

Получена: 27 октября 2020 / Принята: 11 декабря 2020 / Опубликовано online: 30 декабря 2020

DOI 10.34689/SH.2020.22.6.009

УДК 618.146-006-615.84

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ 3D-ГРАФИЧЕСКОЙ БРАХИТЕРАПИИ РАКА ШЕЙКИ МАТКИ

Диляра Р. Кайдарова¹, <https://orcid.org/0000-0002-0969-5983>

Ольга Б. Андреева², <http://orcid.org/0000-0002-2802-9441>

Тасболат А. Адылханов², <http://orcid.org/0000-0002-9092-5060>

Толеген С. Курмангалиев³, <http://orcid.org/0000-0003-2464-7581>

Гаухар С. Камзина², <https://orcid.org/0000-0002-4246-9961>

Анар А. Бокембаева², <http://orcid.org/0000-0002-6948-4176>

¹ Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии,
г. Алматы, Республика Казахстан;

² НАО «Медицинский университет Семей», г. Семей, Республика Казахстан;

³ Центр ядерной медицины и онкологии г. Семей, Республика Казахстан.

Резюме

Актуальность: Эффективное лечение рака шейки матки одна из важнейших медико-социальных задач современной онкогинекологии. Несмотря на то, что в настоящее время известно и используется на практике большое число различных режимов брахитерапии, выбор оптимального режима все еще остается предметом дискуссий. Режим фракционирования и выбор суммарных доз являются решающими факторами в уменьшении частоты развития осложнений при лучевой терапии и при этом не ухудшают результаты лечения.

Цель: описание метода 3D-планирования при проведении брахитерапии в программе лучевой терапии местно-распространенного рака шейки матки.

Материалы и методы исследования. Первым этапом проводилась дистанционная лучевая терапия (2,0 Гр, 5 фракций в неделю, суммарная доза облучения (СОД) составила 50 Гр). Параллельно была проведена химиотерапия («Цисплатин», 40 мг/м²). Начиная с 5-й недели, когда СОД составляла не менее 40 Гр, были начаты 3D-сеансы брахитерапии (4 сеанса по 6,0-7,0 Гр в неделю), при этом СОД сочетанной ЛТ составила 74,0-78,0 Гр. При выборе объема и распределения доз облучения были применены рекомендации Международной комиссии - ICRU. Лечение было проведено на аппарате «GammaMedPlus» с источником 192 Ir в режиме высокой мощности дозы (HDR). Расчет планов был проведен с помощью радиотерапевтического комплекса «Varian» с планирующей системой ECLIPSE. Оценка качества плана облучения была проведена на основе мониторинга гистограмм «доза-объем».

Результаты исследования: исследование носит методологический характер и включает себя подробное описание проведения 3D-брахитерапии в программе лучевой терапии местно-распространенного рака шейки матки.

Выводы: Оптимизация ЛТ с помощью 3D-брахитерапии создает клинически выгодные условия для эффективной терапии: уменьшает риск смещения аппликаторов, снижает нагрузку за счет снижения суммарных доз облучения, частоты тяжелых ранних и поздних токсических эффектов, обеспечивая хорошие показатели локального контроля независимо от размера опухоли и клинической стадии. Выбор рациональных схем фракционирования и методологии учета дозовой нагрузки позволил оптимизировать программы облучения с учетом индивидуальных параметров опухолевого процесса, пространственного взаимоотношения опухоли и органов риска, а также конституциональных особенностей пациентки, тем самым обеспечил более высокий уровень качества жизни.

Ключевые слова: рак шейки матки, лучевая терапия, брахитерапия, лучевые реакции.

Abstract

METHODOLOGY OF 3D GRAPHIC BRACHYTHERAPY FOR CERVICAL CANCER

Dilyara R. Kaidarova¹, <https://orcid.org/0000-0002-0969-5983>

Olga B. Andreyeva², <http://orcid.org/0000-0002-2802-9441>

Tasbolat A. Adylkhanov², <http://orcid.org/0000-0002-9092-5060>

Tolegen S. Kurmangaliyev³, <http://orcid.org/0000-0003-2464-7581>

Gaukhar S. Kamzina², <https://orcid.org/0000-0002-4246-9961>

Anar A. Bokembayeva², <http://orcid.org/0000-0002-6948-4176>

¹ Kazakh Institute of Oncology and Radiology, Almaty, Republic of Kazakhstan;

² Semey Medical University, Semey, Republic of Kazakhstan;

³ Center of Nuclear Medicine and Oncology, Semey, Republic of Kazakhstan.

Relevance. Effective treatment of cervical cancer is one of the most important medical and social tasks of modern gynecological oncology. Despite the fact that a large number of different modes of brachytherapy are currently known and used in practice, the choice of the optimal mode is still a matter of debate. The fractionation regimen and the choice of total doses are decisive factors in reducing the incidence of complications with radiation therapy and do not worsen the results of treatment.

