

УДК 616.395.08:616-073.75

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-4-95-101>

## ПРЕДИКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ КОЖНЫХ РЕАКЦИЙ У ПАЦИЕНТОВ С Т-КЛЕТОЧНЫМИ ЛИМФОМАМИ КОЖИ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ КОЖИ: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ КОГОРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

<sup>1</sup>Ю. Н. Виноградова<sup>✉\*</sup>, <sup>2</sup>Д. В. Заславский<sup>✉</sup>, <sup>1</sup>М. И. Зелянина<sup>✉</sup>, <sup>1</sup>Н. В. Ильин<sup>✉</sup>

<sup>1</sup>Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

**ВВЕДЕНИЕ:** Кожные реакции негативно влияют на качество жизни пациента и могут быть причиной преждевременного прерывания курса лучевой терапии, что, в свою очередь, может ухудшить контроль над заболеванием. Необходимость индивидуализации терапевтического алгоритма для подобных пациентов закономерно обуславливает потребность в изучении данной проблемы.

**ЦЕЛЬ:** Определить прогностические факторы формирования и степени тяжести радиационно-индуцированных кожных реакций (РИКР) после тотального облучения кожи быстрыми электронами у больных первичными злокачественными лимфомами кожи.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** Исследование включало данные о 45 пациентах в возрасте от 38 до 82 лет со злокачественными Т-клеточными лимфомами кожи (грибовидный микоз — 29 пациентов, лимфоматоидный папулез — 2 пациента, первичная анапластическая крупноклеточная лимфома кожи — 14 пациентов), получавших тотальное облучение кожи быстрыми электронами на базе ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова» Министерства здравоохранения РФ с 2012 по июнь 2022 г. Лучевую терапию проводили в режиме обычного фракционирования на линейных ускорителях электронов Elekta Precise электронами 4–6 МэВ в суммарных дозах от 14 до 30 Гр ( $22 \pm 2,4$  Гр). *Статистика.* Статистический анализ выполнялся с использованием программы IBM SPSS Statistics v. 26 (разработчик — IBM Corporation). Значение  $p < 0,05$  считалось статистически значимым. Проверка принадлежности выборки к нормальной генеральной совокупности проводилась при помощи критерия Шапиро–Уилка. Для корреляционного анализа применялся коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Оценка параметров регрессии осуществлялась методом наименьших квадратов.

**РЕЗУЛЬТАТЫ:** Выявлены положительные связи между степенью РИКР и факторами-предикторами: ИМТ ( $r = 0,799$ ,  $p < 0,01$ ), статус курения ( $r = 0,655$ ,  $p < 0,01$ ), возраст ( $r = 0,534$ ,  $p < 0,05$ ), наличие сахарного диабета ( $r = 0,456$ ,  $p < 0,05$ ), артериальной гипертензии ( $r = 0,227$ ,  $p < 0,05$ ), предшествующей химиотерапии ( $r = 0,422$ ,  $p < 0,01$ ) и площадью поражения кожных покровов лимфомой ( $r = 0,378$ ,  $p < 0,01$ ). С возрастанием значения шкалы данных параметров закономерно увеличивается тяжесть РИКР. Выявлены отрицательные связи между степенью РИКР и суммарной очаговой дозой (СОД) начала их формирования ( $r = -0,109$ ,  $p < 0,05$ ).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** Выявлены прогностические факторы формирования и степени тяжести РИКР после тотального облучения кожи быстрыми электронами больных первичными злокачественными Т-клеточными лимфомами кожи.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** первичные лимфомы кожи; тотальное облучения кожи быстрыми электронами; радиационно-индуцированные кожные реакции

\*Для корреспонденции: Виноградова Юлия Николаевна, e-mail: [winogradova68@mail.ru](mailto:winogradova68@mail.ru)

Для цитирования: Виноградова Ю.Н., Заславский Д.В., Зелянина М.И., Ильин Н.В. Предикторы формирования радиационно-индуцированных кожных реакций у пациентов с Т-клеточными лимфомами кожи после тотального облучения кожи: ретроспективное когортное исследование // *Лучевая диагностика и терапия.* 2022. Т. 13, № 4. С. 95–101, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-4-95-101>.

