

Лучевые повреждения мочевого пузыря при раке предстательной железы: обзор литературы

Д. М. Монаков^{1,2}, М. Ю. Кукош^{2,3,4}, О. М. Зимовец¹, А. А. Грицкевич^{1,2},
А. Б. Богданов^{5,6}, М. Д. Тер-Ованесов²

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. А. В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Россия

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН), Москва, Россия

³ Медицинский радиологический научный центр им. А. Ф. Цыба – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, Обнинск, Россия

⁴ ООО «МЕЛАНОМА ЮНИТ», Москва, Россия

⁵ ГБУЗ «Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С. П. Боткина ДЗМ», Москва, Россия

⁶ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Радиационные повреждения мочевого пузыря – одно из наиболее распространенных осложнений лучевой терапии злокачественных новообразований малого таза.

Материалы и методы. Проведены поиск, анализ и систематизация релевантных публикаций в базах данных e.Library.ru, cyberleninka.ru, PubMed. Отобрано 65 статей, которые включены в настоящий обзор.

Результаты и обсуждение. Приведены данные об эпидемиологии, факторах риска, патогенезе, профилактике, диагностике и лечению лучевых повреждений мочевого пузыря.

Выводы. Гипербарическая оксигенация, внутрипузырные инстилляциии глюкозаминогликановой кислоты и хондроитина сульфата, а также трансуретральная фульгурация остаются наиболее эффективными методами лечения лучевых повреждений мочевого пузыря.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рак предстательной железы, лучевая терапия, поздняя лучевая токсичность, поздний лучевой цистит.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Late urinary toxicity following radiation in prostate cancer: literature review

D. M. Monakov^{1,2}, M. Yu. Kukosh^{2,3,4}, O. M. Zimovets¹, A. A. Gritskevich^{1,2},
A. B. Bogdanov^{5,6}, M. D. Ter-Ovanesov²

¹ Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

³ Medical Radiological Scientific Center named after A. F. Tsyba – a branch of the National Medical Research Center of Radiology, Obninsk, Russia

⁴ MELANOMA UNIT CLC, Moscow, Russia

⁵ Russia Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center named after S. P. Botkin, Moscow, Russia

⁶ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

SUMMARY

Introduction. Radiation damage to the bladder is one of the most common complications of radiation therapy for pelvic malignancies.

Materials and methods. The search, analysis and systematization of relevant publications in databases were carried out. e.Library.ru, cyberleninka.ru, PubMed. 64 articles were selected, which are included in this review.

Results and discussion. Data on epidemiology, risk factors, pathogenesis, prevention, diagnosis, and treatment of radiation damage to the bladder are presented.

Conclusions. Hyperbaric oxygenation, intravesical instillation of glycosaminoglycan acid and chondroitin sulfate, as well as transurethral fulguration remain the most effective methods of treating radiation damage to the bladder.

KEYWORDS: prostate cancer, radiation therapy, late radiation toxicity, late radiation cystitis.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interests.

Введение

Лучевая терапия (ЛТ) применяется в качестве самостоятельной лечебной опции при локализованном раке предстательной железы (РПЖ) либо в составе комбинированного

или комплексного лечения его местнораспространенных форм, при наличии регионарных метастазов или олигометастатического поражения, а также в качестве «спасительного» лечения при местном рецидиве после

Шкала оценки тяжести лучевых повреждений органов мочеполовой системы (RTOG/EORTC, 1995) [8]

0	1	2	3	4
Нет	Небольшая атрофия эпителия. Небольшая телеангиэктазия. Микрогематурия	Умеренная поллакиурия. Генерализованная телеангиэктазия. Преходящая макрогематурия	Тяжелая дизурия. Тяжелая генерализованная телеангиэктазия (часто с петехиями). Частая макрогематурия. Уменьшение объема мочевого пузыря (<150 см ³)	Некроз, микроцистис (объем менее <100 см ³). Тяжелый геморрагический цистит

радикальной простатэктомии. Применяются различные модификации дистанционной ЛТ (ДЛТ), брахитерапия (БТ), а также сочетание дистанционного и внутритканевого облучения [1–3].

ЛТ может сопровождаться ранней и поздней лучевой токсичностью, которая существенно снижает качество жизни пациента (вплоть до его инвалидизации), поэтому ее профилактика, ранняя диагностика и эффективное лечение остаются актуальными проблемами онкологии. Основные критические органы при облучении – прямая кишка и мочевого пузыря. Поздний лучевой цистит (ПЛЦ) нередко требует экстренной госпитализации, в том числе в отделение интенсивной терапии. По данным V. Lee и соавт. из 17382 пациентов, обратившихся в отделения неотложной помощи по поводу ПЛЦ, 9655 (55,5%) потребовалось выполнение инвазивных медицинских вмешательств и гемотрансфузий [4].

Цель обзора – систематизация информации по эпидемиологии, патогенезу, профилактике и лечению лучевых повреждений мочевого пузыря для помощи урологам и онкологам в ведении таких пациентов.

Материалы и методы

Проведены поиск, синтез и анализ релевантных публикаций в базах данных eLibrary.ru, cyberleninka.ru, PubMed по следующим ключевым словам: «рак предстательной железы» («prostate cancer»), «лучевая терапия» («radiotherapy»), «осложнения» («complications»), «лучевой цистит» («radiation cystitis»), «патогенез» («pathogenesis»), «патоморфология» («pathomorphology»), «профилактика» («prophylaxis»), «лечение» («treatment») – без ограничения

Таблица 2

Частота лучевого цистита

Автор	n	Вид ЛТ	Частота ПЛЦ
Bologna E. и соавт. [14]	48713	н/у	2,8%
Lonerган P.E. и соавт. [15]	1744	ДЛТ	5,9%
Sanguedolce F. и соавт. [16]	1421	ДЛТ (лечебная, адьювантная и сальважная)	5,6%
Afonso-João D. и соавт. [17]	783	ДЛТ (лечебная, адьювантная, сальважная)	9,1% (тяжелый – 1,6%)
Makino K. и соавт. [18]	246	ДЛТ	16,2% (тяжелый – 3,0%)
Doiron R.C. и соавт. [19]	120	ДЛТ (n=67) БТ (n=46). Сочетанная ЛТ (n=7)	50,8%
David R.V. и соавт. [20]	117	ДЛТ	59,8%
Gatsinga R. и соавт. [21]	53	н/у	4,5%

по языку и дате публикации. Исключены тезисы конференций, диссертации и их авторефераты, описания клинических наблюдений и их серий, комментарии редакций, обзорные статьи, патенты. После изучения заголовков публикаций, оценки аннотаций и изучения текстов статей отобраны и включены в настоящий обзор 65 из них.