Aim: description of the 3D planning method for brachytherapy in the radiotherapy program for locally advanced cervical cancer.

Materials and research methods. The first stage was remote radiation therapy (2.0 Gy, 5 fractions per week, total radiation dose (TRD) was 50 Gy). In parallel the chemotherapy (Cisplatin, 40 mg / m²) was carried out. Starting from the 5th week, when the TRD was at least 40 Gy, 3D brachytherapy sessions were started (4 sessions of 6.0-7.0 Gy per week), while the TD of combined RT was 74.0-78.0 Gr. During choosing the volume and distribution of radiation doses, the recommendations of the International Commission - ICRU were applied. The treatment was carried out on a GammaMedPlus apparatus with a 192 Ir source in a high dose rate (HDR) mode. The plans were calculated using the Varian radiotherapy complex with the ECLIPSE planning system. The assessment of the quality of the exposure plan was carried out on the basis of monitoring the dose-volume histograms.

Research results. the study is methodological in nature and includes a detailed description of the conduct of 3D brachytherapy in the radiotherapy program for locally advanced cervical cancer.

Conclusion. Optimization of radiation therapy using 3D brachytherapy creates clinically favorable conditions for effective therapy: it reduces the risk of displacement of the applicators, reduces the load by reducing the total radiation doses, the frequency of severe early and late toxic effects, providing good local control indicators regardless of tumor size and clinical stage. The choice of rational fractionation schemes and the methodology for accounting for the dose load made it possible to optimize the irradiation programs taking into account the individual parameters of the tumor process, the spatial relationship of the tumor and risk organs, as well as the constitutional characteristics of the patient, thereby ensuring a higher level of quality of life.

Keywords: cervical cancer, radiation therapy, brachytherapy, radiation reactions.

Түйіндеме

ЖАТЫР МОЙНЫ ОБЫРЫНЫҢ 3D-ГРАФИКАЛЫҚ БРАХИТЕРАПИЯСЫН ЖҮРГІЗУ ӘДІСТЕМЕСІ

Диляра Р. Кайдарова¹, <https://orcid.org/0000-0002-0969-5983>

Ольга Б. Андреева², <http://orcid.org/0000-0002-2802-9441>

Тасболат А. Адылханов², <http://orcid.org/0000-0002-9092-5060>

Толеген С. Курмангалиев³, <http://orcid.org/0000-0003-2464-7581>

Гаухар С. Камзина², <https://orcid.org/0000-0002-4246-9961>

Анар А. Бокембаева², <http://orcid.org/0000-0002-6948-4176>

¹ Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан Республикасы;

² "Семей медицина университеті" КеАҚ, Семей қ., Қазақстан Республикасы;

³ Ядролық Медицина және Онкология орталығы, Семей қ., Қазақстан Республикасы.

Тақырыптың өзектілігі. Жатыр мойны обырын тиімді емдеу қазіргі онкогинекологияның маңызды Медициналық және әлеуметтік міндеттерінің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта брахитерапияның әртүрлі режимдерінің көпшілігі белгілі және іс жүзінде қолданылғанына қарамастан, оңтайлы режимді таңдау әлі де пікірталас тақырыбы болып қала береді. Фракциялау режимі және жалпы дозаларды таңдау сәулелік терапия кезінде асқынулардың даму жиілігін төмендетуде шешуші факторлар болып табылады және емдеу нәтижелерін нашарлатпайды.

Жұмыстың мақсаты. жергілікті таралған жатыр мойны обырын сәулелік терапия бағдарламасында брахитерапияны жүргізу кезінде 3D жоспарлау әдісінің сипаттамасы.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Бірінші кезеңде қашықтықтан сәулелік терапия жүргізілді (аптасына 2,0 г, 5 фракция, сәулеленудің жиынтық дозасы (сода) 50 г құрады). Химиялық терапия параллель жүргізілді ("Цисплатин", 40 мг/м²). 5-ші аптадан бастап, сода кем дегенде 40 г болған кезде, брахитерапияның 3D сессиялары басталды (аптасына 6,0-7,0 г 4 сессия), ал біріктірілген LT содасы 74,0-78,0 г құрады. Сәулелену дозаларының көлемін таңдау және бөлу кезінде халықаралық комиссия - ICRU ұсыныстары қолданылды. Емдеу жоғары қуатты доза режимінде (HDR) 192 Ir көзі бар "GammaMedPlus" аппаратында жүргізілді. Жоспарларды есептеу ECLIPSE жоспарлау жүйесі бар "Varian" радиотерапиялық кешенінің көмегімен жүргізілді. Сәулелендіру жоспарының сапасын бағалау "доза-көлем" гистограммаларының мониторингі негізінде жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері. зерттеу әдіснамалық сипатқа ие және жатыр мойны обырына арналған сәулелік терапия бағдарламасында 3D брахитерапияның егжей-тегжейлі сипаттамасын қамтиды.

