

## ОЦЕНКА ЛУЧЕВОЙ НАГРУЗКИ НА СЛИЗИСТУЮ ОБОЛОЧКУ ПОЛОСТИ РТА ПРИ РЕНТГЕНОТЕРАПИИ РАКА НИЖНЕЙ ГУБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Елена Викторовна ШЕВЧЕНКО<sup>1</sup>, Людмила Иннокентиевна ГАЛЧЕНКО<sup>1,2</sup>,  
Сергей Алексеевич СМОЛИН<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Иркутский государственный медицинский университет Минздрава России  
664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1*

<sup>2</sup> *Областной онкологический диспансер  
664035, г. Иркутск, ул. Фрунзе, 32*

Цель исследования – оценить эффективность экранирующих свойств пластинок из просвинцованной резины при облучении рака нижней губы I–II стадии методом близкофокусной рентгенотерапии. **Материал и методы.** Проведено сравнение сроков и выраженности лучевых повреждений слизистой оболочки полости рта и альвеолярного отростка у пациентов, получивших курс близкофокусной рентгенотерапии на базе Областного онкологического диспансера (г. Иркутск), при облучении которых использовались либо не использовались средства индивидуальной защиты. Проведены экспериментальные исследования с помощью тканеэквивалентного фантома, имитирующего губу пациента, и термолюминесцентных детекторов из LiF, активированного Mg и Ti. Рассчитаны дозы, получаемые альвеолярным отростком за курс лучевой терапии. **Результаты и их обсуждение.** Суммарная доза рентгеновского излучения за весь курс рентгенотерапии рака нижней губы I–II стадии на альвеолярный отросток в отсутствие экранирования составляет 64, 38 и 16 Гр для губы толщиной 1,0, 1,5 и 2,0 см соответственно, что обуславливает наблюдавшиеся ранее лучевые повреждения. Полученные значения поглощенных доз за средством индивидуальной защиты указывают на высокую экранирующую способность просвинцованной резины, используемой в клинике. Применение экранирующих приспособлений при рентгенотерапии рака нижней губы позволяет повысить качество жизни, снижает продолжительность и выраженность лучевых повреждений.

**Ключевые слова:** близкофокусная рентгенотерапия, рак нижней губы, средства индивидуальной защиты, радиационная безопасность, лучевая нагрузка.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии возможного конфликта интересов.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность Бухарской Кристине Андреевне, медицинскому физику отделения радиотерапии ГБУЗ «Областной онкологический диспансер» (г. Иркутск), за помощь в проведении измерений с использованием термолюминесцентных дозиметров.

**Автор для переписки:** Смолин С.А., e-mail: millennium\_s@mail.ru

**Для цитирования:** Шевченко Е.В., Галченко Л.И., Смолин С.А. Оценка лучевой нагрузки на слизистую полости рта при рентгенотерапии рака нижней губы с использованием средств индивидуальной защиты. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2019; 39 (5): 119–124. doi: 10.15372/SSMJ20190514.

## ESTIMATION OF RADIATION EXPOSURE TO THE ORAL MUCOSA DURING SUPERFICIAL RADIOTHERAPY OF CANCER OF THE LOWER LIP USING PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT

Elena Viktorovna SHEVCHENKO<sup>1</sup>, Lyudmila Innokentievna GALCHENKO<sup>1,2</sup>,  
Sergey Alekseevich SMOLIN<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Irkutsk State Medical University of Minzdrav of Russia  
664003, Irkutsk, Krasnogo Vosstaniya str., 1*

<sup>2</sup> *Irkutsk Regional Cancer Hospital  
664035, Irkutsk, Frunze str., 32*

The purpose of the study is to evaluate the effectiveness of the shielding of leaded rubber plates in superficial radiotherapy of lower lip cancer of stage I–II. **Material and methods.** A comparison was made of the timing and severity of oral mucosa and alveolar ridge damage in patients who used and did not use personal protective equipment. Experimental studies were carried out using a tissue-equivalent phantom and thermoluminescent detectors LiF activated by Mg and Ti. The summary doses received by the alveolar are calculated. **Results and discussion.** The total dose of X-ray radiation to the alveolar ridge in the absence of shielding is 64, 38 and 16 Gy for 1.0, 1.5 and 2.0 cm thick lip, respectively. The obtained values of the absorbed doses with personal protective equipment indicate a high shielding ability of the lead rubber used in the clinic. The use of shielding devices for superficial radiotherapy of lower lip cancer can improve the quality of life, reduces the duration and severity of radiation damage.

**Key words:** superficial radiotherapy, lower lip cancer, personal protective equipment, radiation safety, radiation exposure.

**Conflict of interests.** Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

**Acknowledgments.** The authors are grateful to Kristina Andreevna Bukharskaya, medical physicist of the radiotherapy department of the Regional Oncology Dispensary (Irkutsk), for their help in taking measurements using thermoluminescent dosimeters.