## PREDICTORS OF RADIATION-INDUCED SKIN REACTIONS IN PATIENTS WITH T-CELL SKIN LYMPHOMAS AFTER TOTAL SKIN IRRADIATION: RETROSPECTIVE COHORT STUDY

<sup>1</sup>Yulia N. Vinogradova<sup>✉\*</sup>, <sup>2</sup>Denis V. Zaslavskiy<sup>✉</sup>, <sup>1</sup>Maria I. Zelianina<sup>✉</sup>, <sup>1</sup>Nikolay V. Ilyin<sup>✉</sup>

<sup>1</sup>Granov Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

**INTRODUCTION:** Skin reactions negatively affect a patient's quality of life and may require radiation therapy premature interruption, what impairs illness control. Numerous agents determine tissue radiosensitivity, but demographic and lifestyle factors remain poorly understood. Those kind of patients herapeutic algorithm demands studies.

**OBJECTIVE:** Radiation-induced skin reactions (RISR) formation and severity prognostic factors determination for primary malignant skin lymphomas patients.

**MATERIALS AND METHODS:** 45 patients malignant T-cell skin lymphoma study, aged 38 to 82 years (29 mycosis fungoides patients, 2 lymphomatoid papulosis, 14 patients with primary anaplastic large cell skin lymphoma) received fast electrons total skin irradiation on the basis of the Federal State Institution «Russian Radiology and Surgical Technologies Scientific Center named after Academician A. M. Granov» of the Ministry of Health of the Russian Federation from 2012 to June 2022. Radiation therapy performed in the usual fractionation mode on linear electron accelerators Elekta Precise with 4–6 MeV bremsstrahlung total doses from 14 to 30 Gy ( $22 \pm 2.4$  Gy). In order to identify the role of possible prognostic factors of skin toxicity — gender, age, body mass index (BMI), smoking status, lymphoma body surface area (BSA), the presence of concomitant diseases (diabetes mellitus and arterial hypertension) and previous chemotherapy.

**Statistics:** Statistical analysis was performed using the IBM SPSS Statistics v. 26 program (developed by IBM Corporation). The value of  $p < 0.05$  was considered statistically significant. Verification of the sample belonging to the normal general population was carried out using the Shapiro–Wilk criterion. Spearman's rank correlation coefficient was used for correlation analysis. The regression parameters were estimated using the least squares method.

**RESULTS:** The analysis revealed positive associations between the severity of RISR and predictor factors: BMI ( $r = 0.799$ ,  $p < 0.01$ ), smoking status ( $r = 0.655$ ,  $p < 0.01$ ), age ( $r = 0.534$ ,  $p < 0.05$ ), presence of diabetes mellitus ( $r = 0.456$ ,  $p < 0.05$ ), arterial hypertension ( $r = 0.227$ ,  $p < 0.05$ ), previous chemotherapy ( $r = 0.422$ ,  $p < 0.01$ ) and lymphoma body surface area ( $r = 0.378$ ,  $p < 0.01$ ). Severity of RISR scale value increase by those parameters. Negative links found between the severity of RISR and the total focal dose (SOD) of the beginning of their formation ( $r = -0.109$ ,  $p < 0.05$ ).

**CONCLUSION:** Formation and severity prognostic factors for the RCC upon fast electrons total skin exposure for patients with primary malignant T-cell skin lymphomas (mycosis fungoides, lymphomatoid papulosis, primary anaplastic large cell lymphoma of the skin) were identified.

**KEYWORDS:** primary skin lymphomas; total skin education with fast electrons; radiation-induced skin reactions

\*For correspondence: Yulia N. Vinogradova, e-mail: [winogradova68@mail.ru](mailto:winogradova68@mail.ru)

**For citation:** Vinogradova Y.N., Zaslavskiy D.V., Zelianina M.I., Ilyin N.V. Predictors of radiation-induced skin reactions in patients with T-cell skin lymphomas after total skin irradiation: retrospective cohort study // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2022. Vol. 13, No. 4. P. 95–101, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-4-95-101>.

**Введение.** Радиационное повреждение кожи включает прямое повреждение структуры цепочек генетического аппарата ядерной и митохондриальной ДНК, а также выброс свободных радикалов и формирование очага хронического воспаления [1, с. 279; 2, с. 1]. Кроме лимфоидных клеток, ионизирующее излучение повреждает определенный процент базальных кератиноцитов, что приводит к нарушению способности эпидермиса к самообновлению [3, с. 88]. Последовательное воздействие фракционированных доз радиации в течение определенного периода времени мультифицирует эти повреждения и не дает оставшимся кератиноцитам времени для восстановления поврежденных тканей, определяя таким образом структурные и гистологические изменения в коже и соединительной ткани [1, с. 279; 4, с. 3; 5, с. 3; 6, с. 828]. Вторично радиационно-индуцированная токсичность опосредуется свободными радикалами, повреждающими структуру макромолекул [6, с. 829; 7, с. 128].