Қорытынды. 3D-брахитерапияның көмегімен ЛТ оңтайландыру тиімді терапия үшін клиникалық тиімді жағдайлар жасайды: аппликаторлардың ығысу қаупін азайтады, сәулеленудің жиынтық дозаларын, ауыр ерте және

кеш уытты әсерлердің жиілігін төмендету есебінен жүктемені төмендетеді, ісік мөлшері мен клиникалық сатысына қарамастан жергілікті бақылаудың жақсы көрсеткіштерін қамтамасыз етеді. Фракциялаудың ұтымды схемаларын және дозалық жүктемені есепке алу әдіснамасын таңдау ісік процесінің жеке параметрлерін, ісік пен қауіп органдарының кеңістіктік қатынастарын, сондай-ақ пациенттің Конституциялық ерекшеліктерін ескере отырып, сәулелену бағдарламаларын оңтайландыруға, осылайша өмір сүру сапасының жоғары деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Түйінді сөздер: жатыр мойны обыры, сәулелік терапия, брахитерапия, сәулелік реакциялар.

Библиографическая ссылка:

Кайдарова Д.Р., Андреева О.Б., Адылханов Т.А., Курмангалиев Т.С., Камзина Г.С., Бокембаева А.А. Методология проведения 3D-графической брахитерапии рака шейки матки // Наука и Здравоохранение. 2020. 6 (Т.22). С. 63-70. doi 10.34689/SH.2020.22.6.009

Kaidarova D.R., Andreyeva O.B., Adylkhanov T.A., Kurmangaliyev T.S., Kamzina G.S., Bokembayeva A.A. Methodology of 3D graphic brachytherapy for cervical cancer // *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2020, (Vol.22) 6, pp. 63-70. doi 10.34689/SH.2020.22.6.009

Кайдарова Д.Р., Андреева О.Б., Адылханов Т.А., Курмангалиев Т.С., Камзина Г.С., Бокембаева А.А. Жатыр мойны обырының 3d-графикалық брахитерапиясын жүргізу әдістемесі // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2020. 6 (Т.22). Б. 63-70. doi 10.34689/SH.2020.22.6.009

Введение

Эффективная терапия местно-распространенного рака шейки матки (РШМ) одна из актуальных задач современной онкогинекологии, имеющая медико-социальное значение [4, 11]. Несмотря на то, что в настоящее время известен целый спектр различных режимов брахитерапии, выбор оптимального режима остается актуальным предметом дискуссий. Лучевые реакции различной степени тяжести, проявляющиеся язвенными изменениями или образованием свищей и появлением фиброза в области малого таза, значительно ухудшают качество жизни пациенток и приводят к инвалидизации и даже смерти. В этой связи режим фракционирования и выбор суммарных доз являются решающими факторами в уменьшении частоты развития осложнений при лучевой терапии (ЛТ) и при этом не ухудшают результаты лечения [1]. С учетом вышесказанного целью нашего исследования было улучшить результаты лечения местно-распространенных форм рака шейки матки путем лучевой терапии с 3D-изображением (3D-IGBT).

Цель: описание метода 3D-планирования при проведении брахитерапии в программе лучевой терапии местно-распространенного рака шейки матки.

Материалы и методы исследования

Клиническая база данного исследования - Центр ядерной медицины и онкологии (ЦЯМиО) г. Семей, Республика Казахстан (РК). Исследование выполнено в рамках проекта Комитета науки Министерства образования и науки РК (ИРН АР05130960) в период с 2018 по 2020 годы. Направление настоящего исследования - часть мультицентрового проекта Forum for Nuclear Cooperation in of Asia (FNCA), которое осуществляется на безвозмездной основе.

Этические вопросы выполненного исследования были соблюдены согласно приказа МЗ РК № 142 от 02.04.2018 г. «Об утверждении Правил проведения медико-биологических экспериментов, доклинических (неклинических) и клинических исследований, а также требований к доклиническим и клиническим базам».

Локальной Этической Комиссией НАО «Медицинский Университет Семей» вынесено положительное заключение по вопросам этики. Имеется выписка из протокола заседания №9 от 13.09.2017 г.

Изучены и внедрены методические аспекты трехмерного планирования внутриполостного облучения при РШМ для достижения высокого уровня местного контроля опухоли (*Свидетельство об авторском праве «3D-визуально-контролируемая брахитерапия местно-распространенного рака шейки матки» № 550 от 15.11.2018 г.*

Основанием для внедрения в практику ЦЯМиО г.Семей ЛТ с 3D-изображением (*Акт внедрения "Оптимизация лучевой терапии местно-распространенного рака шейки матки с помощью внедрения 3D-визуально-контролируемой брахитерапии", май 2018 г.*), как метод оптимизации комплексного лечения местно-распространенных форм РШМ, явилась необходимость унификации лечебного процесса и воспроизводимости методик терапии, так как эти процессы существенно влияют на результаты проведенного терапевтического вмешательства.