**Correspondence author:** Smolin S.A., e-mail: millennium\_s@mail.ru

**Citation:** Shevchenko E.V., Galchenko L.I., Smolin S.A. Estimation of radiation exposure to the oral mucosa during superficial radiotherapy of cancer of the lower lip using personal protective equipment. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2019; 39 (5): 119–124. [In Russian]. doi: 10.15372/SSMJ20190514.

Основным методом лечения рака нижней губы I и II стадии является лучевая терапия. При использовании рентгенотерапии режим выбирается таким образом, чтобы на ложе опухоли приходилось 50 % поверхностной дозы [7, 11]. На поверхности разовая доза излучения обычно составляет 5 Гр, суммарная – 60–80 Гр. Основное преимущество близкофокусной рентгенотерапии заключается в максимальном поглощении излучения в первых миллиметрах ткани. Метод удобен и прост, возможно проведение лучевой терапии в амбулаторных условиях, обеспечивается хороший косметический и функциональный эффект [4, 9, 12].

При рентгенотерапии рака нижней губы в область облучения попадают нормальные ткани. Повреждения кожных и слизистых покровов зависит от величины поглощенной дозы, размеров поля облучения, режима фракционирования, а также от состояния полости рта и наличия в ней инфекций. Кожные повреждения обычно ограничиваются эритемой или сухим радиодерматитом и длятся 1–1,5 месяца после окончания курса облучения. Повреждение слизистых оболочек в ответ на облучение начинается с гиперемии и отека, теряется блеск, появляется уплотнение за счет ороговения эпителия. Затем наступает десквамация ороговевшего эпителия, возникают одиночные эрозии с последующей их эпителизацией, возникает пленчатый радиоэпителиит, который длится до одного месяца после окончания облучения. Лучевые повреждения слизистых оболочек сопровождаются болевыми ощущениями [2, 7, 13]. В редких случаях при переоблуче-

нии альвеолярного отростка могут наблюдаться лучевые повреждения в виде лучевого кариеса и выпадения зубов.

С целью предупреждения лучевых повреждений со стороны кожи, слизистой оболочки губы, обострения воспалительных процессов больным проводится санация полости рта, назначается полоскание теплым раствором фурацилина после приема пищи. В предлучевой период осуществляется пломбирование или удаление кариозных зубов, снятие металлических коронок, попадающих в зону облучения. При наличии сопутствующих воспалительных процессов применяются антибиотики широкого спектра действия. В целях профилактики развития лучевых поражений пациенты предупреждаются о необходимости защиты облученной поверхности от раздражающих факторов – острой пищи, спиртных напитков, курения.

Размер поля облучения выбирается так, чтобы края губы выходили за пределы клинически определяемых границ опухоли на 1,0 см. Во время укладки между нижней губой и десной закладывается марлевый валик, смещающий нижнюю губу вперед, что практически исключает воздействие прямого пучка излучения на альвеолярный отросток нижней челюсти и избавляет больного от развития в дальнейшем лучевого кариеса и остеомиелита. Лучевые повреждения могут возникнуть из-за различного поглощения излучения в мягких тканях, зубах и костях, а также из-за значительного обратного рассеяния на границе с костной тканью. Для снижения дозы на окружающие здоровые ткани внутри марлевого валика,

вводимого между нижней губой и десной, закладывается пластинка из просвинцованной резины, выполняющая роль средства индивидуальной защиты [5, 6, 11].

Целью исследования было оценить эффективность экранирующих свойств пластинок из просвинцованной резины посредством измерения кратности ослабления рентгеновского излучения, проходящего через них, сроков и выраженности повреждений со стороны слизистой оболочки полости рта.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

За 2016–2018 гг. в Областном онкологическом диспансере (г. Иркутск) лечение по поводу рака нижней губы I–II стадии получили 69 больных (63 мужчины и 6 женщин). У 54 пациентов была I стадия заболевания, у 15 – II стадия; 72,5 % больных были старше 50 лет, 55 человек являлись курильщиками. У 17 пациентов раку губы предшествовали хронические заболевания губы, такие как лейкоплакии, лейкокератоз, длительно незаживающие трещины и хронические язвы губы, папилломы с ороговением, хейлит Манганотти. У некоторых больных были кариозные зубы, больные десны, неудачные зубные протезы, т.е. рак возникает часто на измененной красной кайме нижней губы. Давность заболевания нижней губы варьировала в широких пределах – от нескольких месяцев до 4–5 лет. В течение первого года заболевания в онкологические учреждения обратились 39 человек, что можно объяснить достаточной визуализацией опухолей для наблюдения. У описываемой группы больных не было выявлено метастазов в лимфоузлах. Профилактическое облучение регионарных лимфатических узлов не проводилось.

