

## **ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАБЛОНОВ АНАТОМИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ НА КАЧЕСТВО ПЛАНИРОВАНИЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ**

*Е.И. Алексеева<sup>1</sup>, В.А. Николаенко<sup>1</sup>, О.В. Дубинина<sup>1</sup>,  
А.Н. Алексеев<sup>1</sup>, Н.В. Веретынская<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Крымский республиканский онкологический клинический диспансер  
им. В.М. Ефетова, Республика Крым, Симферополь*

*<sup>2</sup> Минский городской клинический онкологический диспансер, Минск, Белоруссия*

### **THE IMPACT USE OF ANATOMICAL REGION TEMPLATES ON THE QUALITY OF PLANNING RADIATION THERAPY**

*E.I. Alekseeva<sup>1</sup>, V.A. Nikolaenko<sup>1</sup>, O.V. Dubinina<sup>1</sup>, A.N. Alekseev<sup>1</sup>, N.V. Veretynskaya<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> V.M. Efetov Crimean Republican Oncologic Clinical Dispensary, Simferopol, Crimea, Russia*

*<sup>2</sup> Minsk City Clinical Oncologic Dispensary, Minsk, Belarus*

#### **Реферат**

**Актуальность:** Проведено исследование, которое позволяет оценить эффект применения шаблонов анатомических областей на этапе оконтуривания на качество планов облучения. Мы сравниваем две группы планов: с использованием шаблонов анатомических областей и без них. Исследование нацелено на оптимизацию процессов планирования и на соответствие стандартам. Предполагается, что использование шаблонов анатомических областей на этапе оконтуривания может влиять на эффективность и точность планирования лучевой терапии.

**Выводы:** Использование шаблонов анатомических областей значительно упрощает и ускоряет процесс планирования лечения, что позволяет увеличить производительность и обслуживать больше пациентов без потери качества лечения, а также уменьшает вероятности пропуска структур, тем самым обеспечивая безопасное лечение. Создание шаблонов анатомических областей позволяет установить стандартные процедуры и параметры дозировки, что способствует повышению качества и единообразия лучевой терапии. Однако шаблоны анатомических областей могут ограничить индивидуальный подход к лечению, поскольку они базируются на стандартизированных формах без учета уникальных особенностей пациентов.

Полученные результаты показывают значительные преимущества использования шаблонов анатомических областей в планировании лучевой терапии, однако также указывают на ограничения этого метода в индивидуализации лечения.

**Ключевые слова:** лучевая терапия, анатомические области, шаблоны, рак предстательной железы, стандартизация лечения

#### **Abstract**

**Relevance:** This article reviews a study that evaluates the effect of using anatomical region templates at the delineation stage on the quality of exposure plans. We compare two groups of plans: with and without the use of anatomical region templates. The study aims to optimize planning processes and compliance with standards. It is hypothesized that the use of anatomical region templates at the delineation stage may influence the efficiency and accuracy of radiation therapy planning.

**Conclusions:** the use of anatomical region templates greatly simplifies and speeds up the treatment planning process, allowing for increased productivity and more patients to be treated without sacrific-

ing quality of care, as well as reducing the likelihood of missing structures, thereby ensuring safe treatment. The creation of anatomical region templates allows standardized procedures and dosage parameters to be established, thereby improving the quality and uniformity of radiation therapy. However, anatomical region templates can limit individualized treatment because they are based on standardized templates and may not take into account the unique characteristics of patients.

These results highlight the significant advantages of using anatomical region templates in radiotherapy planning, but also highlight the limitations of this method in individualizing treatment.

**Key words:** radiation therapy, anatomical site, templates, prostate cancer, standardization of treatment

E-mail: eaalexru@gmail.com

<https://doi.org/10.52775/1810-200X-2024-101-1-13-17>

## Введение

Лучевая терапия является одним из основных методов лечения рака, и точность планирования облучения играет ключевую роль в успешном лечении пациентов. Наше исследование посвящено разработке и использованию шаблонов анатомических областей в рамках клинической практики медицинской физики с целью улучшения процесса планирования лучевой терапии.

Используя планирующую систему лучевой терапии, такую как Monaco v5.11, и линейный ускоритель электронов Elekta Synergy, мы стремимся разработать и внедрить стандартные шаблоны анатомических областей для упрощения и улучшения планирования лучевой терапии. Это позволит оптимизировать процессы планирования [1], соблюдать стандарты МКРЗ в области клинической практики медицинской физики [2] и обеспечивать стабильность в планах лечения, а также повысить точность и согласованность облучения раковых опухолей [3]. В результате наша работа направлена на улучшение качества лучевой терапии и повышение эффективности лечения онкологических заболеваний.