Для внедрения 3D-визуально-контролируемой брахитерапии были привлечены врачи радиационные онкологи-гинекологи, медицинские физики, лаборанты по обслуживанию лучевых аппаратов.

Выбор тактики лечения пациенток с РШМ основывался на следующих данных: стадия заболевания; наличие сопутствующих соматических и гинекологических заболеваний; размер и характер роста опухоли; соотношение размера опухоли и органов риска; клиничко-морфологические прогностические факторы.

Алгоритм проведения ЛТ состоял из нескольких шагов: сначала проводилась дистанционная лучевая терапия (ДЛТ), режим фракционирования при этом составил по 2,0 Гр 5 фракций в неделю, а суммарная доза облучения (СОД) для малого таза составила 50 Гр (Рисунок 1).

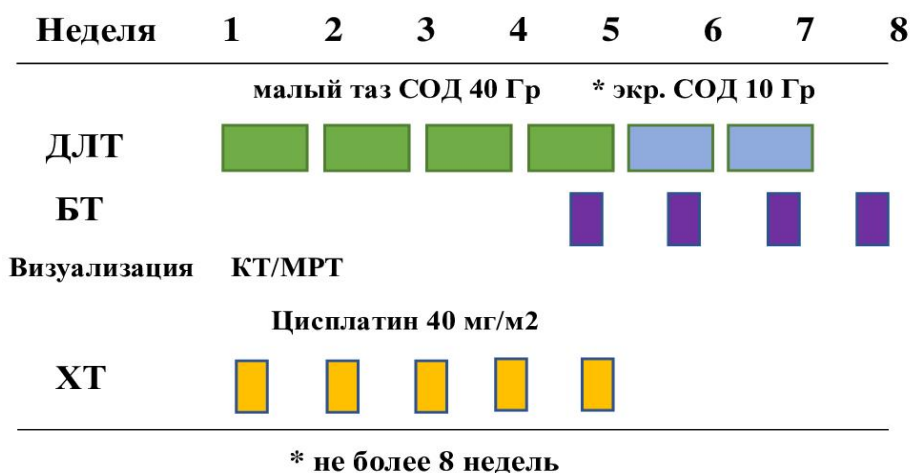


Рисунок 1. Проведение химиолучевой терапии с применением 3D-IGBT.

(Figure 1 - Conducting chemoradiation therapy using 3D-IGBT).

Параллельно ДЛТ была проведена химиотерапия (ХТ) с внутривенным применением препарата «Цисплатин» из расчета 40 мг/м² еженедельно.

На 5-й недели, при достижении суммарной дозы облучения от дистанционной ЛТ не менее 40 Гр, были начаты 3D-графические сеансы брахитерапии, при этом разовая доза облучения составила 6,0-7,0 Гр в неделю (с ограничением дозовой нагрузки на органы риска) до СОД составила 28 Гр.

Ранее при проведении ДЛТ и брахитерапии применялось 2D планирование ЛТ, однако этот подход не позволяет выбрать точную ширину пучка в сечении опухоли и эмпирически берется за основу ее цилиндрическая геометрия, не учитывается индивидуальная особенность расположения опухоли у каждого пациента и возникает риск переоблучения соседних органов (рисунок 2).

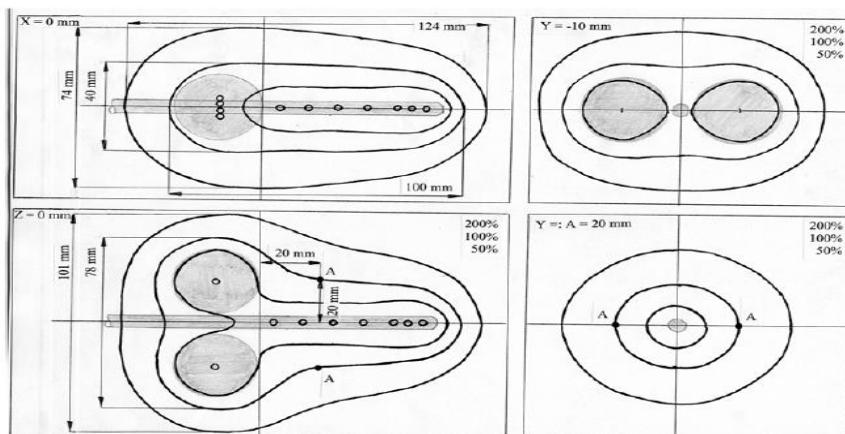


Рисунок 2. пример 2D-планирования при проведении ЛТ пациенткам с РШМ.

(Figure 2. Is an example of 2D planning for RT in patients with cervical cancer).