По гистологическому строению встречался главным образом плоскоклеточный ороговевающий рак, в трех случаях – плоскоклеточный неороговевающий рак. Чаще опухоль находилась в наружной зоне красной каймы по обе стороны от средней линии. При язвенной форме рака (три случая), которая, как правило, образовывалась на месте длительно незаживающих трещин или эритроплакии, язва приобрела округлую форму с углубленным неровным дном, поднятыми краями.

Лучевая терапия первичного очага проводилась на близкофокусном рентгенотерапевтическом аппарате «Рентген ТА-02» на базе Областного онкологического диспансера (г. Иркутск) одним прямым полем с отступом на 1 см от видимых или пальпируемых границ опухоли. На поверхности разовая доза излучения составляла



Рис. 1. Тубусы с маркировкой 16 × 34 и 15 × 38, используемые при облучении нижней губы

Fig. 1. Tubes (forming devices) 16 × 34 and 15 × 38, used in the superficial radiotherapy of cancer of the lower lip

5 Гр, суммарная – 80 Гр. Режим работы аппарата выбирался таким, чтобы на ложе опухоли приходилось 50 % поверхностной дозы: напряжение генерирования составляло 60 кВ, сила анодного тока – 5 мА, толщина дополнительного фильтра – 1,2 мм Al. Слой половинной дозы (СПД) составлял около 13 мм ткани [3, 6, 11]. При облучении нижней губы использовались фигурные тубусы с маркировкой 16 × 34 и 15 × 38, обеспечивающие необходимое кожно-фокусное расстояние и поле облучения (рис. 1). Во время облучения между губой и десной помещался марлевый валик с пластинкой из просвинцованной резины внутри.

Во время курса лучевой терапии и по его завершении оценивалась выраженность лучевых повреждений со стороны кожи губы и слизистой полости рта и сравнивалась с результатами лечения лиц контрольной группы, которая состояла из пациентов с диагнозом «рак нижней губы I–II стадии», проходивших аналогичный курс лучевой терапии в предшествующие годы, но без экранирования. Для оценки эффективности методов борьбы с лучевыми реакциями мы определяли тяжесть радиопителита в соответствии с международной шкалой RTOG (Radiation Therapy Oncology Group) [13]: 0 – нет никаких изменений, 1 – эритема или слабая боль, не требует обезболивания, 2 – островковый эпителиит, умеренная боль, требует ненаркотического обезболивания, 3 – сливной пленчатый эпителиит, может сопровождаться сильной болью, требует наркотического обезболивания, 4 – изъязвление, геморрагия, некроз.

Для оценки защитных свойств просвинцованной резины, используемой в клинике для экранирования слизистой полости рта, были проведены экспериментальные исследования с помощью тканезквивалентного фантома и термолюминесцентных детекторов из LiF, активированного Mg и Ti. Эти детекторы чувствительны к электромагнитному излучению с энергией от 15 кэВ до

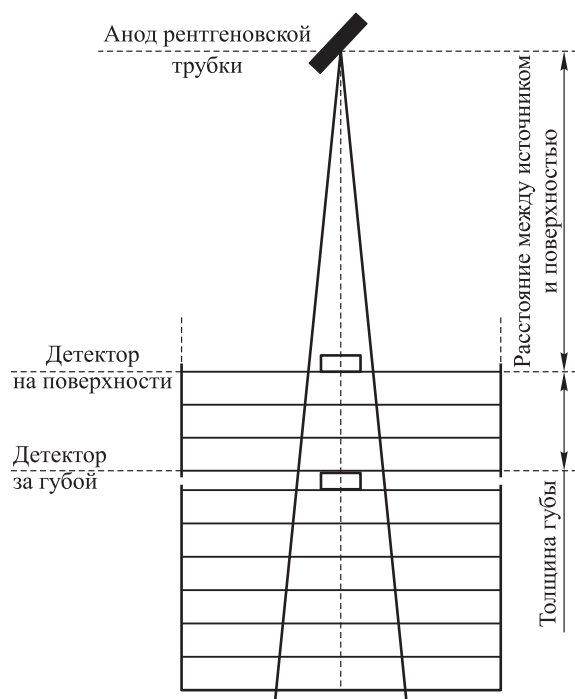


Рис. 2. Схема эксперимента с применением термолюминесцентных детекторов и ткане-эквивалентного фантома

Fig. 2. The scheme of the experiment with thermoluminescent detectors and tissue-equivalent phantom

18 МэВ. В исследовании использовался твердотельный пластинчатый фантом из полиметилметаакрилата PTW Soft X-Ray Slab Phantom. С помощью пластин фантома было смоделировано облучение нижней губы различной толщины – 1,0, 1,5 и 2,0 см. На наружной поверхности фантома и за слоем, имитирующим губу, помещались детекторы из LiF (рис. 2).