Результаты и обсуждение

ПЛЦ, под которым понимают возникновение в стенке мочевого пузыря под воздействием ионизирующего излучения патоморфологических изменений, проявляющихся симптомами нижних мочевыводящих путей (СНМП) и, часто, макрогематурией, впервые описан в 1927 г. Dean A. L.J. [5].

Диагностика. Основные диагностические критерии ПЛЦ – СНМП и ЛТ в анамнезе. УЗИ позволяет исключить наличие новообразований мочевого пузыря как источника макрогематурии, а также выявить в его полости сгустки крови. Цистоскопия, которую следует выполнять под обезболиванием, – обязательный метод обследования пациентов ПЛЦ. Помимо диагностического, она также может иметь и лечебное значение, так как позволяет эвакуировать сгустки крови из полости мочевого пузыря и провести эндоскопический гемостаз [6, 7].

Степень тяжести поздних лучевых повреждений оценивается по шкале RTOG (табл. 1).

Эпидемиология

Несмотря на широко применяемые современные технологии, токсичность ЛТ злокачественных новообразований (ЗНО) органов малого таза остается довольно высокой. Fuentes-Raspall R. и соавт. в своем исследовании выявили лучевые повреждения мочевого пузыря у 19,9% из 257 пациентов, перенесших ДЛТ: grade 1 – у 31 (12,1%), grade 2 – у 20 (7,8%) [9].

В исследовании Detti V. и соавт. из 394 пациентов острая урогенитальная лучевая токсичность имела место у 26,65%, хроническая – у 4,06% [10].

Anderson J. F. и соавт. оценен 5-летний кумулятивный риск развития поздних осложнений со стороны органов мочеполовой системы у 351 пациента, получившего брахитерапию. Он составил 8,6% для grade 1, 6,5% – для grade 2, 1,7% – для grade 3 и 0,5% – для grade 4 [11].

В крупномасштабном ретроспективном исследовании Hebert K. J. и соавт., в которое было включено 121027 пациентов, лучевые повреждения мочевыделительной системы наблюдались у 10057 (8,3%) из них [12].

Бердичевским В. Б. и соавт. ПЛЦ выявлен у 42% пациентов, получавших радионуклидную терапию [13].

Данные о частоте лучевой токсичности у пациентов с РПЖ достаточно противоречивы (табл. 2), что

обусловлено отличиями в объеме выборки, включением в клинические исследования пациентов с различными стадиями заболевания и факторами риска развития лучевых повреждений, применением разных модальностей и режимов ЛТ, а также различиями в критериях диагностики данного состояния.

Факторы риска

1. Метод ЛТ

В метаанализе Li X. и соавт. получены данные о большей урогенитальной токсичности низкодозной брахитерапии (НБТ) по сравнению с ДЛТ [22].

Doiron R. C. и соавт. было продемонстрировано, что сочетанная ЛТ чаще сопровождалась развитием лучевых реакций и осложнений со стороны органов мочеполовой системы [19]. Tward J. D. и соавт. получены схожие данные [23].

Исследование Gill S. и соавт. продемонстрировало, что у пациентов, которым проводилась визуально контролируемая ЛТ (IGRT), наблюдалась меньшая частота лучевых повреждений [24].

Сафроновой Е. В. установлено, что при ЛТ с модулированной интенсивностью (IMRT), несмотря на то что ПЛЦ 1-й степени развился у 81,0% пациентов, лучевые повреждения 2-й степени имели место всего у 2,8% пациентов. Более тяжелых степеней зарегистрировано не было [25]. Эти данные подтверждают значение IGRT и IMRT в снижении частоты лучевых повреждений мочевого пузыря.

2. Место ЛТ в лечении РПЖ

В исследовании Makino K. и соавт. показано, что адьювантная и сальважная ЛТ повышали риск урогенитальной токсичности по сравнению с пациентами, получавшими ЛТ в качестве единственного метода лечения [18].

Baskin A. и соавт. также отмечено, что у пациентов, получивших ЛТ в послеоперационном периоде, риск ПЛЦ был выше (ОШ 5,60, 95% ДИ 3,40–9,22; $p < 0,01$) [26].

Киреевой Т. А. и соавт. отмечено, что при профилактическом облучении зон регионарного метастазирования статистически значимо повышается частота лучевых реакций со стороны лишь прямой кишки ($p = 0,01$), но не мочевыводящих путей ($p = 0,83$) [27].

В исследовании Afonso-João D. и соавт. не выявлено связи между программой ЛТ (самостоятельная, адьювантная или сальважная) и частотой осложнений со стороны органов мочеполовой системы [17].

3. СОД

Это один из наиболее значимых факторов риска развития реакций и осложнений ЛТ.

Несмотря на то что Afonso-João D. и соавт. не было выявлено связи между частотой осложнений ЛТ и СОД [17], в других исследованиях она оказалась значимым фактором риска развития лучевых повреждений.

В работе Sutani S. и соавт. у 1084 пациентов, получавших IMRT, БТ с I-125, а также сочетанную ЛТ (ДЛТ с БТ), СОД оказалась единственным фактором риска развития урогенитальной токсичности независимо от ее вида [28].

При анализе результатов лечения 309 пациентов, которым проводилась IMRT, Inokuchi H. и соавт. выявили, что СОД более 75 Гр сопровождалась повышением частоты осложнений со стороны мочевыделительной системы [29].

Shinde A. и соавт. установлено, что лучевые повреждения мочевого пузыря 2-й степени тяжести развивались при подведении дозы 25 Гр к 25% его объема [30].

4. Характеристики пациента

В исследовании Afonso-João D. и соавт. не было выявлено связи между возрастом, стадией опухолевого процесса, исходным уровнем ПСА, суммой Глисона или группой риска по классификации D'Amico [17].

Bologna E. и соавт. выяснено, что ожирение (ОШ 1,29; 95% ДИ 1,23–1,35), курение (ОШ 1,27; 95% ДИ 1,22–1,33) и сахарный диабет II типа (ОШ 1,32; 95% ДИ 1,26–1,39) оказались статистически значимыми факторами (для всех $p < 0,001$) развития ПЛЦ [14]. Диабетическая микроангиопатия и повреждение эндотелия сосудов при воздействии никотина усугубляют изменения в микроциркуляторном русле, развивающиеся при воздействии ионизирующего излучения. Абдоминальное ожирение затрудняет топографическое планирование процесса облучения, в связи с чем критические органы подвергаются большей лучевой нагрузке.

