DOI 10.37469/0507-3758-2026-72-5-2687

Вопросы онкологии, 2026. Том 72, № 5
УДК 615.849+616-08-06
DOI 10.37469/0507-3758-2026-72-5-2687

© *Т.С. Белышева[1,2], В.А. Григоренко[1,3], Ю.Ю. Клишина[8], Н.П. Баранова[4], Е.С. Раннев[1], Е.И. Шириков[1], М.С. Незнахина[5], И.Л. Шливко[5], Л.С. Круглова[2], Т.Т. Валиев[1,7], В.Г. Поляков[1,6,8], К.И. Киргизов[1], С.Р. Варфоломеева[1,6]*

Поражение кожи при проведении лучевой терапии у детей с онкологическими заболеваниями: диагностика, профилактика и сопроводительное лечение

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Российская Федерация
[3]Центр лучевой терапии «ОнкоСтоп», Москва, Российская Федерация
[4]Автономная научная некоммерческая организация высшего образования «Научно-исследовательский центр “Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии”», Санкт-Петербург, Российская Федерация
[5]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Российская Федерация
[6]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация
[7]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация
[8]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

© *Tatyana S. Belysheva[1,2], Vasiliy A. Grigorenko[1,3], Yulia Yu. Klishina[8], Nadezhda P. Baranova[4], Evgeny S. Rannev[1], Evgeny I. Shirikov[1], Maria S. Neznakhina[5], Irena L. Shlivko[5], Larisa S. Kruglova[2], Timur T. Valiev[1,7], Vladimir G. Polyakov[1,6,8], Kirill I. Kirgizov[1], Svetlana R. Varfolomeeva[1,6]*

Radiation-Induced Skin Toxicity in Paediatric Oncology Patients: Assessment, Prevention and Supportive Care

[1]N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Moscow, the Russian Federation
[2]Central State Medical Academy of the Department of Presidential Affairs of the Russian Federation, Moscow, the Russian Federation
[3]OncoStop Radiotherapy Centre, Moscow, the Russian Federation
[4]Saint Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, Saint Petersburg, the Russian Federation
[5]Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, the Russian Federation
[6]Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, the Russian Federation
[7]I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, the Russian Federation
[8]N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, the Russian Federation

Введение. Радиационно-индуцированный дерматит (РД) — одно из наиболее частых осложнений лучевой терапии (ЛТ), тяжелее протекающее у детей, нежели у взрослых. Доказательная база по его профилактике и лечению в педиатрической когорте ограничена.

Цель. Сравнить эффективность и безопасность дерматопротекторной терапии постбиотическими средствами и стандартного применения топических глюкокортикостероидов (тГКС) при лучевом дерматите I–II степени у детей.

Материалы и методы. Проспективное одноцентровое когортное исследование проведено в январе–декабре 2024 г. на базе НИИ ДОГ им. акад. РАМН Л.А. Дурнова

Introduction. Radiation-induced dermatitis (RID) is one of the most frequent adverse events of radiotherapy (RT) and has a more severe course in children than in adults. Paediatric evidence on its prevention and treatment is limited.

Aim. To compare the efficacy and safety of dermatoprotective therapy with postbiotic products versus standard topical corticosteroids (TCS) in paediatric patients with grade I–II RID.

Materials and Methods. A prospective single-centre observational cohort study was conducted between January and December 2024 at the L.A. Durnov Research Institute of Pae-

XERACALM A.D

EAU THERMALE Avène
LABORATOIRE DERMATOLOGIQUE

БАЛЬЗАМ

На **60%** снижение зуда*

Инновационный компонент



после **7** дней применения[1]

I-Modulia оказывает прямое противозудное, противовоспалительное действие, укрепляет иммунитет кожи, поддерживает ее микробиом.

*Зуда, вызванного сухостью кожи.
[1]Клиническое исследование: 5910 участников из 33 стран.

Cicalfate+

восстанавливающий защитный крем

Восстановление кожи

от **48** часов*

Инновационная формула

[C+– Restore]™

Сульфаты цинка и меди

Термальная вода Avène

Уверенность в здоровье кожи



*Реэпитализация через 48 часов после применения Cicalfate или Cicalfate+, модель ex-vivo.



НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина (Москва). Включены 119 детей со злокачественными новообразованиями, получавших дистанционную ЛТ (СОД 41,4–60 Гр; РОД 1,8–2,4 Гр) с развитием РД I–II степени по RTOG. Для лечения РД группа сравнения (n = 50) получала тГКС умеренной активности (бетаметазон 0,1 % или мометазон 0,1 %) дважды в сутки; основная группа (n = 69) — дерматопротекторы (эмолент-бальзам XeraCalm A.D. при I степени, крем Cicalfate+ при II степени). Основная конечная точка — динамика трансэпидермальной потери воды (TEWL); дополнительные — индексы эритемы и пигментации, уровень гидратации, тяжесть РД по RTOG и CTCAE v6.0, удовлетворенность пациентов эффектом лечения по пятибалльной шкале Лайкерта и частота нежелательных явлений (НЯ). Биофизические параметры кожи измеряли прибором Multi Skin Test Center (*tpm taberna promedicum* GmbH, Германия) в трех временных точках: при появлении первых симптомов (визит 1), на 21-й день терапии (визит 2) и на 40-й день (визит 3). Обработка данных — GraphPad Prism 9.0 (t-критерий Стьюдента, ANOVA, коэффициент Спирмена); $p < 0,05$.