## Материал и методы

Исследование было проведено с использованием планирующей системы лучевой терапии Monaco v5.11 в сочетании с линейным ускорителем электронов Elekta Synergy, с номинальной энергией 6 МэВ. В рамках исследования были определены две основные группы – контрольная и экспериментальная. Конт-

рольная группа включала пациентов, для которых план лучевой терапии был разработан без использования шаблонов анатомических областей для локализации простаты, основываясь на стандартных протоколах. Экспериментальная группа включала пациентов, для которых использовались шаблоны анатомических областей, созданные на основе конкретных характеристик области простаты. Критерии отбора участников включали возраст, стадию заболевания и характеристики, такие как тип опухоли, ее расположение и размер, а также реакцию на предыдущие виды лечения. Эти критерии позволили выбрать пациентов, обладающих сопоставимыми характеристиками для обеих групп. Облучение всех пациентов проводилось в позиции лежа на спине с положением рук за головой с использованием фиксирующих устройств и подколеника производства фирмы Orfit. После отбора участников была применена методика создания шаблонов анатомических областей, включающая сегментацию изображений, выделение ключевых структур и разработку типичных шаблонов анатомических областей для рака предстательной железы (РПЖ). Планы лечения были рассчитаны и сравнены в обеих группах, позволяя провести анализ эффективности и точности планирования лучевой терапии при использовании и без использования шаблонов анатомических областей по таким параметрам, как оценка времени, затраченного на создание плана лечения без оптимизации, оценка качества плана лечения. Для оценки качества плана, согласно протоколу ICRU83 [4], сравнивались следующие дозиметрические характеристики:

1. Индекс конформности дозового распределения  $ИК = V_{95\%} / V_{PTV}$ , где  $V_{95\%}$  – объём PTV, получивший 95 % от предписанной дозы,  $V_{PTV}$  – объём PTV. Идеальная конформность дозового распределения имеет место при  $ИК=1$ , что, как правило, не достигается. Обычно некоторый дополнительный объём вне мишени также получает предписываемую дозу, поэтому при выборе наиболее конформного плана облучения ищут из множества планов с одинаковым покрытием объёма мишени такой план, который имеет значение ИК, близкое к 1.
2. Индекс гомогенности дозового распределения  $ИГ = (D_{2\%} - D_{98\%}) / D_{50\%}$ , где  $D_{2\%}$  – доза, полученная 2 % объёма мишени,  $D_{98\%}$  – доза, полученная в 98 % объёма мишени,  $D_{50\%}$  – доза, полученная в 50 % объёма мишени. Относительно важности этого показателя в лучевой терапии существуют разные точки зрения: гетерогенность дозы (отношение максимальной дозы к дозе на периферии), превышающая 2, ведет к повышенному риску осложнений, при  $ИГ=0$  дозовое распределение считается полностью однородным. Многие не разделяют эту точку зрения. Так называемые горячие пятна могут быть приемлемыми, если дозовое распределение обладает высокой конформностью относительно объёма мишени и горячее пятно находится внутри этого объёма. Неконформные дозовые распределения могут легко создать горячие пятна вне мишенного объёма, что приводит к высокому риску осложнений. Таким образом, общий принцип в виде гомогенности дозового распределения является желательным, но это не такой важный фактор, как комфортность области высокой дозы относительно объёма мишени.
3. Коэффициент покрытия мишени  $КП = (V_{пр} / V_{PTV}) \times 100 \%$ , где  $V_{пр}$  – объём мишени, охватываемого предписанной изодозой,  $V_{PTV}$  – весь объём мишени.

### Результаты и обсуждение

Согласно статистике нашего отделения, 11 % (62 человека) от общего количества пациентов, проходящих лучевую терапию, составляют больные РПЖ (рис. 1). На рис. 2 представлена статистика пролеченных пациентов за период с 01.01.2023 по 31.12.2023 г. на линейном

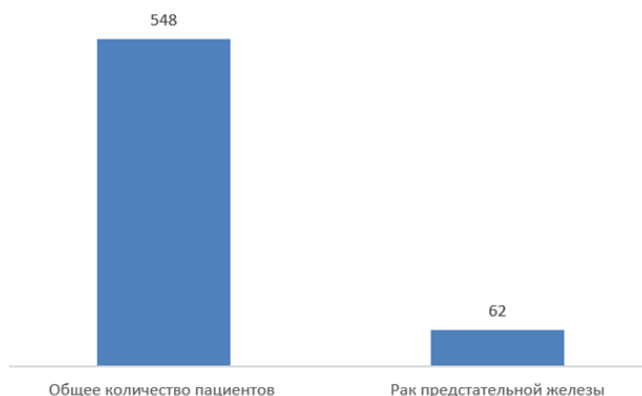


Рис. 1. Соотношение количества пациентов с заболеванием “рак предстательной железы” и общего количества пациентов, пролеченных за 2023 г.