Наличие эпицистостомы повышает риск развития ПЛЦ, а ее закрытие до начала ЛТ можно считать профилактикой развития данного осложнения [31].

Massi M. C. и соавт. выявлена связь молекулярно-генетических маркеров (SNP) с повышенным риском урогенитальной лучевой токсичности [32].

Шулиной Л. В. и соавт. отмечено, что в крови больных РПЖ, у которых ЛТ протекала с осложнениями, уровень miR-124 до начала лечения был статистически значимо выше ($p = 0,04$) [33].

Корытовым О. В. и соавт. выявлены наиболее значимые факторы развития острых лучевых повреждений, среди которых применение 3D-планирования, использование сопутствующей терапии с применением 5 и более компонентов, заболевание, по поводу которого проводилась ЛТ, гистологическое строение и степень злокачественности опухоли, наличие ее отделенных метастазов, а также внутривезикулярное применение гидрогелевых композиций [34].

Исходя из анализа представленных публикаций, следует, что наиболее значимыми модифицируемыми факторами риска развития ПЛЦ остаются вид и метод ЛТ.

Патогенетические механизмы ПЛЦ

Ключевыми этапами патогенеза ПЛЦ являются воспаление, повреждение сосудов и вызываемые ими последствия [35, 36].

Ионизирующее излучение приводит к повреждению ДНК клеток, активации генотоксического стресс-индуцированного ядерного фактора «каппа-би» (NF- κ B) [37], радиолитизу воды и оксидативному стрессу [38], в результате которого повреждаются клетки уротелия и эндотелия. Это приводит к атрофии уротелия, повреждению микрососудистого русла, его тромбозу, тканевой гипоксии, воспалению и фиброзу [39, 40].

Повреждение и гибель клеток вызывают каскадную реакцию синтеза провоспалительных цитокинов, которые могут индуцировать воспаление в необлученных участках мочевого пузыря [41]. ЛТ может приводить к нарушению функции макрофагов, что способствует избыточному развитию грануляционной ткани [42], а также апоптозу CD4+ Т-лимфоцитов и дисрегуляции иммунного ответа [43].

Повышаются уровни ингибитора активации плазминогена (PAI 1), ограничивающего фибринолитическую активность (ответ на макрогематурию), а также тканевых ингибиторов металлопротеиназ (TIMP1 и TIMP2), фактора роста гепатоцитов (HGF), плацентарного фактора роста (PIGF) и сосудистого эндотелиального фактора роста (VEGF), что отражает репаративные процессы [44, 45].

Лечение ПЛЦ

Лечение пациентов с ПЛЦ является сложной задачей, требующей комплексного подхода.

Sanguedolce F. и соавт. проведен анализ причин обращения за медицинской помощью в когорте из 80 пациентов, получавших конформную ЛТ по поводу РПЖ (лечебная ЛТ у половины пациентов, у остальных – паллиативная ЛТ). Основной причиной обращения были макрогематурия и гемотампонада мочевого пузыря на фоне ПЛЦ. У 44 (55%) из них макрогематурия разрешилась на фоне консервативной терапии (гидратация и временная катетеризация мочевого пузыря с промыванием или без него). Госпитализация потребовалась 36 (45%) пациентам, из них 26 (72,2%) проводились инвазивные медицинские вмешательства. Трансуретральная фульгурация (т.е. обработка плазмой зон кровотечения и телеангиэктазий в мочевом пузыре) проведена 22 (61,1%) пациентам. Гемотрансфузия потребовалась в 14 (38,9%) случаях. Шести пациентам потребовалось выполнение цистэктомии (одному из них данная операция была выполнена в связи с диагностированным через 6 месяцев после завершения лечения раком мочевого пузыря). В дальнейшем 7 пациентам с целью профилактики рецидива макрогематурии проведена консолидирующая терапия: 6 – инстилляций гиалуроновой кислоты, 1 – гипербарическая оксигенация (ГБО) [16].

Внутрипузырные инстилляци

В 80–90-е гг. XX в. для купирования гематурии применялись внутрипузырные инстилляци формалина, которые в настоящее время не используются из-за токсичности активного вещества [46].

Предлагались внутрипузырные инстилляци 10% раствором димексида, который обладает противовоспалительным, противоотечным и анальгетическим эффектами, а также способствует проникновению в ткани антибиотиков, глюкокортикоидов (преднизолон) и лидазы, потенцируя их эффект [47].

Гиалуроновая кислота и хондроитина сульфат входят в состав глюкозаминогликанового слоя уротелия. Их внутрипузырное введение способствует восстановлению защитного барьера слизистой оболочки, облегчая тем самым симптомы ПЛЦ [47].

Redorta J. P. и соавт. в рандомизированном контролируемом исследовании оценен эффект еженедельных внутрипузырных инстилляций гиалуроновой кислоты/хондроитина сульфата в течение 6 недель. Также пациентам перорально назначались куркумин и кверцетин (флавоноиды с противовоспалительным эффектом) в течение 12 недель. В основной группе отмечено статистически значимое ($p=0,019$) улучшение качества жизни, инконтиненции и странгурии ($p=0,007$) [48].

Gacci M. и соавт. выявлено статистически значимое уменьшение никтурии и боли, оцененных по шкалам ICSI и ICPI, на фоне еженедельных инстилляций гиалуроновой кислоты и хондроитина сульфата в течение 1 месяца с последующим поддерживающим курсом (однократное введение препарата на 6, 8 и 12-й неделе) [49].

Кульченко Н. Г. отмечено снижение болевого синдрома у 54,2% пациентов после 5 еженедельных внутрипузырных инстилляций 0,1% раствора гиалуроната натрия (50 мл) [50].

Внутрипузырные инстилляци супероксиддисмутазы, которая инактивирует действие свободных радикалов, блокирует реакцию перекисного окисления липидов, подавляет активацию лейкотриена В4, хемотаксис лейкоцитов и синтез коллагена фибробластами и тем самым тормозит развитие фиброза стенки мочевого пузыря [47].

Каприным А. Д. и соавт. отмечен позитивный эффект озонотерапии. У 34 (85%) из 40 пациентов отмечены увеличение объема мочевого пузыря, снижение частоты императивных позывов, уменьшение дизурии и болевого синдрома при использовании комбинации внутрипузырной и системной озонотерапии, которая применялась после окончания ДЛТ ежедневно в виде инстилляций озонированного изотонического раствора с концентрацией озона 50–60 мг/л в количестве 100 мл в течение 10–15 дней и внутривенного введения 400 мл изотонического раствора с концентрацией озона 20 мг/л. Немаловажно, что эффект от лечения сохранялся в течение 2–3 месяцев. Тем не менее в дальнейшем 27 (68%) пациентам потребовалось повторное лечение в связи с рецидивом симптоматики [51].