Результаты. Включены 119 пациентов (62 мальчика (52,1 %), 57 девочек (47,9 %); медиана возраста — 11 (1–17) и 10 (1–17) лет в группах сравнения и основной соответственно. Дозовый порог РД не зависел от пола ($t = 1,23$; $p = 0,22$ и $t = 0,87$; $p = 0,39$ соответственно), но достоверно различался по локализации облучения (ANOVA: $F = 3,45$; $p = 0,012$ и $F = 2,87$; $p = 0,025$): наиболее ранние реакции регистрировались в подмышечных зонах и на конечностях. К 40-му дню от начала лечения в основной группе отмечена тенденция к более выраженному снижению TEWL в сравнении с группой контроля ($p = 0,18$); различия по эритеме и пигментации незначимы ($p > 0,05$ и $p = 0,32$). Удовлетворенность лечением ≥ 3 баллов по шкале Лайкерта была выше в основной группе: 88,4 против 80,0 % в группе сравнения ($p = 0,18$). НЯ, связанных с дерматопротекторами, не зарегистрировано.

Выводы. Дерматопротекторная терапия постбиотическими средствами обеспечивает контроль над РД I–II степени, клинически сопоставимый с тГКС, при более высокой субъективной удовлетворенности пациентов и отсутствии нежелательных явлений, что обосновывает ее включение в базисную терапию легких форм РД у детей.

Ключевые слова: радиационно-индуцированный дерматит; лучевой дерматит; кожная токсичность; педиатрическая онкология; дерматопротекторы; постбиотики

Для цитирования: Белышева Т.С., Григоренко В.А., Клишина Ю.Ю., Баранова Н.П., Раннев Е.С., Шириков Е.И., Незнахина М.С., Шливко И.Л., Круглова Л.С., Валиев Т.Т., Поляков В.Г., Киргизов К.И., Варфоломеева С.Р. Поражение кожи при проведении лучевой терапии у детей с онкологическими заболеваниями: диагностика, профилактика и сопроводительное лечение. *Вопросы онкологии*. 2026; 72(5): 1048-1056.-DOI: 10.37469/0507-3758-2026-72-5-2687

diatric Oncology and Haematology, N.N. Blokhin NMRC of Oncology (Moscow). A total of 119 children with malignancies who received external-beam RT (total dose 41.4–60 Gy; fraction 1.8–2.4 Gy) and developed RTOG grade I–II RID were enrolled. The comparison group (n = 50) received moderate-potency TCS (betamethasone 0.1 % or mometasone 0.1 %) twice daily; the intervention group (n = 69) received dermatoprotectors (XeraCalm A.D. emollient balm for grade I, Cicalfate+ cream for grade II). The primary endpoint was change in transepidermal water loss (TEWL); secondary endpoints were erythema and pigmentation indices, stratum corneum hydration, RID severity by RTOG and CTCAE v6.0, patient-reported satisfaction on a 5-point Likert scale, and adverse event (AE) rate. Biophysical skin parameters were measured with a Multi Skin Test Center device (tpm taberna promedicum GmbH, Germany) at three time points: at the onset of first symptoms (visit 1), day 21 of therapy (visit 2), and day 40 (visit 3). Data were analysed with GraphPad Prism 9.0 (Student's t-test, ANOVA, Spearman correlation); $p < 0.05$.

Results. The cohort comprised 119 patients (62 boys (52.1 %); 57 girls (47.9 %)); median age was 11 (1–17) years in the comparison group and 10 (1–17) years in the intervention group. The RID dose threshold was independent of sex ($t = 1.23$; $p = 0.22$ and $t = 0.87$; $p = 0.39$, respectively), but differed significantly by irradiated area (ANOVA: $F = 3.45$; $p = 0.012$ and $F = 2.87$; $p = 0.025$): the earliest reactions were observed at the axilla and on the extremities. By day 40, the intervention group showed a trend towards a greater decrease in TEWL than the TCS group, without reaching statistical significance ($p = 0.18$); between-group differences for erythema and pigmentation were non-significant ($p > 0.05$ and $p = 0.32$, respectively). Satisfaction scores ≥ 3 on the Likert scale were higher in the intervention group: 88.4% vs 80.0 % in the comparison group ($p = 0.18$). No dermatoprotector-related AEs were recorded.

Conclusion. Dermatoprotective therapy with postbiotic products provides control of grade I–II RID clinically comparable to TCS, with higher patient-reported satisfaction and no adverse events, supporting its inclusion into the basic management of mild RID in children.

Keywords: radiation-induced dermatitis; radiation dermatitis; skin toxicity; paediatric oncology; dermatoprotectors; postbiotics

For Citation: Tatyana S. Belysheva, Vasiliy A. Grigorenko, Yulia Yu. Klishina, Nadezhda P. Baranova, Evgeny S. Rannev, Evgeny I. Shirikov, Maria S. Neznakhina, Irena L. Shlivko, Larisa S. Kruglova, Timur T. Valiev, Vladimir G. Polyakov, Kirill I. Kirgizov, Svetlana R. Varfolomeeva. Radiation-induced skin toxicity in paediatric oncology patients: assessment, prevention and supportive care. *Voprosy Onkologii = Problems in Oncology*. 2026; 72(5): 1048-1056.-DOI: 10.37469/0507-3758-2026-72-5-2687

✉ Контакты: Клишина Юлия Юрьевна, yulia.klishina2015@yandex.ru

Введение

Лучевая терапия (ЛТ) занимает важное место в лечении злокачественных новообразований детского возраста — как солидных опухолей, так и ряда гематологических патологий. По российским данным, ЛТ ежегодно проводится приблизительно 2000 детям, причем более чем у половины она является обязательным этапом терапии [1]. Ионизирующее излучение не обладает абсолютной тканевой избирательностью: кожный покров с его высоким темпом клеточного обновления неизбежно вовлекается в зону повреждения.