В нашем исследовании при применении 3D планирования, априори, были учтены индивидуальные особенности опухоли в каждом сечении, что позволило применить клиновидные фильтры и блоки при формировании пучка излучений [5].

Количество сеансов брахитерапии 3D-IGBT составило - 4; общая суммарная доза сочетанной ЛТ – 74,0-78,0 Гр. Дозы нормировались по манчестерской

методике на точки А (точка, находящаяся на расстоянии 2 см латеральнее и 2 см краниальнее боковой поверхности аппликатора и анатомически соответствующая месту пересечения маточной артерии и мочеточника) и В (расположенная на 3 см латеральнее точки А и соответствующая боковым отделам таза). Брахитерапия проводилась с помощью аппликатора типа ovoid -tandem (рисунок 3).



Рисунок 3. Аппликатор типа ovoid -tandem для проведения брахитерапии.
(Figure 3. Applicator type ovoid-tandem for brachytherapy).

При выборе объема и распределения в нем доз облучения были применены рекомендации Международной комиссии - ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurement [3] по определению градаций объемов:

- *большой опухолевый объем* (GTV - gross tumor volume) - объем, который включает в себя визуализируемую опухоль, к этому объему подводят необходимую для данной опухоли туморицидную дозу;

- *клинический объем мишени* (CTV - clinical target volume) - объем, который включает в себя не только опухоль, но и зоны субклинического распространения опухолевого процесса;

- *планируемый объем мишени* (PTV - planning target volume) - объем облучения, который больше клинического объема мишени и который дает гарантию облучения всего объема мишени. Он получается в связи с тем, что планирующая система на каждом скане автоматически добавляет заданный радиологом отступ, обычно 1-1,5 см, учитывающий подвижность опухоли при дыхании и различные погрешности, а иногда и 2-3 см, например при большой дыхательной подвижности;

- *планируемый объем облучения с учетом толерантности окружающих нормальных тканей* (PRV - planning organ at risk volume).

Предлучевая подготовка пациенток при 3D-планировании была проведена с помощью компьютерного томографа с применением фиксирующих устройств, подголовников (которые затем были использованы также при укладке на терапию), при этом были строго соблюдены идентичные условия, как при планировании, так и при сеансе брахитерапии. Так как используя исходную топометрическую информацию набора компьютерных снимков по всей высоте распространённости опухолевого процесса и зон профилактического

облучения, было проведено «оконтурирование» объемов мишени и критических органов.

Лечение проведено на аппарате «Gamma Med Plus» с источником 192 Ir в режиме высокой мощности дозы (HDR). Расчет планов облучения был проведен с помощью соответствующих компьютерных программ. В ЦЯМиО в 2015 г. уставновлен радиотерапевтический комплекс «Varian» с планирующей системой ECLIPSE. Процесс лучевого 3D планирования был начат с генерирования трехмерной модели каждой пациентки, используется серия параллельных компьютерных томографических сканов. Анатомические структуры и планируемый объем мишени определяются на каждом из сканов с помощью автоматической процедуры, основанной на знании диапазона чисел Хаунсфилда для каждого из критических органов и других анатомических структур, если автоматически контур зоны облучения имеет некоторые погрешности (с точки зрения радиолога), его можно отредактировать вручную. Построение контуров, соответствующих объему опухоли, клиническому и планируемому объему мишени, осуществляется с учетом не только компьютерной томографической информации, но и всех клинических данных о пациенте.

С целью оценки качества плана облучения был проведен мониторинг гистограмм «доза-объем» (DVH — Dose Volume Histogram). DVH представляет собой график распределения дозы в облучаемом объеме. Для максимально эффективного распределения дозы по отношению к планируемому объему мишени гистограмма доза-объем имеет форму прямоугольника. С помощью гистограмм можно определить следующие характеристики дозовых распределений: стандартные отклонения дозы на опухоль, минимальные и максимальные дозы, средние дозы, медианные дозы на критические органы (рисунок 4).