Фитотерапия

Применение растительных препаратов при циститах – распространенная практика. В исследовании Hamilton K. и соавт. было установлено, что частота ПЛЦ была ниже (65%) у пациентов, принимавших с профилактической целью экстракт клюквы по 1 капсуле в день, в период лечения и в течение 2 недель после его завершения, по сравнению с группой плацебо (90%) ($p=0,058$). Тяжелый ПЛЦ развился у 30% пациентов, принимавших экстракт клюквы, и 45% – в группе плацебо ($p=0,30$) [52].

Однако Herst P. M. и соавт. не было выявлено статистически значимого уменьшения симптомов ПЛЦ в группах пациентов, принимавших экстракт клюквы и плацебо [53].

Гипербарическая оксигенация

Гипербарическая оксигенация (ГБО) способствует повышению парциального давления кислорода в крови при высоком давлении, создаваемом в барокамере, что

приводит к устранению тканевой гипоксии как одного из ключевых патогенетических звеньев ПЛЦ [54].

В исследовании Bologna E. и соавт. ГБО была единственным методом лечения ПЛЦ, при котором наблюдался клинический эффект [14].

В Кохрановском обзоре, объединившем результаты лечения 1071 пациента, отмечено, что данная методика может приводить к полному разрешению симптомов ПЛЦ [55].

Sarrío-Sanz P. и соавт. выявили полное разрешение симптомов ПЛЦ у 69,2%, а частичное – у 21,2% пациентов, которым проводилась ГБО; 73,5% из них оценили эффект от лечения как «очень хороший» и «хороший». Рецидивы отмечены у 15,4% пациентов в среднем в течение 40 мес наблюдения [56].

По данным Dellis A. и соавт., полный эффект от ГБО отмечен у 86,8% пациентов, частичный – у 13,2% [57]. Схожие результаты получены и в других исследованиях [58, 59].

В метаанализе Oscarsson N. и соавт., включающем 602 пациента, получивших ГБО, 84% имели полный или частичный регресс симптомов, лишь у 14% пациентов развился рецидив в среднем в течение 10 мес [60].

Недостатками данной лечебной опции являются низкая доступность и высокая стоимость.

Эндоурологические вмешательства

Они применяются для гемостаза и устранения гематомы мочевого пузыря. С этой целью предлагается применять энергию различных лазеров.

Ravi R. с этой целью был использован неодимовый YAG-лазер. Гемостатический эффект достигнут у 39 (93%) из 42 пациентов. В 5% случаев для его достижения потребовалось выполнение повторной фульгурации (в двух случаях гематурия купирована после третьего вмешательства). Осложнений и рецидивов в течение 14 мес наблюдения не было [61].

Talab S. S. и соавт. исследована эффективность калий-титанилфосфатного лазера. Гемостаз достигнут в 92% случаев. Безрецидивный период составил 11,8 мес. В 65% случаев эффект был достигнут после одной процедуры, в 25% – потребовались повторные вмешательства [62]. Схожие результаты получены Zhu J. и соавт. [63].

Martinez D. R. и соавт. описано успешное применение Green Light TM XPS лазера (40 Вт, волокно 3–4 мм) для лечения макрогематурии у пациентов с ПЛЦ [64].

В исследовании Sanguedolce F. и соавт. фульгурация с использованием так называемого низкоэнергетического монополярного режима (≤ 50 Гц) позволила купировать макрогематурию у 22 (61,1%) пациентов. В 6 случаях потребовалось ее повторное выполнение, а у 2 эффект был достигнут после третьей процедуры [16].

Цистэктомия

По данным Sanguedolce F. и соавт., цистэктомия потребовалась 6,25% [16], Gatsinga R. и соавт. – 5,8% [21], Sarrío-Sanz P. и соавт. – 9,6% пациентов [56]. В исследовании Bologna E. и соавт. цистэктомия выполнена 51 (1,95%) из 48713 пациентов [14].

Данная оргауноносящая операция при ПЛЦ выполняется по строгим показаниям: пациентам с профузным жизнеугрожающим кровотечением или выраженной дизурией, резистентным к консервативной терапии, а также пациентам с микроцистисом, как исходом длительно текущего и прогрессирующего ПЛЦ.

Профилактика

Критически важной целью профилактики ПЛЦ является снижение дозы облучения на мочевой пузырь, но не в ущерб онкологической эффективности. Пути реализации этой цели лежат в плоскости выбора приемлемых дозно-временных параметров облучения (на основании определения принадлежности к определенной группе риска рецидивирования), корректном формировании объема мишени и оптимального дозного планирования [65].

Из повседневной клинической практики необходимо исключить применение конвенционального облучения ЗНО органов малого таза, т. е. необходимо обеспечение конформной ЛТ с методиками IMRT/IGRT. Как представляется, решению задачи прецизионности радиотерапии способствует внедрение технологии Rapid Arc/VMAT (подвижное облучение под визуальным контролем с изменяющейся конфигурацией коллиматора и интенсивности пучков). При этом лучевая нагрузка на критические органы, в том числе нижние отделы мочевыводящего тракта, оценивается как более низкая.

На уровне обеспечения методологии облучения необходимо неукоснительное соблюдение правила «наполненного мочевого пузыря» при каждом сеансе ЛТ. Такой несложный прием позволяет значительно снизить лучевую нагрузку на орган риска.

Заключение

Несмотря на совершенствование оборудования для проведения ЛТ и внедрение современных ее методик, ПЛЦ остается одним из наиболее частых осложнений, развивающихся у пациентов, получающих данный вид лечения по поводу ЗНО малого таза.

На сегодняшний день нет единого стандарта лечения поздней лучевой токсичности мочевыделительной системы. Таким образом, поиск оптимального лечебного алгоритма у пациентов с ПЛЦ сохраняет свою актуальность, так же как и разработка эффективных методов его профилактики.

ГБО, внутривезикулярные инстилляции гиалуроновой кислоты и хондроитина сульфата, а также трансуретральная фульгурация остаются наиболее эффективными методами лечения лучевых повреждений мочевого пузыря.

Большинство публикаций по данной проблеме включают небольшое количество пациентов, а их результаты противоречивы, что требует проведения дальнейших исследований в данном направлении.