Радиационно-индуцированный дерматит (РД) — следствие подавления пролиферации базальных кератиноцитов, активации апоптоза, нарушения микрососудистого русла и индукции провоспалительного цитокинового ответа [2]. Истощение клеточного резерва эпидермиса ведет

к утрате барьерной функции кожи: клинически это проявляется покраснением, болезненностью, шелушением и, в тяжелых случаях, мокнущими эрозиями, что снижает качество жизни и нередко требует коррекции режима ЛТ [3].

РД у детей протекает тяжелее: кожа ребенка тоньше, ее барьерные структуры функционально незрелы, а высокая пролиферативная активность эпидермиса повышает радиочувствительность [8].

Цель работы — систематизировать данные об оценке, профилактике и терапии РД у детей и сопоставить эффективность дерматопротекторной терапии постбиотическими средствами со стандартным применением топических глюкокортикостероидов (тГКС) при РД I–II степени.

Инструменты оценки кожных токсических реакций

Стандартизированная оценка тяжести РД необходима для корректного сравнения результатов лечения в клинической практике и исследованиях. Наибольшее распространение получили две шкалы: CTCAE v6.0 (Common Terminology Criteria for Adverse Events, National Cancer Institute, 2025) [4] и RTOG (Radiation Therapy Oncology Group) [5]. Их критерии представлены

Таблица 1. Критерии градации лучевого дерматита по шкале CTCAE v6.0 (National Cancer Institute, 2025)

Степень	Описание
1	Слабовыраженная гиперемия; сухое шелушение кожи
2	Умеренная или выраженная гиперемия; очаговая мокнущая десквамация преимущественно в интертригинозных зонах; умеренный отек; ограничение повседневной активности или умеренное отклонение в поведении ребенка (педиатрический критерий)
3	Мокнущая десквамация вне кожных складок; контактная кровоточивость; ограничение самообслуживания или выраженное отклонение в поведении ребенка
4	Полнослойный некроз дермы; язвенные дефекты; спонтанное кровотечение; жизнеугрожающее состояние с необходимостью экстренного вмешательства
5	Летальный исход

Table 1. Grading of radiation dermatitis according to CTCAE v6.0 (National Cancer Institute, 2025)

Grade	Description
1	Faint erythema; dry desquamation
2	Moderate to brisk erythema; patchy moist desquamation, mostly confined to skin folds and creases; moderate oedema; limiting instrumental activities of daily living or moderate behavioural deviation in children (paediatric criterion)
3	Moist desquamation outside skin folds; bleeding induced by minor trauma or abrasion; limiting self-care ADL or pronounced behavioural deviation in children
4	Life-threatening consequences; skin necrosis or ulceration of full-thickness dermis; spontaneous bleeding; urgent intervention indicated
5	Death

Таблица 2. Классификация острых лучевых реакций кожи по шкале RTOG (Radiation Therapy Oncology Group)

Степень	Описание
0	Видимые изменения кожи отсутствуют
1	Легкая гиперемия; сухая десквамация; выпадение волос в зоне облучения; снижение потоотделения
2	Интенсивная гиперемия; очаговая мокнущая десквамация, преимущественно в складках кожи; умеренный отек
3	Сливная мокнущая десквамация за пределами кожных складок; нарастающий отек
4	Глубокие язвенно-некротические поражения; кровотечение

Table 2. Grading of acute radiation skin reactions according to the RTOG scale (Radiation Therapy Oncology Group)

Grade	Description
0	No visible changes
1	Follicular, faint or dull erythema; dry desquamation; epilation in the irradiated area; decreased sweating
2	Tender or bright erythema; patchy moist desquamation, mostly confined to skin folds; moderate oedema
3	Confluent moist desquamation outside skin folds; progressive oedema
4	Deep ulceration, haemorrhage or necrosis

в табл. 1 и 2. Обе системы опираются на визуальную экспертную оценку, что сопровождается межнаблюдательной вариабельностью [6]. Международный Дельфи-консенсус рекомендует параллельно применять RTOG, CTCAE v6.0, шкалу RISRAS и опросник Skindex-16, выделяя приоритетные исходы: мокнущую десквамацию, боль, зуд и качество жизни [5].

Объективизацию обеспечивают неинвазивные биофизические методы: хроматометрия (индексы эритемы и пигментации), корнеометрия (гидратация рогового слоя) и измерение трансэпидермальной потери воды (TEWL). TEWL отражает проницаемость эпидермального барьера и служит маркером его функциональной состоятельности [7]. Эти методы повышают воспроизводимость оценки и выявляют субклинические нарушения барьера до появления визуальных изменений.

Профилактика радиационно-индуцированного дерматита

Базовый уход за кожей. Гигиена и поддержание целостности кожи в зоне облучения — основа неспецифической профилактики РД. ESTRO (2025) рекомендует ежедневное очищение кожи теплой водой мягкими средствами без отдушек с нейтральным pH и бережное просушивание промакивающими движениями [9]. Водные процедуры не усугубляют кожные реакции и снижают бактериальную колонизацию. Гипоаллергенные увлажняющие средства (например, XeraCalm A.D. Avene) два-три раза в сутки замедляют испарение влаги и облегчают дискомфорт [10].