Рис. 2. Статистика распределения пациентов, пролеченных за 2023 г. на линейном ускорителе электронов Elekta Synergy

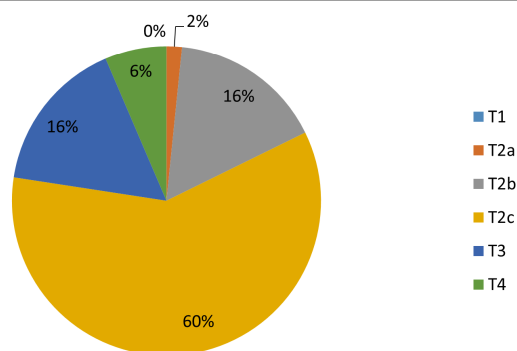


Рис. 3. Распределение пациентов раком предстательной железы по стадиям

Таблица 1

**Оценки времени, затраченного на создание плана лечения: с использованием шаблонов анатомических областей и без них**

Параметр, мин	Контрольная группа (без учета шаблона)	Экспериментальная группа (с учетом шаблона)
$t_{cp}$	12,3 [10;12;15]	2,3 [2;2;3]
$\sum t_{cp}$	455,1	85,1
$\Delta t_{cp}$		370

$t_{cp}$  – среднее значение времени, затраченное на создание одного плана без оптимизации.

$\sum t_{cp}$  – среднее значение времени, затраченное в период 2023 г. на создание всех планов без оптимизации.

$\Delta t_{cp}$  – разница средних значений времени между контрольной и экспериментальной группой, затраченных на создание всех планов без оптимизации за 2023 г.

Таблица 2

**Результаты оценки дозиметрических характеристик**

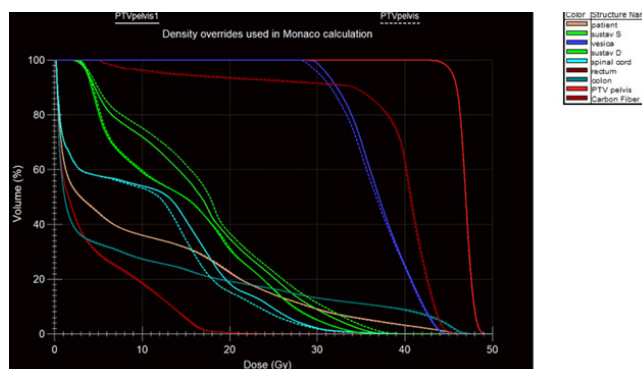
Параметр	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Индекс конформности	0,84	0,83
Индекс гомогенности	0,02	0,02
Покрытие	95 % объема покрывает 99,63 % PTV	95 % объема покрывает 99,68 % PTV1

ускорителе электронов Elekta Synergy. В исследуемую группу были отобраны пациенты с заболеванием РПЖ со стадией T<sub>2</sub>, которая составила 78 % (48 человек) от общего количества пациентов с этим заболеванием (рис. 3). С учетом типа опухоли, возраста и реакции на предыдущие виды лечения в экспериментальной группе от первоначального количества осталось только 60 % (37 человек) пациентов.

В табл. 1 представлены результаты оценки времени, затраченного на создание плана лечения без оптимизаций для контрольной группы – для нее планы лучевой терапии были разработаны без учета шаблонов анатомических областей простаты, основываясь на стандартных протоколах, и для экспериментальной группы, для которой использовались шаблоны анатомических областей, созданные на основе конкретных характеристик области простаты, а также показан диапазон полученных значений.

Оценка качества планов, на примере одного из пациентов, а именно значения индексов конформности, гомогенности и покрытия для обеих групп представлена в табл. 2. Оценка качества планов для контрольной и экспериментальной группы по всем вышеперечисленным характеристикам не выявила никаких значительных различий в результатах.

Примеры полученных дозовых распределений при раке предстательной железы для одного из пациентов представлены на рис. 4.



**Рис. 4.** Сравнительный анализ полученных гистограмм доза–объем при РПЖ для контрольной группы PTVpelvis и для экспериментальной группы PTVpelvis1

## Заключение и выводы

Исследование результатов применения шаблонов анатомических областей в планировании лучевой терапии выявило следующее:

1. Экономия времени: использование шаблонов анатомических областей значительно упрощает и ускоряет процесс планирования лечения благодаря готовым и стандартизированным областям для облучения.
2. Точность дозировки: применение шаблонов анатомических областей способствует более точному распределению дозы облучения на целевые области и уменьшению вероятности пропуска структур.

3. Ограничения индивидуализации: шаблоны анатомических областей могут ограничить индивидуальный подход к лечению, поскольку они базируются на стандартизированных конфигурациях без учета уникальных особенностей пациентов.

Полученные результаты показывают значительные преимущества использования шаблонов анатомических областей в планировании лучевой терапии, однако также указывают на ограничения этого метода в индивидуализации лечения.

### **Список литературы**

1. Standardizing Nomenclatures in Radiation Oncology the Report of AAPM Task Group 263 by American Association of Physicists in Medicine. January 2018.
2. Публикация МКРЗ 105. Радиационная защита в медицине – СПб: ФБУН НИИРГ. 2011.
3. International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU Report 62: Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy. November 1999.
4. International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU Report 83. 2010.
5. Международная классификация TNM онкологических опухолей. Changes and practical effects on cancer epidemiology. Ed. 2009.