Вклад авторов. Монаков Д. М. – концепция и дизайн исследования, поиски и анализ релевантных публикаций, написание рукописи статьи; Грицкевич А. А. – научное руководство исследованием, редактирование рукописи статьи; Зимовец О. М. – поиск публикаций по теме исследования; Богданов А. Б. – поиск и анализ публикаций по теме исследования; Кукош М. Ю. – концепция и дизайн исследования, написание рукописи статьи; Тер-Ованесов М. Д. – научное руководство исследованием, редактирование рукописи статьи.

Authors' contribution. Monakov D.M. – the concept and design of research, search and analysis of relevant publications, writing the manuscript of the article; Gritskevich A.A. – scientific management of the research, editing of the manuscript of the article; Zimovets O.M. – search for publications on the research topic; Bogdanov A.B. – search and analysis of publications on the research topic; Kukosh M. Yu. – concept and design research, editing of the manuscript of the article; Ter-Ovanesov M.D. – scientific management of research, editing of the manuscript of the article.

Список литературы / References

1. Рак предстательной железы. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения РФ. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/12_3 (дата обращения: 20.12.2024). Prostate cancer. Clinical recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation. Available on: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/12_3 (Cited 2024 Dec 12). (In Russ.).
2. NCCN guidelines version 1.2025. Prostate cancer. Available from: www.nccn.org/patients. Cited 2020 Dec 20.
3. EAU guidelines. Prostate cancer. Available from: <https://uroweb.org/guidelines/prostate-cancer>.
4. Lee V, An Y, Park HS, et al. Emergency department visits for radiation cystitis among patients with a prostate cancer history. *BJU Int.* 2022; 130 (2): 208–216. <https://doi.org/10.1111/bju.15650>
5. Crew JP, Jephcott CR, Reynard JM. Radiation-induced haemorrhagic cystitis. *Eur Urol.* 2001; 40 (2): 111–23. <https://doi.org/10.1159/000049760>
6. Halperin E.C., Perez C.A., Brady L.W. Perez and Brady's principles and practice of radiation oncology. 5th edn. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. 2106 p.
7. Denton AS, Clarke NW, Maher EJ. Non-surgical interventions for late radiation cystitis in patients who have received radical radiotherapy to the pelvis. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2002; 3: IDCD001773.
8. Cox JD, Stetz J, Pajak TF. Toxicity criteria of the Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) and the European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC). *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1995; 31 (5): 1341–6. [https://doi.org/10.1016/0360-3016\(95\)00060-C](https://doi.org/10.1016/0360-3016(95)00060-C)
9. Fuentes-Raspall R, Inoriza JM, Rosello-Serrano A, et al. Late rectal and bladder toxicity following radiation therapy for prostate cancer: predictive factors and treatment results. *Rep Pract Oncol Radiother.* 2013; 18 (5): 298–303. <https://doi.org/10.1016/j.rpor.2013.05.006>
10. Detti B, Baki M, Becherini C, Saieva C, et al. High-dose intensity-modulated radiation therapy as primary treatment of prostate cancer: genitourinary/gastrointestinal toxicity and outcomes, a single-institution experience. *Radiol Med.* 2019; 124 (5): 422–431. <https://doi.org/10.1007/s11547-018-0977-1>
11. Anderson J.F., Swanson D.A., Levy L.B. et al. Urinary side effects and complications after permanent prostate brachytherapy: the MD Anderson Cancer Center experience. *Urology.* 2009; 74 (3): 601–5. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2009.04.060>
12. Hebert KJ, Matta R, Fendereski K, et al. Genitourinary radiation injury following prostate cancer treatment: assessment of cost and health care system burden. *Urology.* 2023; 179: 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2023.03.056>
13. Бердичевский В.Б., Гутрова Е.И., Налетов А.А. и др. Радионуклидиндуцированный цистит. Современный взгляд на проблему. Академический журнал Западной Сибири. 2020; 16 (5 (88)): 45–47. Berdichevsky V.B., Gutrova E.I., Nalefov A.A. and others. Radionuclide-induced cystitis. A modern view of the problem. *Academic Journal of Western Siberia.* 2020; 16 (5 (88)): 45–47. (In Russ.).
14. Bologna E, Licari LC, Franco A, et al. Incidence and management of radiation cystitis after pelvic radiotherapy for prostate cancer: analysis from a national database. *Urology.* 2024; 191: 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2024.04.035>
15. Lonergan PE, Baskin A, Greenberg SA, et al. The Long-term incidence and quality of life outcomes associated with treatment-related toxicities of external beam radiotherapy for prostate cancer. *Urology.* 2023; 178: 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2023.05.012>
16. Sanguedolce F, Sancho Pardo G, et al. Radiation-induced haemorrhagic cystitis after prostate cancer radiotherapy: factors associated to hospitalization and treatment strategies. *Prostate Int.* 2021; 9 (1): 48–53. <https://doi.org/10.1016/j.pnil.2020.07.006>
17. Afonso-João D, Pacheco-Figueiredo L, Antunes-Lopes T, et al. Cumulative incidence and predictive factors of radiation cystitis in patients with localized prostate cancer. *Actas Urol Esp (Engl Ed).* 2018; 42 (4): 256–261. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2017.06.009>
18. Makino K, Sato Y, Takenaka R, et al. Cumulative incidence and clinical risk factors of radiation cystitis after radiotherapy for prostate cancer. *Urol Int.* 2023; 107 (5): 440–446. <https://doi.org/10.1159/000521723>
19. Doiron RC, Witten J, Rourke KF. The scope, presentation, and management of genitourinary complications in patients presenting with high-grade urethral complications after radiotherapy for prostate cancer. *Can Urol Assoc J.* 2021; 15 (1): E6–E10. <https://doi.org/10.5489/cuaj.6599>
20. David RV, Islam A, Miller J, et al. Genitourinary toxicity after pelvic radiation: prospective review of complex urological presentations. *Asian J Urol.* 2024; 11 (4): 633–641. <https://doi.org/10.1016/j.ajur.2023.01.006>
21. Gatsinga R, Lim B, Kumar N, et al. Radiation-induced hemorrhagic cystitis in prostate cancer survivors: the hidden toll. *Medicina (Kaunas).* 2024; 60 (11): 1746. <https://doi.org/10.3390/medicina60111746>
22. Li X, Shan L, Wang Q, et al. Comparison of chronic gastrointestinal and genitourinary toxicities between brachytherapy and external beam radiotherapy for patients with prostate cancer: a systematic review and meta-analysis. *Technol Health Care.* 2023; 31 (5): 357–372. <https://doi.org/10.3233/THC-236031>
23. Tward JD, Jarosek S, Chu H, et al. Time course and accumulated risk of severe urinary adverse events after high- versus low-dose-rate prostate brachytherapy with or without external beam radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2016; 95 (5): 1443–1453. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2016.03.047>