Кожные реакции негативно влияют на качество жизни пациента и могут требовать преждевременного прерывания курса лучевой терапии, что, в свою очередь, может ухудшить контроль над заболеванием. Необходимость индивидуализации терапевтиче-

ского алгоритма для подобных пациентов закономерно обуславливает потребность в изучении данной проблемы.

**Цель.** Определить прогностические факторы формирования и степени тяжести радиационно-индуцированных кожных реакций (РИКР) после тотального облучения кожи быстрыми электронами у больных первичными злокачественными лимфомами кожи.

**Материалы и методы.** Исследование включало данные о 45 пациентах с различными степенями РИКР, получивших курс тотального облучения кожи быстрыми электронами по поводу злокачественных Т-клеточных лимфом кожи. Лучевую терапию проводили в режиме обычного фракционирования на линейных ускорителях электронов Elekta Precise электронами 4–6 МэВ в суммарных дозах от 14 до 30 Гр ( $22 \pm 2,4$  Гр). Информированное согласие получено от каждого пациента. Методом обобщений ретроспективно за период с 2012 по июнь 2022 г. проанализированы данные историй болезни пациентов. Из 45 больных грибовидный микоз выявлен у 29 (64,5%) пациентов, лимфоматоидный папулез у 2 (4,5%), первичная анапластическая крупноклеточная лимфома кожи у 14 (31%) больных. IV стадия

была у 2, IIA и IIIB — у 7 и 5 пациентов соответственно, IIIB стадия — у 10, IVA — у 12 и IVB стадия у 5 больных. Распределение по полу: мужчины — 24 (53,3%), женщины — 21 (46,7%). Средний возраст составлял  $60,0 \pm 1,6$  года (диапазон 38–82 года, медиана 62,5 года). Ни один из пациентов прежде не получал лучевую терапию, 29 пациентам проводилась предшествующая химиотерапия в сроки от 3 мес до 10 лет. Так, монохимиотерапию получали 16 (35,6%) человек, в том числе метотрексат, использовали у 8 пациентов, проспидин — у 8. Полихимиотерапию проводили 13 больным (28,9%): по схеме СНОР — 10 больным, ЕРОСН — 3 пациентам. Во время проведения курса тотального облучения кожи быстрыми электронами методов профилактики и лечения РИКР пациенты не получали.

Индивидуальные факторы, подвергавшиеся анализу, включали: пол, возраст, ИМТ, статус курения и сопутствующие заболевания (сахарный диабет и артериальная гипертензия). Большинство пациентов были отнесены к категориям с избыточной ИМТ ( $n=13-28,9\%$ ) и ожирением ( $n=13-28,9\%$ ); группы с ИМТ  $<18,5 \text{ кг/м}^2$  и  $18,5-24,9 \text{ кг/м}^2$  были объединены для удобства проведения анализа (19 больных). Положительный статус курения отмечался у 12 больных

(37,8%) в анамнезе выявлены сопутствующие кожные воспалительные заболевания (атопический дерматит, псориаз, крапивница). Отдельно учитывался показатель площади поражения кожного покрова лимфомой. Ограниченные поражения ( $<10\%$  поверхности кожи) наблюдали у 6 (13,3%), вовлечение кожи от 10 до 30% — у 18 (40%) больных, генерализованные поражения ( $>30\%$ ) были у 21 (46,7%) пациента.

25 пациентов (55,5%) завершили первоначально предписанный курс в полном объеме; 20 (44,4%) больным в условиях различной степени противоопухолевого эффекта пришлось досрочно прервать курс облучения в связи с развитием РИКР при достижении СОД 4–20 Гр — у 5, СОД 20–26 Гр — у 8, 26–28 Гр — у 7 больных.

Радиотоксичность оценивали с использованием системы классификации критериев токсичности Радиотерапевтической онкологической группы (Radiation Therapy Oncology Group — RTOG) в диапазоне от 0 до 4 в зависимости от степени РИКР [8, с. 159].