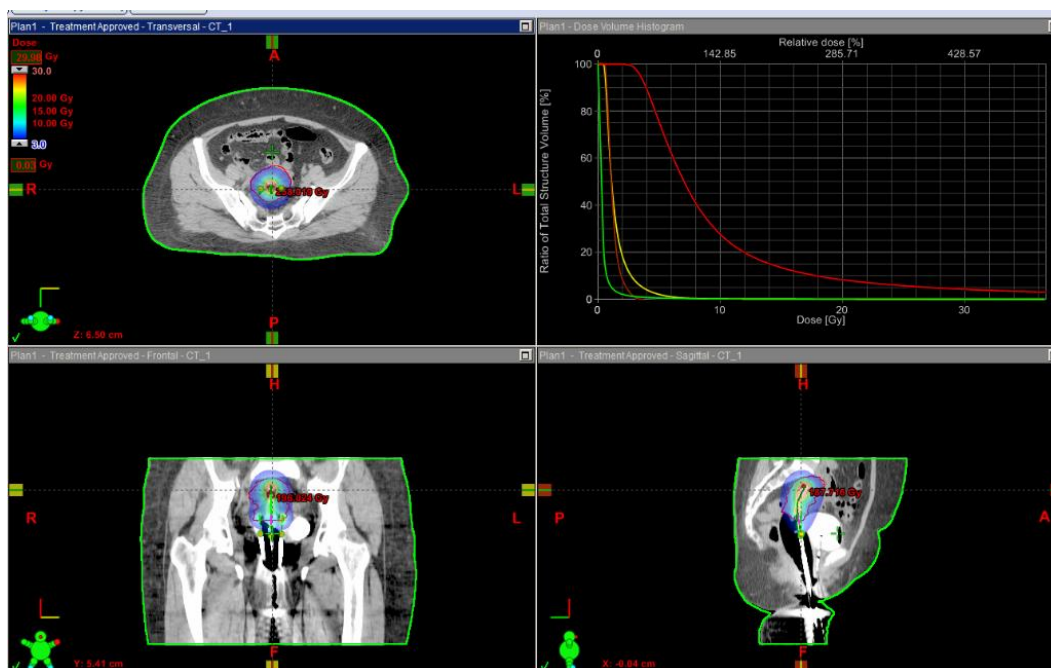


Рисунок 4 – план 3D планирования с гистограммой «доза-объем».

(Figure 4. Is a 3D planning plan with a dose-volume histogram).

Медицинский физик проводит расчеты в нескольких вариациях в индивидуальном случае с каждой пациенткой, при этом гистограммы «доза-объем» отражают PTV и доза облучения для критических органов. На основе анализа отбирается оптимальный план, при котором доза на опухоль максимальна (на PTV должно прийти не менее 95% дозы), а на критические органы минимальна (Таблица 1).

Таблица 1.

Критерии оценки 3D-дозиметрического плана.

Table 1. Criteria for evaluating a 3D dosimetry plan.

	Объем	Доза
СТV	85-90%	≥90% (от предписанной дозы)
Мочевой пузырь	2%	4-5Гр
Прямая кишка	2%	4-5Гр
Сигмовидная кишка	2%	5Гр

Кроме того, медицинским физиком было определено положение центра облучаемого объема (центральная точка) по отношению к референтной точке, при этом были указаны расстояния между ними в трех плоскостях в сантиметрах с помощью автоматического вычисления планирующей системой. В процессе укладки пациента для облучения были использованы: известное положение центральной точки в трех плоскостях относительно референтной точки на коже (для наведения пучка излучения в центр опухоли). При вращении источника излучения по дуге 360° центр пучка излучения будет всегда попадать в центр опухоли (изоцентрический метод планирования).

Основной блок. Исследование носит методологический характер. Представлено описание методики проведения 3D-брахитерапии в программе лучевой терапии местно-распространенного рака шейки матки.

Брахитерапия является важной частью ЛТ РШМ, когда имеется распространенный процесс в малом тазу – сочетанное химиолучевое лечение является основным методом терапии и нуждается в непрерывном процессе усовершенствования [12]. Актуальность данного направления обусловлена тем, что отдаленные результаты демонстрируют отсутствие каких либо гарантий и современный арсенал вариантов схем ЛТ не защищает женщин от развития рецидивов и метастазов пролеченного случая РШМ. В этой связи поиск и внедрение унифицированного подхода к ЛТ требует постоянного поиска и одновременного внедрения в практику [6, 7, 13].

Улучшение результатов лечения пациенток с РШМ, а также уменьшение риска развития лучевых реакций чаще всего связано с усовершенствованием методологии ДЛТ и брахитерапии, не смотря на широко используемый арсенал радиоактивных источников: кобальта, цезия, иридия [2, 8]. Составной частью подготовки пациентки к внутриволостному облучению является дозиметрическое планирование, основой для которого служит информация о дозиметрических характеристиках выбранных источников излучения, а также топометрические данные пациента. 3D планирование внутриволостного облучения позволяет получить более точное распределение заданной дозы по объему мишени в зависимости от геометрии расположения аппликаторов, что очень важно при больших объемах опухолевого процесса [9, 10].

Заключение

По результатам нашего исследования можно констатировать, что оптимизация ЛТ местно-распространенного РШМ с помощью 3D- брахитерапии создает клинически выгодные условия для эффективной терапии: уменьшает риск смещения аппликаторов, снижает нагрузку на пациента, за счет снижения суммарных доз облучения, частоты тяжелых

ранних и поздних токсических эффектов, обеспечивая хорошие показатели локального контроля независимо от размера опухоли и клинической стадии.

Исследование показало, что выбор рациональных схем фракционирования и методологии учета дозой нагрузки позволил оптимизировать программы облучения с учетом индивидуальных параметров опухолевого процесса, пространственного взаимоотношения опухоли и органов риска, а также конституциональных особенностей пациентки, и обеспечить более высокий уровень качества жизни за счет снижения как ранних, так и поздних лучевых реакции и осложнениях.