24. Gill S, Thomas J, Fox C, et al. Acute toxicity in prostate cancer patients treated with and without image-guided radiotherapy. *Radiat Oncol.* 2011; 6: 145. <https://doi.org/10.1186/1748-717X-6-145>
25. Сафронова Е.В. Оценка степени острой местной токсичности при лечении рака предстательной железы радикальным методом лучевой терапии с модуляцией интенсивности дозы при разных режимах фракционирования. *Онкологический журнал.* 2016; 10 (1 (37)): 55–58. Safronova E.V. Assessment of the degree of acute local toxicity in the treatment of prostate cancer by radical radiation therapy with dose intensity modulation in different fractionation regimens. *Oncological Journal.* 2016; 10 (1 (37)): 55–58. (In Russ.).
26. Baskin A, Cowan JE, Braun A, et al. Long-term complications and health-related quality of life outcomes after radical prostatectomy with or without subsequent radiation treatment for prostate cancer. *Urol Oncol.* 2023; 41 (10): 429.e9–429.e14. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2023.06.003>
27. Киреева Т.А., Гуменецкая Ю.В., Бирюков В.А. и др. Оценка токсичности лечения при профилактическом облучении лимфатических узлов малого таза у больных раком предстательной железы высокого риска прогрессирования. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена.* 2022; 11 (2): 20–24. Kireeva T.A., Gumenetskaya Yu.V., Biryukov V.A. and others. Assessment of the toxicity of treatment with prophylactic irradiation of pelvic lymph nodes in patients with prostate cancer at high risk of progression. *Oncology. P. A. Herzen Magazine.* 2022; 11 (2): 20–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.1016/onkolog20221102120>
28. Sutani S, Ohashi T, Sakayori M, et al. Comparison of genitourinary and gastrointestinal toxicity among four radiotherapy modalities for prostate cancer: Conventional radiotherapy, intensity-modulated radiotherapy, and permanent iodine-125 implantation with or without external beam radiotherapy. *Radiother Oncol.* 2015; 117 (2): 270–6. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2015.08.019>
29. Inokuchi H, Mizowaki T, Norihisa Y, et al. Correlation between urinary dose and delayed radiation cystitis after 78 Gy intensity-modulated radiotherapy for high-risk prostate cancer: a 10-year follow-up study of genitourinary toxicity in clinical practice. *Clin Transl Radiat Oncol.* 2017; 6: 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.ctro.2017.09.005>
30. Shinde A, Li R, Han C, Frankel P, et al. Dosimetric predictors of genitourinary toxicity from a phase I trial of prostate bed stereotactic body radiation therapy. *Pract Radiat Oncol.* 2021; 11 (1): e90–e97. <https://doi.org/10.1016/j.pro.2020.06.004>
31. Сидорова С.А., Школник М.И., Богомолов О.А. и др. Частота лучевых повреждений у больных раком предстательной железы, получивших комбинированное гормонотерапевтическое лечение после закрытия эпицистостомии. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. 2015; XXII (03): 51–53. Sidorova S.A., Shkolnik M.I., Bogomolov O.A. and others. The frequency of radiation injuries in patients with prostate cancer who received combined hormone radiation treatment after epicycstostomy closure. *Scientific notes of Pavlov St. Petersburg State Medical University.* 2015; XXII (03): 51–53. (In Russ.).
32. Massi MC, Gasperoni F, Ieva F, et al. A deep learning approach validates genetic risk factors for late toxicity after prostate cancer radiotherapy in a REQUITE multi-national cohort. *Front Oncol.* 2020; 10: 541281. <https://doi.org/10.3389/fonc.2020.541281>
33. Шульмина Л.В., Михайлов В.Ф., Раева Н.Ф. и др. МикроРНК в крови пациентов с раком предстательной железы как возможный показатель ранних осложнений лучевой терапии. *Радиационная биология. Радиоэкология.* 2017; 57 (6): 598–607. Shulmina L.V., Mikhailov V.F., Raeva N.F. and others. microRNAs in the blood of patients with prostate cancer as a possible indicator of early complications of radiation therapy. *Radiation biology. Radioecology.* 2017; 57 (6): 598–607. (In Russ.).
34. Корытов О.В., Корытова А.И., Григорьев С.Г. Исследование рисков возникновения лучевых реакций у пациентов, получающих облучение органов малого таза. *Российский биотерапевтический журнал.* 2024; 23 (2): 69–77. Korytov O.V., Korytova A.I., Grigoriev S.G. Investigation of the risks of radiation reactions in patients receiving pelvic radiation. *Russian Biotherapeutic Journal.* 2024; 23 (2): 69–77. (In Russ.). <https://doi.org/10.17650/1726-9784-2024-23-2-69-77>
35. Neckonoff E, Anderson CB. Advancements in understanding and managing radiation cystitis: a comprehensive review. *Curr Urol Rep.* 2024; 26 (1): 1. <https://doi.org/10.1007/s11934-024-01238-0>
36. Chargari C, Supiot S, Hennequin C, et al. Treatment of radiation-induced late effects: what's new? *Cancer Radiother.* 2020; 24 (6–7): 602–611. <https://doi.org/10.1016/j.canrad.2020.06.007>.S1278-3218 (20) 30177-3
37. Boström M, Kalm M, Eriksson Y, et al. A role for endothelial cells in radiation-induced inflammation. *Int J Radiat Biol.* 2018; 94 (3): 259–271. <https://doi.org/10.1080/09553002.2018.1431699>
38. Venkatesulu B, Mahadevan L, Aliru M. Radiation-induced endothelial vascular injury: a review of possible mechanisms. *JACC Basic Trans Science.* 2018; 3 (4): 563–572. <https://doi.org/10.1016/j.jacbs.2018.01.014>
39. Стрельцова О.С., Моисеев А.А., Киселева Е.Б. и др. Оперативная прижизненная оценка состояния соединительной ткани мочевого пузыря в возможности прогнозирования тяжести лучевого поражения. *Экспериментальная и клиническая урология.* 2018; (4): 40–45. Streltsova O.S., Moiseev A.A., Kiseleva E.B. and others. Operative lifetime assessment of the condition of the connective tissue of the bladder in the possibility of predicting the severity of radiation damage. *Experimental and clinical urology.* 2018; (4): 40–45. (In Russ.).
40. Бердичевский В.Б., Гутрова Е.И., Хилькевич С.В. и др. Клинико-морфологические особенности проявления хронического бактериального, лучевого и БЦЖ-индуцированного цистита. *Медицинский вестник Башкортостана.* 2022; 17 (4 (100)): 22–25. Berdichevsky V.B., Gutrova E.I., Khilkevich S.V. and others. Clinical and morphological features of the manifestation of chronic bacterial, radiation and BCG-induced cystitis. *Medical Bulletin of Bashkortostan.* 2022; 17 (4 (100)): 22–25. (In Russ.).
41. Helissey C, Cavallero S, Mondot S, et al. Correlation between serum and urine biomarkers and the intensity of acute radiation cystitis in patients treated with radiation therapy for localized prostate cancer: Protocol for the Radiotoxicity Bladder Biomarkers (RABBIO) study. *JMIR Res Protoc.* 2023; 12: e38362. <https://doi.org/10.2196/38362>