В педиатрии дополнительно требуются обучение родителей навыкам ухода, исключение синтетических тканей, тесных повязок и температурных воздействий, а также мониторинг ранних признаков воспаления [11].

Топические глюкокортикостероиды. При высоком риске выраженных реакций — больших полях облучения или чувствительных зонах (лицо, кисти, стопы, крупные складки, волосистая часть головы) — обосновано профилактическое назначение тГКС. Бетаметазон 0,1 %, мометазон 0,1 % и гидрокортизон 1 % эффективны в снижении прогрессирования лучевых реакций у взрослых [12–14]. Принятая схема — гидрокортизон 1 % при I степени по RTOG с отменой при мокнущей десквамации и переходом на атравматичные повязки [13]. Метаанализ подтвердил эффективность тГКС и у детей [14], однако применение требует осторожности из-за риска кожной атрофии и телеангиэктазий, особенно у пациентов младшего возраста [15, 16].

Барьерные пленчатые покрытия. Силиконовые и полиуретановые барьерные покрытия защищают кожу от трения, поддерживают гидратацию и создают условия для восстановления эпидермиса. По данным MASCC (2023), они достоверно снижают частоту и тяжесть РД, включая мокнущую десквамацию [3]. Сетевой метаанализ подтвердил ведущую роль барьерных покрытий в профилактике РД, тогда как полиуретановые повязки предпочтительнее при уже развившихся повреждениях [16–18]. Внедрение в педиатрию барьерных пленчатых покрытий ограничено сложностью позиционирования на малых участках, мацерацией и низкой комплаентностью у детей раннего возраста [17].

Фотобиомодуляционная терапия. Фотобиомодуляция — воздействие красным и ближним инфракрасным излучением (630–905 нм) — стимулирует клеточную репарацию, подавляет воспаление и нормализует микроциркуляцию [19]. По данным сетевого метаанализа, метод показал наивысшую эффективность среди профилактических подходов (SUCRA = 0,92) [18]. Однако протоколы варьируют, а данные для педиатрической онкологии и вовсе отсутствуют [19].

Дерматопротекторы с постбиотическими компонентами. Снижение зависимости от тГКС в педиатрии повышает интерес к мультикомпонентным дерматопротекторам. Эмолент-бальзам XeraCalm A.D. Avene содержит экстракт Aquaphilus dolomiae (стимулирует β-дефенсин-4, блокирует ИЛ-8, восстанавливает филаггрин) и липидный комплекс Cer-Omega с полиненасыщенными жирными кислотами для реконструкции гидролипидной мантии [20, 21]. Крем Cicalfate+ Avene сочетает постбиотический комплекс C-Restore (производный Aquaphilus dolomiae) с сульфатами меди и цинка, обеспечивающими антимикробный и репаративный эффект [22, 23]. Постбиотические компоненты модулируют локальный воспалительный ответ без системного действия, что особенно ценно в педиатрии.

По данным Дельфи-консенсуса MASCC (анализ 235 публикаций), методами с наивысшим уровнем доказательности у взрослых признаны: фотобиомодуляция, силиконовые и полиуретановые барьерные покрытия, тГКС (мометазон, бетаметазон) и оливковое масло [3, 5].

Материалы и методы

Дизайн исследования. Настоящее проспективное когортное наблюдательное исследование проведено в январе–декабре 2024 г. на базе НИИ детской онкологии и гематологии им. Л.А. Дурнова ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва).

Критерии отбора. В исследование включались пациенты 1–17 лет с верифицированным злокачественным новообразованием, получавшие

дистанционную ЛТ суммарной очаговой дозой 41,4–60 Гр (разовая доза — 1,8–2,4 Гр) при условии развития РД I–II степени по шкале RTOG в первые восемь недель от начала ЛТ. Из исследования исключались пациенты с хроническими дерматозами в анамнезе, активной системной инфекцией или иммунодефицитным состоянием. Для перерасчета дозы на момент развития реакций применяли линейно-квадратичную модель (α/β = 10; EQD2 = 10). Письменное информированное согласие получено от законных представителей всех участников.

Группы лечения. Группа 1 (сравнения, n = 50): стандартная местная терапия — мазь с тГКС умеренной активности (бетаметазон 0,1 % или мометазон 0,1 %), наносимая дважды в сутки на пораженные участки до клинического разрешения с последующей постепенной отменой.

Группа 2 (основная, n = 69): дерматопротекторная терапия — при РД I степени назначали эмолент-бальзам XeraCalm A.D. Avene (четыре раза в сутки) (рис. 1); при РД II степени — крем Cicalfate + Avene (два раза в сутки). После достижения регресса симптомов пациентам рекомендовали базисный уход смягчающими средствами (рис. 2).

Методы оценки. Клиническую оценку проводили по шкалам RTOG и CTCAE v6.0. Биофизическое состояние кожи исследовали прибором Multi Skin Test Center (tpm taberna promedicum GmbH, Германия): индексы эритемы и пигментации, гидратацию и TEWL. Измерения выполняли в зоне РД и на интактном участке при первых симптомах (визит 1), на 21-й (визит 2) и 40-й день (визит 3). Субъективное самочувствие оценивали по шкале Лайкерта.