Установлено, что внедрение 3D-IGBT при лечении РШМ в клиническую практику, по сравнению с традиционными методиками, обеспечивает высокую социальную и экономическую эффективность, как за счет уменьшения числа курсов ЛТ, так и за счет снижения степени и риска возникновения ранних и поздних постлучевых реакций.

Результаты нашего исследования подтверждают, что метод 3D-брахитерапии нуждается в широком применении в повседневной практике лечения РШМ через включение в Клинические протокола лечения ЗНО в РК.

Вклад авторов:

Кайдарова Д.Р., д.м.н., академик НАН РК, Председатель правления АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», г. Алматы, Республика Казахстан, тел. +7-727-292-77-55, e-mail: kazior@onco.kz - научное руководство, концепция исследования.

Адылханов Т.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедры клинической и радиационной онкологии НАО "Медицинский университет Семей", тел. +7-701-503-44-07, e-mail: tasbolat.adylkhanov@nao-mus.kz - научное руководство, критический анализ, научное сопровождение статьи.

Андреева О.Б. - менеджмент ресурсов исследования, формальный анализ.

Курмангалиев Т.С. - набор данных, ревизия дrafта статьи.

Камзина Г.С. - ревизия статьи, концептуализация исследования.

Бокембаева А.А. - набор данных, написание дrafта статьи.

Финансирование. Источников финансирования нет.

Конфликта интересов нет.

Сведения о публикации: ни один фрагмент данной статьи не был опубликован в других журналах и не находится на рассмотрении другими издательствами.

Литература:

1. Андреева О.Б., Адылханов Т.А., Жаббагина А.С., Раисов Д.Т., Уразалина Н.М. Роль 3D-визуализации в программе лучевой терапии рака шейки матки. Обзор литературы // Наука и здравоохранение. 2019. №4. Т.21. С.5-19.

2. Качество жизни Всемирной организации здравоохранения (WHOQOL) Электронный ресурс: <http://www.who.int/healthinfo/survey/whoqol-qualityoflife/en/> (дата обращения 15.11.2020 г.).

3. Назначение, регистрация и отчет о брахитерапии при раке шейки матки. Электронный

ресурс: <https://icru.org/content/reports/prescribing-recording-and-reporting-brachytherapy-for-cancer-of-the-cervix-report-no-89> (дата обращения 15.11.2020 г.).

4. Aaronson N.K., Ahmedzai S., Bergman B. et al. The European Organisation for Research and Treatment of Cancer QLQ-C30: A quality of life instrument for use in international clinical trials in oncology // J. Nat. Cancer Inst. 1993. Vol.85. P.365-375.

5. Adylkhanov T.A., Rakhimbekov A.V., Sandybayev M.N., Belikhina T.I., Lepikhina A.V., Zhabagina A.S., Andreyeva O.B., Karnakova N.Yu., Omarbayeva A.S., Kamzina G.S., Zhumakanova N.S. The role of computed tomography imaging in the training program and monitoring the effectiveness of radiation therapy for cervical neoplasms // Nauka i Zdravookhranenie. 2020. №. 1. Vol.22. pp.72-79. doi:10.34689/SH.2020.22.1.008

6. Charra-Brunaud C. et al. Impact of 3D image-based PDR brachytherapy on outcome of patients treated for cervix carcinoma in France: results of the French STIC prospective study // Radiotherapy and Oncology. 2012. Vol. 103. №.3. pp. 305-313.

7. Chen S.W. et al. Comparative study of reference points by dosimetric analyses for late complications after uniform external radiotherapy and high-dose-rate brachytherapy for cervical cancer // International Journal of Radiation Oncology Biology Physics. 2004. Vol. 60. №.2. pp. 663-671.

8. Chong-Jong Wang, Eng -Yen Huang, Li-Min Sun et al. Clinical comparison of two linear-quadratic model-based isoeffect fractionation schemes of high-dose-rate intracavitary brachytherapy for cervical cancer // Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., 2004, V.59 (1), p.179-18.

9. Dyk P. et al. Cervical gross tumor volume dose predicts local control using magnetic resonance imaging/diffusion-weighted imaging—guided high-dose-rate and positron emission tomography/computed tomography—guided intensity modulated radiation therapy // International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics. 2014. Vol. 90. №.4. pp. 794-801.

10. Herrmann T., Knorr A., Dörner K. The RTOG/EORTC classification criteria for early and late radiation reactions // Radiobiologia, radiotherapia. 1987. Vol. 28. №. 4. pp. 519-528.

11. Murakami N. et al. CT based three dimensional dose-volume evaluations for high-dose rate intracavitary brachytherapy for cervical cancer // BMC cancer. 2014. Vol. 14. №.1. pp. 447.