42. Mezzani L, Deutsch E, Mondini M. Macrophages in radiation injury: a new therapeutic target. *Oncolimmunology*. 2018; 7 (10): e1494488. <https://doi.org/10.1080/2162402x.2018.1494488>
43. Foro P, Algara M, Lozano J, et al. Relationship between radiation-induced apoptosis of T lymphocytes and chronic toxicity in patients with prostate cancer treated by radiation therapy: a prospective study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2014; 88 (5): 1057–1063. [https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2014.01.002.S0360-3016 \(14\) 00005-4](https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2014.01.002.S0360-3016 (14) 00005-4)
44. Zwaans BMM, Nicolai HE, Chancellor MB, et al. Prostate cancer survivors with symptoms of radiation cystitis have elevated fibrotic and vascular proteins in urine. *PLoS One*. 2020; 15 (10): e0241388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241388>
45. Zwaans BMM, Bartolone SN, Chancellor MB, et al. Altered angiogenic growth factors in urine of prostate cancer survivors with radiation history and radiation cystitis. *Urology*. 2018; 120: 180–186. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2018.07.025>
46. Lojanapiwat B, Sripralakit S, Soonthornphan S, et al. Intravesical formalin instillation with a modified technique for controlling haemorrhage secondary to radiation cystitis. *Asian J Surg*. 2002; 25 (3): 232–5. [http://doi.org/10.1016/S1015-9584 \(09\) 60181-0](http://doi.org/10.1016/S1015-9584 (09) 60181-0)
47. Терехов О.В., Пасов В.В. Лечение поздних лучевых повреждений мочевого пузыря. Эффективная фармакоотерапия. 2014; (32): 26–31. TerTerekhov O.V., Pasov V.V. Treatment of late radiation injuries of the bladder. *Effective pharmacotherapy*. 2014; (32): 26–31. (In Russ.).
48. Redorta JP, Sanguedolce F, Pardo GS, et al. Multicentre International Study for the Prevention with iAURil of Radio-induced Cystitis (MISTIC): a randomised controlled study. *Eur Urol Open Sci*. 2021; 26: 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.euro.2021.01.016>
49. Gacci M, Saleh O, Giannesi C, et al. Sodium hyaluronate and chondroitin sulfate replenishment therapy can improve nocturia in men with post-radiation cystitis: results of a prospective pilot study. *BMC Urol*. 2015; 15: 65. <https://doi.org/10.1186/s12894-015-0046-1>
50. Кульченко Н.Г. Медикаментозное лечение осложнений после лучевой терапии. Исследования и практика в медицине. 2018; 5 (S1): 52. Kulchenko N.G. Medical treatment of complications after radiation therapy. *Research and practice in medicine*. 2018; 5 (S1): 52. (In Russ.).
51. Каприн А.Д., Титова В.А., Иванов С.А. и др. Системная и внутривезикулярная озонотерапия при циститах после радикальной лучевой терапии и комплексного лечения злокачественных опухолей малого таза. Онкоурология. 2006; (4): 35–37. Kaprin A.D., Titova V.A., Ivanov S.A. and others. Systemic and intravesical ozone therapy for cystitis after radical radiation therapy and complex treatment of malignant tumors of the small pelvis. *Oncouriology*. 2006; (4): 35–37. (In Russ.).
52. Hamilton K, Bennett NC, Purdie G, et al. Standardized cranberry capsules for radiation cystitis in prostate cancer patients in New Zealand: a randomized double blinded, placebo-controlled pilot study. *Support Care Cancer*. 2015; 23(1): 95–102. <https://doi.org/10.1007/s00520-014-2335-8>
53. Herst PM, Aumata A, Sword V, et al. Cranberry capsules are not superior to placebo capsules in managing acute non-haemorrhagic radiation cystitis in prostate cancer patients: a phase III double blinded randomised placebo controlled clinical trial. *Radiother Oncol*. 2020; 149: 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2020.05.006>
54. Лоран О.Б., Синякова Л.А., Митрохин А.А. и др. Гипербарическая оксигенация в лечении поздних постлучевых циститов. Экспериментальная и клиническая урология. 2010; (2): 73–77. Laurent O.B., Sinyakova L.A., Mitrokhin A.A. and others. Hyperbaric oxygenation in the treatment of late post-radiation cystitis. *Experimental and clinical urology*. 2010; (2): 73–77. (In Russ.).
55. Lin ZC, Bennett MH, Hawkins GC, et al. Hyperbaric oxygen therapy for late radiation tissue injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2023 15; 8 (8): CD005005. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005005.pub5>
56. Sarrió-Sanz P, Sanchez-Caballero L, Martínez-Cayuelas L, et al. Efficacy, tolerance and predictors of response to the treatment with hyperbaric oxygen therapy for patients with hemorrhagic radiation cystitis. *Arch Esp Urol*. 2022; 75 (4): 354–360. <https://doi.org/10.56434/j.arch.esp.urol.20227504.50>
57. Dellis A, Papatsoris A, Kalentzos V, et al. Hyperbaric oxygen as sole treatment for severe radiation-induced haemorrhagic cystitis. *Int Braz J Urol*. 2017; 43 (3): 489–495. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2016.0451>
58. Gaio-Lima C, Castedo J, Cruz M, et al. The role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of radiation lesions. *Clin Transl Oncol*. 2022; 24 (12): 2466–2474. <https://doi.org/10.1007/s12094-022-02892-x>
59. Cardinal J, Slade A, McFarland M, et al. Scoping review and meta-analysis of hyperbaric oxygen therapy for radiation-induced hemorrhagic cystitis. *Curr Urol Rep*. 2018; 19 (6): 38. <https://doi.org/10.1007/s11934-018-0790-3>
60. Oscarsson N, Müller B, Rosén A, et al. Radiation-induced cystitis treated with hyperbaric oxygen therapy (RICH-ART): a randomised, controlled, phase 2–3 trial. *Lancet Oncol*. 2019; 20 (11): 1602–1614. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045 \(19\) 30494-2](https://doi.org/10.1016/S1470-2045 (19) 30494-2)
61. Ravi R. Endoscopic neodymium: YAG laser treatment of radiation-induced hemorrhagic cystitis. *Lasers Surg Med*. 1994; 14 (1): 83–7. <https://doi.org/10.1002/lsm.1900140116>
62. Talab SS, McDougal WS, Wu CL, et al. Mucosa-sparing, KTP laser coagulation of submucosal telangiectatic vessels in patients with radiation-induced cystitis: a novel approach. *Urology*. 2014; 84 (2): 478–83. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2014.03.029>
63. Zhu J, Xue B, Shan Y, et al. Transurethral coagulation for radiation-induced hemorrhagic cystitis using GreenLight™ potassium-titanyl-phosphate laser. *Photomed Laser Surg*. 2013; 31 (2): 78–81. <https://doi.org/10.1089/pho.2012.3396>
64. Martínez DR, Ercole CE, Lopez JG, et al. A novel approach for the treatment of radiation-induced hemorrhagic cystitis with the GreenLight™ XPS Laser. *Int Braz J Urol*. 2015; 41 (3): 584–7. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538>
65. Principles and Practice of Radiation Oncology (seventh edition) / eds. E.C. Halperin, D.E. Wazer, C.A. Perez, L.W. Brady. Wolters Kluwer, Philadelphia; 2019. Chapter 69–70. P. 1560–1622.

