytherapy Planning for Cervical Cancer / J. Ren, W. Yuan, R. Wang [et al.] // *PLoS One.* — 2016. — Vol. 11, № 9. — P. e0161932. — DOI: 10.1371/journal.pone.0161932.
11. Патент № 2719902 С1 Российская Федерация, МПК А61Н 5/10. Способ лучевой терапии местнораспространенного рака шейки матки : № 2019105873 : заявл. 01.03.2019 : опубл. 23.04.2020 / О.А. Кравец, А.В. Дубинина, Е.В. Тарачкова [и др.] ; заявитель ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России. — EDN: DCIUDZ.
12. Кравец О.А. Клинические результаты лечения рака шейки матки с учетом различных технологий лучевой терапии / О.А. Кравец, А.А. Курманова, В.Н. Богатырев // *Российский онкологический журнал.* — 2022. — Т. 27, № 5. — С. 229–242. — DOI: 10.17816/onco568572.
13. Кравец О.А. Клинические результаты лучевой и химиолучевой терапии местнораспространенного рака шейки матки / О.А. Кравец, Е.А. Романова, В.А. Горбунова // *Российский онкологический журнал.* — 2020. — Т. 25, № 3. — С. 92–102. — DOI: 10.17816/1028-9984-2020-25-3-92-102.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Han K. Trends in the utilization of brachytherapy in cervical cancer in the United States / K. Han, M. Milosevic, A. Fyles [et al.] // *Int. J. Radiat Oncol Biol Phys.* — 2013. — Vol. 87. — P. 111–119.
2. Narayan K. Image-guided brachytherapy for cervix cancer: from Manchester to Melbourne / K. Narayan, M. Barkati, S. van Dyk [et al.] // *Expert Rev Anticancer Ther.* — 2010. — Vol. 10. — P. 41–46.
3. Madan R. Comparative evaluation of two-dimensional radiography and three-dimensional computed tomography based dose-volume parameters for high-dose-rate intracavitary brachytherapy of cervical cancer: a prospective study / R. Madan, S. Pathy, Y. Subramani [et al.] // *Asian Pac J Cancer Prev.* — 2014. — Vol. 15, № 11. — P. 4717–4721.
4. Patone H. A dosimetric comparison of two high-dose-rate brachytherapy planning systems in cervix cancer: standardized template planning vs. computerized treatment planning / H. Patone, L. Souhami, W. Parker [et al.] // *Brachytherapy.* — 2008. — Vol. 7, № 3. — P. 254–259.
5. Pötter R. MRI-guided adaptive brachytherapy in locally advanced cervical cancer (EMBRACE-I): a multicenter prospective cohort study / R. Pötter, K. Tanderup, M.P. Schmid [et al.] // *The Lancet Oncology.* — 2021. — Vol. 22, № 4. — P. 538–547. — DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30753-1.
6. Hande V. Point-A vs. volume-based brachytherapy for the treatment of cervix cancer: A meta-analysis / V. Hande, S. Chopra, B. Kalra [et al.] // *Radiotherapy and Oncology.* — 2022. — Vol. 170, № 3. — P. 70–78. — DOI: 10.1016/j.radonc.2022.02.038.
7. Sturdza A. Image guided brachytherapy in locally advanced cervical cancer: Improved pelvic control and survival in RetroEMBRACE, a multicenter cohort study / A. Sturdza, R. Pötter, L.U. Fokdal [et al.] // *Radiother Oncol.* — 2016. — Vol. 120, № 3. — P. 428–433. — DOI: 10.1016/j.radonc.2016.03.011.
8. Suzumura E.A. Effects of 3D image-guided brachytherapy compared to 2D conventional brachytherapy on clinical outcomes in patients with cervical cancer: A systematic review and meta-analyses / E.A. Suzumura, L.M. Gama, B. Jahn [et al.] // *Brachytherapy.* — 2021. — Vol. 20, № 4. — P. 710–737. — DOI: 10.1016/j.brachy.2021.03.004.



9. Faye M.D. Safety and Efficacy of 2D Brachytherapy vs. 3D Image-Guided Adaptive Brachytherapy for Locally Advanced Cervical Cancer-A Single Institution Retrospective Study / M.D. Faye, M. Petrucci Araujo, M.D. Wissing [et al.] // *Curr Oncol.* — 2023. — Vol. 30, № 5. — P. 4966–4978. — DOI: 10.3390/curroncol30050375.
10. Ren J. Dosimetric Comparison between Three-Dimensional Magnetic Resonance Imaging-Guided and Conventional Two-Dimensional Point A-Based Intracavitary Brachytherapy Planning for Cervical Cancer / J. Ren, W. Yuan, R. Wang [et al.] // *PLoS One.* — 2016. — Vol. 11, № 9. — P. e0161932. — DOI: 10.1371/journal.pone.0161932.
11. Patent No. 2719902 C1 Russian Federation, IPC A61N 5/10. Sposob lucevoj terapii mestnorasprostranennogo raka shejki matki [Method of radiation therapy for locally advanced cervical cancer] : No. 2019105873 : appl. 01.03.2019 : publ. 23.04.2020 / O.A. Kravec, A.V. Dubinina, E.V. Tarachkova [et al.] ; applicant FSBI "N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology" of the Ministry of Health of Russia. — EDN: DCIUDZ. [in Russian]
12. Kravec O.A. Klinicheskie rezul'taty lechenija raka shejki matki s uchetom razlichnyh tehnologij lucevoj terapii [Clinical results of cervical cancer treatment taking into account various radiotherapy technologies] / O.A. Kravec, A.A. Kurmanova, V.N. Bogatyrev // *Rossijskij onkologicheskij zhurnal [Russian Journal of Oncology]*. — 2022. — Vol. 27, № 5. — P. 229–242. — DOI: 10.17816/onco568572. [in Russian]
13. Kravec O.A. Klinicheskie rezul'taty lucevoj i himiolucevoj terapii mestnorasprostranennogo raka shejki matki [Clinical results of radiation and chemoradiation therapy for locally advanced cervical cancer] / O.A. Kravec, E.A. Romanova, V.A. Gorbunova // *Rossijskij onkologicheskij zhurnal [Russian Journal of Oncology]*. — 2020. — Vol. 25, № 3. — P. 92–102. — DOI: 10.17816/1028-9984-2020-25-3-92-102. [in Russian]