12. Skowronek J., Malicki J. Comparison of value of biologically equivalent dose (BED) in clinical target volume (CTV) and surrounding healthy organs after PDR and HDR brachytherapy // Brachytherapy. 2007. Vol. 6. №. 2. pp. 112-113.

13. Yoshio K. et al. Inverse planning for combination of intracavitary and interstitial brachytherapy for locally advanced cervical cancer // Journal of radiation research. 2013. Vol. 54. №.6. pp. 1146-1152.

Reference:

1. Andreeva O.B., Adylkhanov T.A., Zhabagina A.S., Raisov D.T., Urazalina N.M. Rol' 3D-vizualizacii v programme luchevoj terapii raka shejki matki. Obzor literatury [The role of 3D imaging in the cervical cancer

radiotherapy program. Literature review]. *Nauka i zdravoohranenie* [Science and health]. 2019 №4. Vol.21. pp. 5-19 [in Russian].

2. *Kachestvo zhizni Vsemirnoi organizatsii zdravoohraneniya* [World Health Organization quality of life (WHOQOL)] Electronic resource: <http://www.who.int/healthinfo/survey/whoqol-qualityoflife/en/> (date of the application 15.11.2020).

3. *Naznachenie, registratsiya i otchet o brakhiterapii pri rake sheiki matki*. [Appointment, registration and report on brachytherapy for cervical cancer.] Electronic resource: <https://icru.org/content/reports/prescribing-recording-and-reporting-brachytherapy-for-cancer-of-the-cervix-report-no-89> (date of the application 15.11.2020).

4. Aaronson N.K., Ahmedzai S., Bergman B. et al. The European Organisation for Research and Treatment of Cancer QLQ-C30: A quality of life instrument for use in international clinical trials in oncology. *J. Nat. Cancer Inst.* 1993. Vol.85. P.365-375.

5. Adylkhanov T.A., Rakhimbekov A.V., Sandybayev M.N., Belikhina T.I., Lepikhina A.V., Zhabagina A.S., Andreyeva O.B., Karnakova N.Yu., Omarbayeva A.S., Kamzina G.S., Zhumakanova N.S.. The role of computed tomography imaging in the training program and monitoring the effectiveness of radiation therapy for cervical neoplasms. *Nauka i Zdravoohranenie* [Science & Healthcare. 2020. №.1. Vol.22. pp.72-79.

6. Charra-Brunaud C. et al. Impact of 3D image-based PDR brachytherapy on outcome of patients treated for cervix carcinoma in France: results of the French STIC prospective study. *Radiotherapy and Oncology*. 2012. Vol. 103. №. 3. pp. 305-313.

7. Chen S.W. et al. Comparative study of reference points by dosimetric analyses for late complications after

uniform external radiotherapy and high-dose-rate brachytherapy for cervical cancer. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*. 2004. Vol. 60. №. 2. pp. 663-671.

8. Chong-Jong Wang, Eng -Yen Huang, Li-Min Sun et al. Clinical comparison of two linear-quadratic model-based isoeffect fractionation schemes of high-dose-rate intracavitary brachytherapy for cervical cancer. *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, 2004, V.59 (1), p.179-18.

9. Dyk P. et al. Cervical gross tumor volume dose predicts local control using magnetic resonance imaging/diffusion-weighted imaging—guided high-dose-rate and positron emission tomography/computed tomography - guided intensity modulated radiation therapy. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*. 2014. Vol. 90. №. 4. pp. 794-801.

10. Herrmann T., Knorr A., Dornier K. The RTOG/EORTC classification criteria for early and late radiation reactions. *Radiobiologia, radiotherapia*. 1987. Vol. 28. №. 4. pp. 519-528.

11. Murakami N. et al. CT based three dimensional dose-volume evaluations for high-dose rate intracavitary brachytherapy for cervical cancer. *BMC cancer*. 2014. Vol. 14. №.1. pp. 447.

12. Skowronek J., Malicki J. Comparison of value of biologically equivalent dose (BED) in clinical target volume (CTV) and surrounding healthy organs after PDR and HDR brachytherapy. *Brachytherapy*. 2007. Vol. 6. №. 2. pp. 112-113.

13. Yoshio K. et al. Inverse planning for combination of intracavitary and interstitial brachytherapy for locally advanced cervical cancer. *Journal of radiation research*. 2013. Vol. 54. №. 6. pp. 1146-1152.

Контактная информация:

Андреева Ольга Борисовна - ассистент кафедры клинической и радиационной онкологии НАО "Медицинский университет Семей", врач-онколог (химиотерапевт) Центра ядерной медицины и онкологии г. Семей,

Почтовый адрес: Республика Казахстан, 071400, г. Семей, ул. Абая 103.

E-mail: olga.andreyeva@nao-mus.kz,

Телефон: +7-705-125-30-90