— 0 степень — нет изменений по сравнению с исходным состоянием;

— I степень — слабая или невыраженная эритема, сухой эпидермит, снижение потоотделения;



**Рис. 1.** Клинические проявления РИКР II степени: *а* — эритема, эрозии, сухая десквамация; *б* — поражение придатков кожи — ониходистрофия и онихолизис; *в* — эритема, гиперпигментация, влажная десквамация в области складок и сгибов

**Fig. 1.** Clinical manifestations RISR grade II: *a* — Grade III RISR with erythema, erosions and dry desquamation; *б* — the skin appendages damage — onychodystrophia and onycholysis; *в* — erythema, hyperpigmentation, moist desquamation in areas of skin folds

(26,7%); у 15 пациентов (33,3%) была зависимость от курения в анамнезе. Сахарный диабет наблюдали у 14 больных (31,1%), артериальную гипертензию различной степени — у 23 (51,1%) пациентов. У 17 паци-

— II степень — болезненная или яркая эритема, очаговый влажный эпидермит, умеренный отек (рис. 1);

— III степень — сливной влажный эпидермит вне кожных складок, отек с вдавливанием (рис. 2 и 3);



**Рис. 2.** Клинические проявления РИКР III степени: *а* — СОД 24 Гр: эритема, эрозии, присоединение вторичной инфекции; *б* — СОД 28 Гр: буллезные высыпания с серозным и серозно-геморрагическим содержимым на коже предплечья; *в* — СОД 22 Гр: эрозированные розовые бляшки и рубцы на коже головы

**Fig. 2.** Clinical manifestations RISR grade III: *a* — absorbed dose 24 Gy: erythema, erosions, secondary infection attachment; *б* — absorbed dose 28 Gy: bullous eruptions with serous and serous-hemorrhagic contents on the skin of the forearm; *в* — absorbed dose 22 Gy: eroded pink plaques and scarring on the head



**Рис. 3.** Пациентка Б., 68 лет, диагноз: Грибовидный микоз, Т3М0N0. Получала тотальное облучение кожи быстрыми электронами. При достижении СОД 20 Гр сформировались клинические проявления РИКР II степени: диффузная эритема, гипер- и гипопигментация. Определяются очаги десквамации и мокнутия в области крупных складок.

В связи с субъективной низкой переносимостью пациентке пришлось досрочно прервать курс лучевой терапии

**Fig. 3.** Patient B, 68 y.o. Ds: Mycosis fungoides, T3M0N0. When the absorbed cumulative dose reached 20 Gy, RISR clinical manifestations were formed: diffuse erythema, hyper- and hypopigmentation, desquamation and exudate typical of grade II RISR. The patient had to interrupt the course of radiation therapy ahead of schedule

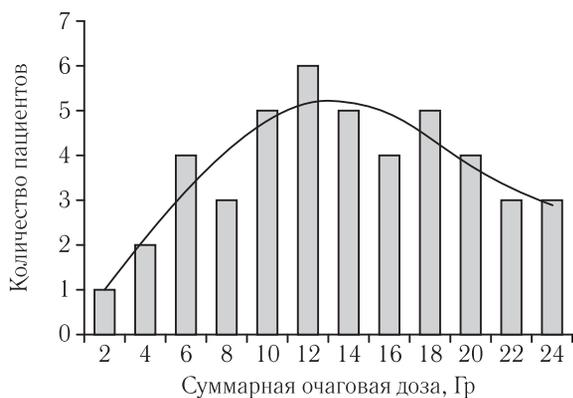
— IV степень — изъязвление, кровотечение, некроз кожи.

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для этого использовался критерий Шапиро–Уилка (при числе обследуемых менее 50), а также показатели

асимметрии и эксцесса. С целью изучения связи между явлениями, представленными количественными данными, использовался непараметрический метод — расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Значения коэффициента корреляции  $\rho$  интерпретировались в соответствии со шкалой Чеддока. В работе для каждого прогностического фактора рассчитывали  $P$ -значение, отношение шансов (OR) и 95% доверительные интервалы (ДИ).