Рис. 1. Острая лучевая реакция. Эритема кожных покровов, отек мягких тканей лица, ксероз кожи. Лучевой дерматит I степени: применение аппликаций увлажняющего бальзама XeraCalm A.D. Avene на зону развития патологического процесса четыре раза в сутки. Развитие острой эритематозной реакции на третьей неделе от начала лучевой терапии при суммарной очаговой дозе 31,5 Гр; гиперпигментация, ксероз (21-й день от начала местной сопроводительной терапии)

Fig. 1. Acute radiation skin reaction: cutaneous erythema, facial soft-tissue oedema, and xerosis. Grade I radiation dermatitis treated with topical application of XeraCalm A.D. Avene emollient balm to the affected area four times daily. Acute erythematous reaction developed in the third week of radiotherapy at a total dose of 31.5 Gy; hyperpigmentation and xerosis were noted on day 21 of local supportive therapy

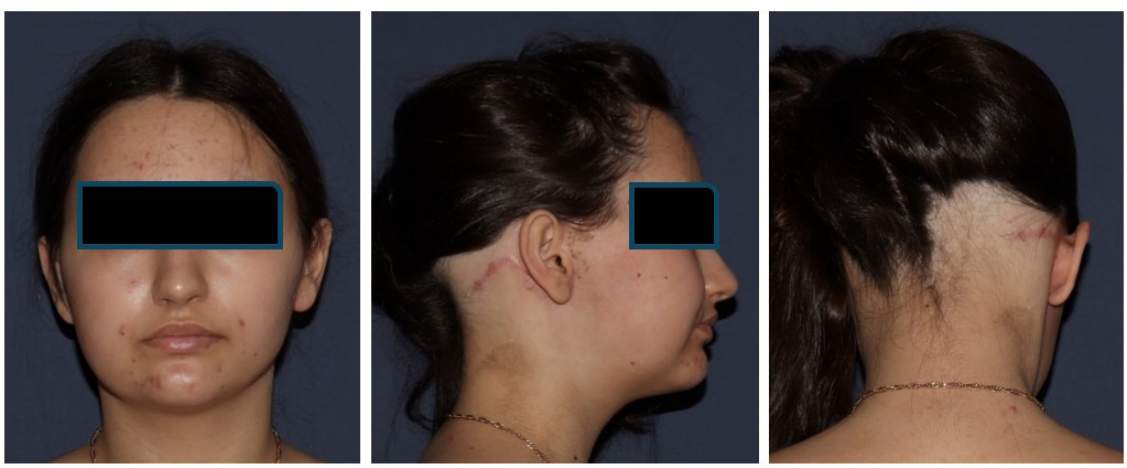

Рис. 2. Полное заживление постлучевых поражений кожи. Полное заживление через 1,5 мес. после окончания лучевой терапии. Пациентка продолжает применение аппликаций увлажняющего бальзама XeraCalm A.D. Avene на зону поствоспалительных изменений два раза в сутки

Fig. 2. Complete resolution of post-radiation skin lesions 1.5 months after the completion of radiotherapy. The patient continued applying XeraCalm A.D. Avene emollient balm to the area of post-inflammatory changes twice daily

Таблица 3. Демографические и клинические характеристики пациентов

Параметр	Группа 1 (n = 50)	Группа 2 (n = 69)
Медиана возраста (диапазон), лет	11 (1–17)	10 (1–17)
Мужской пол, n (%)	23 (46,0)	39 (56,5)
Женский пол, n (%)	27 (54,0)	30 (43,5)
Область облучения: голова и шея, n (%)	19 (38,0)	32 (46,4)
Область облучения: туловище, n (%)	7 (14,0)	8 (11,6)
Область облучения: таз и паховая область, n (%)	14 (28,0)	21 (30,4)
Область облучения: подмышечная область, n (%)	5 (10,0)	2 (2,9)
Область облучения: конечности, n (%)	5 (10,0)	6 (8,7)

Группа 1 — тГКС; группа 2 — дерматопротекторная терапия.

Table 3. Demographic and clinical characteristics of the patients

Parameter	Group 1 (n = 50)	Group 2 (n = 69)
Median age (range), years	11 (1–17)	10 (1–17)
Male, n (%)	23 (46.0)	39 (56.5)
Female, n (%)	27 (54.0)	30 (43.5)
Irradiated area: head and neck, n (%)	19 (38.0)	32 (46.4)
Irradiated area: trunk, n (%)	7 (14.0)	8 (11.6)
Irradiated area: pelvis and groin, n (%)	14 (28.0)	21 (30.4)
Irradiated area: axilla, n (%)	5 (10.0)	2 (2.9)
Irradiated area: extremities, n (%)	5 (10.0)	6 (8.7)

Group 1 — topical corticosteroids (TCS); Group 2 — dermatoprotective therapy.

Таблица 4. Средняя доза ЛТ (M ± SD, Гр) до появления РД в зависимости от пола пациента и зоны облучения

Пол, зона облучения	Группа 1	Группа 2
Мальчики	34,5 ± 2,8	34,0 ± 2,9
Девочки	33,2 ± 3,1	33,5 ± 3,0
Область облучения: таз, промежность	34,5 ± 2,8	34,0 ± 2,9
Область облучения: голова и шея	33,2 ± 3,1	33,5 ± 3,0
Область облучения: конечности	32,8 ± 2,9	32,5 ± 2,8
Область облучения: подмышечная область	31,5 ± 3,0	31,0 ± 3,1
Область облучения: туловище	33,0 ± 3,2	32,8 ± 3,0

Влияние локализации лучевого воздействия статистически значимо — группа 1: F = 3,45; p = 0,012; группа 2: F = 2,87; p = 0,025. Влияние пола незначимо — группа 1: t = 1,23; p = 0,22; группа 2: t = 0,87; p = 0,39.