Статья поступила / Received: 22.01.2025

Получена после рецензирования / Revised: 24.02.2025

Принята в печать / Accepted: 04.03.2025

Сведения об авторах

Монаков Дмитрий Михайлович, к.м.н., старший научный сотрудник отдела онкоурологии¹, доцент кафедры урологии и оперативной нефрологии с курсом онкоурологии². E-mail: gvgk-monakov@mail.ru. РИНЦ Author ID 995385. ORCID: 0000-0002-9676-1802

Кукос Мария Юрьевна, к.м.н., доцент кафедры онкологии и гематологии², старший научный сотрудник³, врач-онколог⁴. E-mail: manja70@inbox.ru. РИНЦ AuthorID 824956. ORCID: 0000-0001-6481-1724

Зимовец Оксана Михайловна, клинический ординатор по специальности «урология»¹. E-mail: zimovetsom@mail.ru

Грицкевич Александр Анатольевич, д.м.н., зав. отделением онкоурологии и урологии¹, проф. кафедры урологии и оперативной нефрологии с курсом онкоурологии². E-mail: grekaa@mail.ru. РИНЦ AuthorID:816947. ORCID: 0000-0002-5160-925x

Богданов Андрей Борисович, к.м.н., врач-уролог урологического отделения³; доцент кафедры урологии и хирургической андрологии⁶. E-mail: bogdanovab@botkinmoscow.ru. РИНЦ AuthorID 742456. ORCID: 0000-0001-5347-8364

Тер-Ованесов Михаил Дмитриевич, д.м.н., проф., зав. кафедрой онкологии и гематологии². E-mail: termd@yandex.ru. РИНЦ AuthorID 698259. ORCID: 0000-0002-0042-1150

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Россия

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН), Москва, Россия

³ Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, Обнинск, Россия

⁴ ООО «МЕЛАНОМА ЮНИТ», Москва, Россия

⁵ ГБУЗ «Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С.П. Боткина ДЗМ», Москва, Россия

⁶ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», Москва, Россия

Автор для переписки: Монаков Дмитрий Михайлович. E-mail: gvgk-monakov@mail.ru

Для цитирования: Монаков Д. М., Кукос М. Ю., Зимовец О. М., Грицкевич А. А., Богданов А. Б., Тер-Ованесов М. Д. Лучевые повреждения мочевого пузыря при раке предстательной железы: обзор литературы. *Медицинский алфавит*. 2025; (14): 31–37. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-14-31-37>

About authors

Monakov Dmitry M., PhD Med, senior researcher¹, associate professor at Dept of urology and surgical nephrology with a course in oncology².

E-mail: gvgk-monakov@mail.ru. RSCI Author ID 995385. ORCID: 0000-0002-9676-1802

Kukosh Maria Yu., PhD Med, associate professor at Dept of Oncology and Hematology², senior researcher³, medical oncologist⁴. E-mail: manja70@inbox.ru. RINCC AuthorID 824956. ORCID: 0000-0001-6481-1724

Zimovets Oksana M., resident in the specialty “Urology”¹. E-mail: zimovetsom@mail.ru

Gritskевич Александр А., DM Sci (habil.), head of Dept of oncology and urology¹, professor at Dept of Urology and Surgical Nephrology with a Course in Oncology². E-mail: grekaa@mail.ru. RSCI Author 816947. ORCID: 0000-0002-5160-925x

Bogdanov Andrey B., PhD Med, urologist at Urology Dept³, associate professor at Dept of Urology and Surgical Andrology⁶. E-mail: bogdanovab@botkinmoscow.ru. RSCI Author 742456. ORCID: 0000-0001-5347-8364

Ter-Ovanesov Mikhail D., DM Sci (habil.), professor, head of Dept of Oncology and Hematology². E-mail: termd@yandex.ru. RINCC AuthorID 698259. ORCID: 0000-0002-0042-1150

¹ Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

³ Medical Radiological Scientific Center named after A. F. Tsyba – a branch of the National Medical Research Center of Radiology, Obninsk, Russia

⁴ MELANOMA UNIT CLC, Moscow, Russia

⁵ Russia Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center named after S.P. Botkin, Moscow, Russia

⁶ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

Corresponding author: Monakov Dmitry M. E-mail: gvgk-monakov@mail.ru

For citation: Monakov D. M., Kukosh M. Yu., Zimovets O. M., Gritskевич A. A., Bogdanov A. B., Ter-Ovanesov M. D. Late urinary toxicity following radiation in prostate cancer: literature review. *Medical alphabet*. 2025; (14): 31–37. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-14-31-37>