Для измерения соответствия при моделировании использовалось значение параметра RR: чем больше RR, тем лучше соответствие модели. В многофакторном порядковом логистическом регрессионном анализе мы использовали процедуру обратного пошагового отбора для поиска наиболее значимых прогностических факторов, связанных с кожной реакцией. Факторы со значениями  $p < 0,01$  в однофакторном анализе были включены в многофакторный анализ. Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics v. 26 (разработчик — IBM Corporation). Значение  $p < 0,05$  считалось статистически значимым.

**Результаты.** У всех пациентов (100%) наблюдались острые кожные токсические эффекты различной степени в период проведения лучевой терапии: минимальная кожная реакция I степени отмечена у 5 пациентов (11,1%), II степень выявлялась у 19 больных (42,2%), III степень — у 21 (46,7%). Первые проявления формирования РИКР были зафиксированы при достижении СОД в широком диапазоне от 2 до 24 Гр. У 29 (64,4%) больных начальные клинические симптомы РИКР формировались к концу первой недели терапии при достижении СОД 12 Гр. (рис. 4). При этом статистический анализ продемонстрировал слабую отрицательную связь раннего дебюта клинических проявлений РИКР и степени тяжести радиодерматита на высоте поражения ( $r = -0,109$ ,  $p < 0,05$ ). Наиболее чувствительными к радиации участками кожи были перед-



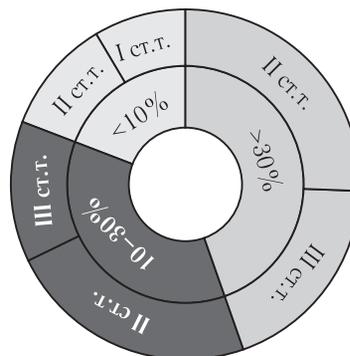
**Рис. 4.** Суммарные очаговые дозы ассоциированные с начальными проявлениями РИКР

**Fig. 4.** Minimal absorbed cumulative dose associated to the RISR

няя область шеи, крупные складки, конечности, живот и лицо.

Общий уровень радиационной кожной токсичности коррелировал с площадью поражения кожи. В группе первично локализованных высыпаний с вовлечением менее 10% площади кожного покрова отмечалось преобладание РИКР I степени (4 из 5 пациентов). При увеличении площади вовлечения кожного покрова (в группе 10–30% площади) отмечалось повышение удельного веса среднетяжелых (II степень тяжести) и тяжелых (III степень

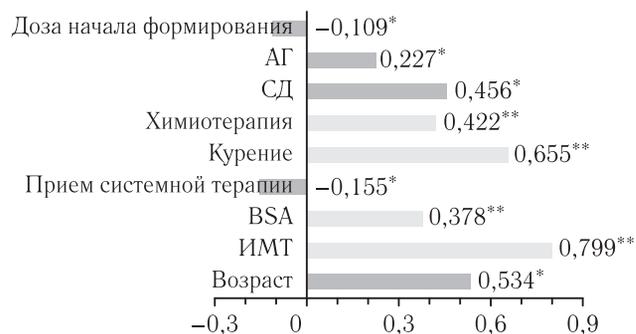
тяжести) форм РИКР: поражения у 11 (57,9%) и 6 (31,6%) из 19 пациентов, в группе генерализованных поражений >30% у 12 (57,1%) и 9 (42,9%) из 21 больных соответственно ( $p < 0,05$ ) (рис. 5). Увеличение площади поражения основного заболевания на 1% приводило к увеличению степени РИКР в среднем на 0,026 единиц.



**Рис. 5.** Удельный вес РИКР среди пациентов с различной степенью распространенности кожного процесса

**Fig. 5.** RISR among patients with varying degrees of prevalence of the skin process

Проведенный анализ показал наличие положительных связей различной степени выраженности между степенью РИКР и факторами-предикторами (рис. 6).



**Рис. 6.** Эмпирические значения корреляционного анализа.

\*Корреляция значима на уровне 0,05 (двусторонняя); \*\* корреляция значима на уровне 0,01 (двусторонняя).