Table 4. Mean radiation dose (M ± SD, Gy) at the onset of RID by sex and irradiated area

Sex / irradiated area	Group 1	Group 2
Boys	34.5 ± 2.8	34.0 ± 2.9
Girls	33.2 ± 3.1	33.5 ± 3.0
Irradiated area: pelvis, perineum	34.5 ± 2.8	34.0 ± 2.9
Irradiated area: head and neck	33.2 ± 3.1	33.5 ± 3.0
Irradiated area: extremities	32.8 ± 2.9	32.5 ± 2.8
Irradiated area: axilla	31.5 ± 3.0	31.0 ± 3.1
Irradiated area: trunk	33.0 ± 3.2	32.8 ± 3.0

The effect of anatomical location was statistically significant — Group 1: F = 3.45; p = 0.012; Group 2: F = 2.87; p = 0.025. The effect of sex was not significant — Group 1: t = 1.23; p = 0.22; Group 2: t = 0.87; p = 0.39.

Статистический анализ. Обработка данных выполнена с использованием программы GraphPad Prism 9.0 (GraphPad Software, Бостон, США). Нормальность распределения проверяли критерием Шапиро — Уилка. Для попарных сравнений использовали t-критерий Стьюдента, для многогрупповых — однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA); корреляции оценивали методом Спирмена. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты

Характеристика выборки. Всего проанализированы данные 119 пациентов: 62 мальчиков (52,1 %) и 57 девочек (47,9 %). Медиана возраста в группе 1 составила 11 лет (диапазон 1–17), в группе 2 — 10 лет (1–17). Полная демографическая характеристика и распределение РД по зонам представлены в табл. 3.

Пороговые дозы развития лучевых реакций. Пол не влиял на величину дозы развития РД (группа 1: $t = 1,23$; $p = 0,22$; группа 2: $t = 0,87$; $p = 0,39$). Анатомическая локализация оказывала достоверное влияние (группа 1: $F = 3,45$; $p = 0,012$; группа 2: $F = 2,87$; $p = 0,025$): наиболее ранние реакции — при облучении подмышечных впадин и конечностей, наиболее высокие пороги — при облучении таза и туловища (табл. 4).

Биофизические параметры кожи и субъективные оценки. Средние значения гидратации в зоне РД соответствовали категории умеренной дегидратации (35–80 условных единиц) в обеих группах. Пациенты основной группы субъективно чаще указывали на снижение интенсивности зуда, болевого синдрома и ощущение стянутости кожи. При сравнении динамики TEWL к 40-му дню наблюдения в группе 2 регистрировалось более выраженное снижение этого показателя, однако статистическая значимость различия достигнута не была ($p = 0,18$). Межгрупповые различия по индексам эритемы и пигментации также были статистически незначимы ($p > 0,05$ и $p = 0,32$ соответственно). По шкале Лайкерта доля пациентов с оценкой ≥ 3 баллов составила 80,0 % в группе 1 и 88,4 % в группе 2 ($p = 0,18$). На протяжении всего периода наблюдения ни одного нежелательного явления, связанного с применением дерматопротекторов, зарегистрировано не было.

Обсуждение

Исследование показало, что дерматопротекторная базисная терапия обеспечивает контроль РД I–II степени, сопоставимый со стандартным применением тГКС, при отсутствии нежелательных явлений. Это согласуется с опубликованными данными: при умеренных дозах облучения различные режимы сопроводительной терапии, как правило, не различаются по частоте дерматита умеренной и тяжелой степени, но отличаются по скорости восстановления барьерной функции и субъективной переносимости [24].

Особый интерес представляет положительная тенденция в динамике TEWL в группе 2 к 40-му дню наблюдения, что свидетельствует о восстановлении эпидермального барьера. У детей незрелый кожный барьер сам по себе является фактором риска тяжелого РД; даже статистически незначимые положительные сдвиги клинически значимы и обосновывают проведение исследований на больших выборках.

Дозовый порог развития РД зависит от анатомической локализации, что подтверждено в обеих группах: кожа подмышечных впадин и конечностей реагировала раньше, чем кожа туловища и таза. Эта закономерность обусловлена толщиной кожи, механическим трением и регионарным кровообращением, что подчеркивает необходимость дифференцированного профилактического подхода [8].

Безопасность базисной терапии дерматопротекторами у детей — принципиально важный критерий для клинической практики. Риск кортикостероид-индуцированной супрессии гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси особенно высок при нанесении тГКС на обширные или тонкие участки кожи у детей раннего возраста [15, 16]: по данным метаанализа в Hormone Research in Paediatrics (2018), среди 522 детей супрессия ГГН-оси выявлена в 3,8–6,6 % случаев.

Отсутствие нежелательных явлений в основной группе подтверждает возможность использования дерматопротекторов в качестве первой линии при легких РД, оставляя тГКС в резерве для умеренно тяжелых форм.

Ограничения работы: нерандомизированный дизайн, одноцентровый набор, небольшая выборка и короткий интервал наблюдения. Данные применимы к легким формам РД (I–II степени) и не могут быть перенесены на тяжелые реакции. Достоинства: проспективный дизайн, сертифицированное оборудование для объективной оценки биофизических параметров и однородность педиатрической когорты — популяции, недостаточно представленной в профильных исследованиях.

Заключение

Острый радиационно-индуцированный дерматит является закономерным последствием лучевой терапии и особенно клинически значим в

педиатрической практике: анатомо-физиологические особенности детского организма предопределяют более низкий дозовый порог его развития и потенциально более тяжелое течение [1]. Используемые сегодня стандарты — тщательная гигиена кожи, эмоленты, барьерные покрытия и тГКС — сформированы на основе исследований у взрослых [3, 25], и их перенос в детскую онкологию требует учета специфических рисков, прежде всего системных эффектов глюкокортикостероидов.

В данном исследовании дерматопротекторы — эмолент-бальзам XeraCalm A.D. Avene и крем Cicalfate+ Avene — показали хорошую переносимость и сопоставимую с тГКС эффективность при РД I–II степени, тенденцию к более раннему восстановлению барьерной функции по TEWL и более высокую субъективную удовлетворенность результатом лечения.

Полученные данные обосновывают включение мультикомпонентных дерматопротекторов с эмолентными и постбиотическими компонентами в алгоритм терапии легких форм РД у детей. Для педиатрических протоколов профилактики и терапии тяжелых РД необходимы многоцентровые рандомизированные исследования с большей выборкой и более длительным наблюдением.

Конфликт интересов
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest
The authors declare no conflict of interest.

Финансирование
Исследование не имело спонсорской поддержки.
Funding
The work was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики
Все процедуры, проведенные в рамках исследования с участием пациентов, соответствовали этическим стандартам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (редакция 2013 г.). Законные представители всех пациентов подписали письменное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию обезличенных данных и клинических фотографий.
Compliance with patient rights and principles of bioethics
All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the Declaration of Helsinki (2013 revision). Written informed consent for participation in the study and for the publication of anonymized data and clinical photographs was obtained from the legal representatives of all patients.

Участие авторов
Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.
Authors' contributions
All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Белышева Т.С., Валиев Т.Т., Шатохина Е.А., et al. Лучевой дерматит: современные представления о патогенезе, принципах профилактики и лечения. *Российский журнал детской гематологии и онкологии*. 2022; 9(4): 81-87.-DOI: 10.21682/2311-1267-2022-9-4-81-87. [Belysheva T.S., Valiev T.T., Shatokhina E.A., et al. Radiation dermatitis: current view on pathogenesis, principles of profilaxis and treatment. *Russian Journal of Pediatric Hematology and Oncology*. 2022; 9(4): 81-87.-DOI: 10.21682/2311-1267-2022-9-4-81-87 (In Rus)].
2. Wei J., Meng L., Hou X., et al. Radiation-induced skin reactions: mechanism and treatment. *Cancer Manag Res*. 2019; 11: 167-177.-DOI: 10.2147/CMAR.S188655.
3. Behroozian T., Goldshtein D., Ryan Wolf J., et al. MASCC clinical practice guidelines for the prevention and management of acute radiation dermatitis: part 1) systematic review. *eClinicalMedicine*. 2023; 58: 101886.-DOI: 10.1016/j.eclinm.2023.101886.
4. National Cancer Institute. Common Terminology Criteria for Adverse Events (CTCAE) v6.0. 2025; 312.-URL: https://dctd.cancer.gov/research/ctep-trials/for-sites/adverse-events/ctcae-v6.pdf.
5. Rahman S.M., Patel P., Finkelstein S.E., et al. Delphi consensus-based recommendations of tools and outcomes for the assessment of radiation dermatitis severity. *Radiother Oncol*. 2025; 206: 110846.-DOI: 10.1016/j.radonc.2025.110846.
6. Cox J.D., Stetz J., Pajak T.F. 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): 1341-1346.-DOI: 10.1016/0360-3016(95)00060-C.
7. Sekine H., Kobayashi M., Honda C., et al. Non-invasive quantitative measures as indices of acute radiation dermatitis. *Breast Cancer*. 2020; 27(5): 861-870.-DOI: 10.1007/s12282-020-01082-3.
8. Liu Q., Zhang Y., Danby S.G., et al. Infant skin barrier, structure, and enzymatic activity differ from those of adult. *Biomed Res Int*. 2018; 2018: 1302465.-DOI: 10.1155/2018/1302465.
9. Forde E., Van den Berghe L., Buijs M., et al. Practical recommendations for the management of radiodermatitis: ESTRO RTT committee. *Radiat Oncol*. 2025; 20(1): 46.-DOI: 10.1186/s13014-025-02624-9.
10. Alberta Health Services. Radiation dermatitis clinical practice guideline: Chapter 1 — prevention. 2025.-URL: https://www.albertahealthservices.ca/assets/info/hp/cancer/if-hp-cancer-guide-supp025-radiation-dermatitis.pdf.
11. The Royal College of Radiologists. Good Practice Guide for Paediatric Radiotherapy. 2nd ed. London: RCR. 2018; 52.-URL: https://www.rcr.ac.uk/media/vh1lpppj/rcr-publications_good-practice-guide-for-paediatric-radiotherapy-second-edition_august-2018.pdf.
12. Omidvari S., Saboori H., Mohammadianpanah M., et al. Topical betamethasone for prevention of radiation dermatitis. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*. 2007; 73(3): 209-213.-DOI: 10.4103/0378-6323.32755.
13. Ho A.Y., Olm-Shipman M., Zhang Z., et al. A randomized trial of mometasone furoate 0.1 % to reduce radiation dermatitis in postmastectomy irradiation. *Int J Radiat*

Oncol Biol Phys. 2018; 101(2): 325-333.-DOI: 10.1016/j.ijrobp.2018.02.006.