**Fig. 6.** Empirical values of correlation analysis.

\*Correlation is significant at the 0.05 level (two-tailed); \*\* correlation is significant at the 0.01 level (two-tailed)

При анализе взаимосвязи степени РИКР и возраста пациентов была отмечена связь: развитие более тяжелых эффектов прямо пропорционально увеличению возраста больных ( $r = 0,534$ ,  $p < 0,05$ ). Подтверждена связь ИМТ и степени острых кожных реакций ( $r = 0,799$ ,  $p < 0,01$ ). У пациентов с ожирением и избыточной массой тела риск формирования радиодерматита среднетяжелой и тяжелой степени был в 2,66 раза выше, чем у пациентов с нормальным ИМТ, а увеличение показателя ИМТ на 1 единицу приводило к увеличению степени РИКР в среднем на 0,049 единиц. Полученные данные продемонстрировали, что фактор курения увеличивает

риск развития более тяжелых форм острой радиотоксичности ( $r=0,655$ ,  $p<0,01$ ). Наличие предшествующей химиотерапии коррелировало с более тяжелыми формами РИКР ( $r=0,422$ ,  $p<0,01$ ). Анализ показал ассоциацию наличия сахарного диабета ( $r=0,456$ ,  $p<0,05$ ) и артериальной гипертензии ( $r=0,227$ ,  $p<0,05$ ) с более выраженными клиническими проявлениями РИКР.

Для факторов с высокой достоверностью ( $p<0,01$ ) в однофакторном анализе проводили многофакторный логистический регрессионный анализ. Все коэффициенты в модели значимы, модель значима в целом. Коэффициенты множественной корреляции ( $R=0,925$ ) и детерминации ( $R^2=0,855$ ) указывают на весьма сильную тесноту совместного влияния факторов на результат степени РИКР.

Таким образом, используя статистические методы множественной линейной регрессии, учитывая значения нескольких независимых переменных (ИМТ, площадь поражения основного заболевания, статус курения, наличие химиотерапии в анамнезе), возможно прогнозировать результат переменной ответа — степени РИКР.

**Заключение.** Определены прогностические факторы формирования РИКР (ИМТ, площадь поражения основного заболевания, статус курения, наличие химиотерапии в анамнезе) после тотального облучения быстрыми электронами злокачественных первичных лимфом кожи и их функциональная роль.

Анализ продемонстрировал двустороннюю значимую на уровне 0,01 корреляцию степени тяжести РИКР с ИМТ, площадью поражения кожи лимфомой, статусом курения, наличием химиотерапии в анамнезе. Кроме того, выявлена двусторонняя значимая корреляция степени РИКР с факторами возраста, наличием сахарного диабета и артериальной гипертензии. Показана слабая обратная взаимосвязь раннего дебюта клинических проявлений РИКР и степени радиодерматита на высоте поражения ( $r=-0,109$ ,  $p<0,05$ ). При расчете уравнения множественной регрессии с высокой достоверностью ( $p<0,01$ ) установлено совместное влияние факторов (ИМТ, площадь поражения кожного покрова, статус курения, наличие химиотерапии в анамнезе) на степень РИКР.

#### Сведения об авторах:

*Виноградова Юлия Николаевна* — доктор медицинских наук, доцент, руководитель отдела лучевых и комбинированных методов лечения, главный научный сотрудник, профессор кафедры радиологии, хирургии и онкологии федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 70; e-mail: winogradova68@mail.ru; SPIN-код 288560; ORCID 0000-0002-0938-5213;

*Заславский Денис Владимирович* — доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры дерматовенерологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; e-mail: venerology@gmail.com; ORCID 0000-0001-5936-6232;

*Зелянина Мария Ивановна* — аспирант кафедры онкологии федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 70; e-mail: m.zelianina@ Rambler.ru; ORCID 0000-0002-0172-9763;

*Ильин Николай Васильевич* — доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела фундаментальных исследований, профессор кафедры радиологии, хирургии и онкологии федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 70; e-mail: ilyin\_prof@mail.ru; ORCID 0000-0002-8422-0689.

#### Information about authors:

*Yuliya N. Vinogradova* — Dr. of Sci. (Med.), Head of the Department of Radiation and Combined Treatment Methods, professor of the education department of radiology, surgery and oncology A. M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Health of the Russian Federation, Russia, 197758, St. Petersburg. Pos. Pesochny, Leningradskaya street 70; e-mail: winogradova68@mail.ru; SPIN 288560; ORCID 0000-0002-0938-5213;

*Denis V. Zaslavsky* — Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Dermatovenereology of St. Petersburg State Pediatric Medical University; address: 2 Litovskaya street, 194100, Saint Petersburg, Russia; e-mail: venerology@gmail.com; ORCID 0000-0001-5936-6232;

*Maria I. Zelyanina* — PhD student of the Department of Oncology, A. M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Health of the Russian Federation, Russia, 197758, St. Petersburg. Pos. Pesochny, Leningradskaya street 70; e-mail: m.zelianina@ Rambler.ru; ORCID 0000-0002-0172-9763;

*Nikolay V. Ilyin* — Dr. of Sci. (Med.), professor, Chief research worker, professor of the education department of radiology, surgery and oncology; A. M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Health of the Russian Federation, Russia, 197758, St. Petersburg. Pos. Pesochny, Leningradskaya street 70; SPIN-code: 2242-2112; ilyin\_prof@mail.ru; ORCID 0000-0002-8422-0689.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом. Концепция и план исследования — Ю. Н. Виноградова, Д. В. Заславский. Сбор и математический анализ данных — М. И. Зелянина. Подготовка рукописи — Н. В. Ильин.

**Authors' contributions.** All authors met the ICMJE authorship criteria. Special contribution aided in the concept and plan of the study: YuNV, DVZ; provided collection and mathematical analysis of data: MIZ; preparation of the manuscript: NVI.

**Потенциальный конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Disclosure.** The authors declare that they have no competing interests.

**Соответствие принципам этики:** одобрение этического комитета не требовалось, информированное согласие получено от каждого пациента.

**Adherence to ethical standards.** Ethical committee approval was not required and informed consent was obtained from each patient.

Поступила/Received: 07.11.2022.

Принята к печати/Accepted: 25.11.2022.

Опубликована/Published: 29.12.2022.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Singh M., Alavi A., Wong R. et al. Radiodermatitis: a review of our current understanding // *American journal of clinical dermatology*. 2016. Vol. 17, No. 3. P. 277–292. doi: 10.1007/s40257-016-0186-4.
2. Fallah M., Viklund E., Bäckman A. et al. Plasminogen is a master regulator and a potential drug candidate for the healing of radiation wounds // *Cell death and disease*. 2020. Vol. 11, No. 3. P. 1–14. doi: 10.1038/s41419-020-2397-0.
3. Kiprian D., Szykut-Badaczewska A., Gradzińska A. et al. How to manage radiation-induced dermatitis? // *Nowotwory. Journal of Oncology*. 2022. Vol. 72, No. 2. P. 86–95. doi: 10.5603/NJO.2022.0017.
4. Parker J.J., Rademaker A., Donnelly E.D. et al. Risk factors for the development of acute radiation dermatitis in breast cancer patients // *SKIN The Journal of Cutaneous Medicine*. 2018. Vol. 2, No. 1. P. 2–11. doi: 10.3389/ijonc.2021.738851.
5. Kawamura M., Yoshimura M., Asada H. et al. A scoring system predicting acute radiation dermatitis in patients with head and neck cancer treated with intensity-modulated radiotherapy // *Radiation Oncology*. 2019. Vol. 14, No. 1. P. 1–9. doi: 10.1186/s13014-019-1215-2.
6. Yee C., Wang K., Asthana R. et al. Radiation-induced skin toxicity in breast cancer patients: a systematic review of randomized trials // *Clinical Breast Cancer*. 2018. Vol. 18, No. 5. P. e825-e840. doi: 10.1016/j.clbc.2018.06.015.
7. Lam E., Yee C., Wong G. et al. A systematic review and meta-analysis of clinician-reported versus patient-reported outcomes of radiation dermatitis // *The Breast*. 2020. Vol. 50. P. 125–134. doi: 10.1016/j.breast.2019.09.009.
8. Труфанов Г.Е., Асатурян М.А., Жаринов Г.М., Малаховский В.А. *Лучевая терапия (радиотерапия): учебник*. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 208 с. Trufanov G.Ye., Asaturyan M.A., Zharinov G.M., Malakhovskiy V.A. *Lučevaya terapiya (radioterapiya): uchebnik*. 3-ye izd., pererab. i dop. Moskva: GEOTAR-Media, 2018. 208 s. [Trufanov G.E., Asaturyan M.A., Zharinov G.M., Malakhovskii V.A. *Radiation therapy (radiotherapy): textbook*. 3<sup>rd</sup> ed., revised. and additional. Moscow: publishing house GEOTAR-Media, 2018. 208 p. (In Russ.)].

Открыта подписка на 1-е полугодие 2023 года.

Подписной индекс:

Объединенный каталог «Пресса России» **42177**