14. Tam S., Zhou G., Trombetta M., et al. Topical corticosteroids for prevention of severe radiation dermatitis: a systematic review and meta-analysis. *Support Care Cancer*. 2023; 31(7): 382.-DOI: 10.1007/s00520-023-07820-5.
15. Sharma R., Abrol S., Wani Z.A., Ashraf A. Systemic side-effects of topical corticosteroids. *Indian J Dermatol*. 2014; 59(5): 460-464.-DOI: 10.4103/0019-5154.139874.
16. Saraswat A. Topical corticosteroid use in children: adverse effects and how to minimize them. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*. 2010; 76(3): 225-228.-DOI: 10.4103/0378-6323.62959.
17. Schmeel L.C., Koch D., Schmeel F.C., et al. Hydrofilm polyurethane films reduce radiation dermatitis in hypofractionated breast irradiation. *Polymers* (Basel). 2019; 11(12): 2112.-DOI: 10.3390/polym11122112.
18. Dejonckheere C., Schmitz A., Daisne J.F., et al. Barrier films for the prevention of acute radiation dermatitis in breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Breast*. 2023; 71: 31-41.-DOI: 10.1016/j.breast.2023.07.001.
19. Pereira L., Lemos J., Monteiro S., et al. Photobiomodulation therapy for prevention of acute radiation dermatitis: systematic review and meta-analysis. *Support Care Cancer*. 2023; 31(4): 227.-DOI: 10.1007/s00520-023-07673-y.
20. Martin H., Laborel-Preneron E., Sainte-Marie I., et al. Aquaphilus dolomiae extract counteracts Staphylococcus aureus secretome effects on CD4+ T cells. *Pharm Biol*. 2016; 54(11): 2782-2785.-DOI: 10.3109/13880209.2016.1173069.
21. Galliano M.F., Basler K., Caruana A., et al. Protective effect of Aquaphilus dolomiae extract on tight junction barrier in an atopic dermatitis model. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2020; 34 (Suppl 5): 30-38.-DOI: 10.1111/jdv.16758.
22. Misery L., Stander S., Szepietowski J.C., et al. Emollient with Aquaphilus dolomiae extract for xerosis and pruritus: an international real-world study. *Dermatol Ther* (Heidelb). 2020; 10(5): 1003-1015.-DOI: 10.1007/s13555-020-00415-6.
23. Shi Y., Lain E., Frasson N., et al. Real-world effectiveness of a cream with postbiotic Aquaphilus dolomiae extract-G2 for skin healing. *Dermatol Ther* (Heidelb). 2024; 14(3): 697-712.-DOI: 10.1007/s13555-024-01167-3.
24. Gamvroula A., Koutelekos I., Dafogianni C., et al. Investigation of radiodermatitis in children, adolescents and young adults with cancer: a systematic review. *Rostrum of Asclepius*. 2022; 21: 669-688.-URL: https://www.vima-asklipiou.gr/en/articles/772/.
25. Zasadziński K., Spałek M.J., Rutkowski P., et al. Modern dressings in prevention and therapy of radiation dermatitis. *Pharmaceutics*. 2022; 14(6): 1204.-DOI: 10.3390/pharmaceutics14061204.

Поступила в редакцию / Received / 24.04.2026
Прошла рецензирование / Reviewed / 15.06.2026
Принята к печати / Accepted for publication / 17.09.2026

Сведения об авторах / Author Information / ORCID

Татьяна Сергеевна Белышева / Tatiana S. Belysheva / ORCID ID: 0000-0001-5911-553X; eLibrary SPIN: 2645-4049.

Василий Александрович Григоренко / Vasiliy A. Grigorenko / ORCID ID: 0000-0002-2391-4142.

Юлия Юрьевна Клишина / Yulia Yu. Klishina / ORCID ID: 0009-0008-7086-0387.

Надежда Петровна Баранова / Nadezhda P. Baranova / ORCID ID: 0009-0000-5825-6170; eLibrary SPIN: 3267-1992.

Евгений Сергеевич Раннев / Evgeny S. Rannev / ORCID ID: 0009-0005-2950-4530.

Евгений Игоревич Шириков / Evgeny I. Shirikov / ORCID ID: 0000-0002-5663-4032.

Мария Сергеевна Незнахина / Marina S. Neznakhina / ORCID ID: 0000-0002-9034-5437; eLibrary SPIN: 9818-5564.

Ирена Леонидовна Шливко / Irena L. Shlivko / ORCID ID: 0000-0001-7253-7091.

Лариса Сергеевна Круглова / Larisa S. Kruglova / ORCID ID: 0000-0002-5044-5265; eLibrary SPIN: 1107-4372.

Тимур Теймуразович Валиев / Timur T. Valiev / ORCID ID: 0000-0002-1469-2365; eLibrary SPIN: 9802-8610.

Владимир Георгиевич Поляков / Vladimir G. Polyakov / ORCID ID: 0000-0002-8096-0874; eLibrary SPIN: 8606-3120.

Кирилл Игоревич Киргизов / Kirill I. Kirgizov / ORCID ID: 0000-0002-2945-284X.

Светлана Рафаэлевна Варфоломеева / Svetlana R. Varfolomeeva / ORCID ID: 0000-0001-6131-1783; eLibrary SPIN: 5177-1073.