Облучение проводили в двух условиях – с применением экранирующей пластинки и без нее, после проведения процедуры выполняли отжиг детекторов при температуре до 400 °С. Стоит отметить, что после облучения дозами свыше 0,5 Зв отжечь детекторы в режиме измерения становится затруднительно. Согласно инструкции по использованию термолюминесцентных дозиметров, в этом случае следует использовать глубокий отжиг детекторов в муфельной печи в режиме отжига. Полученные результаты дозиметрических измерений были сопоставлены между собой.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате лечения удалось добиться полной резорбции опухоли в 100 % случаев. Косметический эффект у большинства больных был

удовлетворительный. В контрольной группе лучевые повреждения в виде гиперемии со стороны слизистой оболочки полости рта и альвеолярного отростка наступали в конце первой недели облучения, т.е. при суммарной дозе на поверхности, равной 25 Гр. К концу курса облучения у пациентов развивался радиоэпителиит 2–3-й степени [7, 13]. Полная эпителизация покровных тканей наступала примерно через два месяца после начала курса лучевой терапии. В исследуемой группе статистически достоверных отличий от контрольной по времени возникновения гиперемии со стороны слизистой оболочки нижней губы не обнаружено. Лучевые повреждения были в виде сухого и влажного эпидермита в конце курса лучевой терапии или через одну-две недели после его окончания. Эпителизация заканчивалась в течение 2–3 недель после окончания лечения. Однако практически не наблюдалась гиперемия на альвеолярном отростке, экранируемом валиком. К концу второй недели курса облучения (суммарная доза на поверхности 35–40 Гр) у пациентов развивался радиоэпителиит 2-й степени в виде десквамации слизистой оболочки нижней губы (рис. 3).

Эти данные согласуются с результатами дозиметрических измерений, представленных в таблице. Статистическую обработку результатов отжига детекторов проводили, вычисляя среднее арифметическое значение ( $M$ ), ошибку среднего арифметического значения ( $m$ ), и представляли в виде  $M \pm m$ . Как видно из результатов отжига термолюминесцентных дозиметров, доза в отсутствие экранирования зависит от толщины слоя,



Рис. 3. Пациент, проходящий курс близкофокусной рентгенотерапии рака губы, с явлениями радиоэпителиита на альвеолярном отростке

Fig. 3. A patient undergoing a course of superficial radiotherapy of cancer of the lower lip with radioepithelitis on the alveolar process



Таблица. Результаты дозиметрических измерений

Table. Results of dosimetry measurements

	Толщина губы 1,0 см	Толщина губы 1,5 см	Толщина губы 2,0 см
Доза на поверхности, Гр	5,0 ± 0,04	5,0 ± 0,04	5,0 ± 0,04
Доза за губой без экранирования, Гр	2,9 ± 0,03	2,2 ± 0,03	1,8 ± 0,03
Доза за губой с экранированием, мГр	8,77 ± 1,98	8,47 ± 1,67	8,84 ± 1,27

имитирующего губу. В то же время дозы при использовании средств индивидуальной защиты не зависели от толщины губы и были значительно ниже (в 200–300 раз в зависимости от толщины губы), чем дозы без экранирования.

Измеренные значения дозы за губой без экранирования согласуются с результатами клинической дозиметрии на данном аппарате для используемого режима. На рис. 4 приведено глубинное распределение дозы (нормированное на 5 Гр на поверхности), измеренное в тканеэквивалентном фантоме, и величины доз, замеренных с помощью термолюминесцентных детекторов на глубине 1,0, 1,5 и 2,0 см ткани [1, 10].

Для оценки дозовой нагрузки при рентгенотерапии используется радиобиологическая модель «время – доза – фракционирование» (ВДФ). При известной разовой дозе облучения и количестве фракций в неделю можно рассчитать суммарную дозу на слизистую оболочку полости рта за весь курс близкофокусной рентгенотерапии рака нижней губы. Согласно модели ВДФ, для используемого режима облучения (разовая доза на поверхности 5 Гр ежедневно 5 раз в неделю,

суммарная – 80 Гр) суммарная доза от рентгеновского излучения на альвеолярный отросток в отсутствие экранирования составляет 64, 38 и 16 Гр для губы толщиной 1,0, 1,5 и 2,0 см соответственно [8, 11]. При использовании экранирующих средств доза на слизистую оболочку полости рта практически отсутствует.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность лучевой терапии зависит от тщательности подготовки пациента к лечению и корректности использования доступных в клинике дополнительных средств индивидуальной защиты. Оценка лучевого воздействия на здоровые органы и контроль за выраженностью лучевых повреждений в процессе и по окончании курса лучевой терапии позволяет своевременно скорректировать план лечения. Применение экранирующих приспособлений при рентгенотерапии рака нижней губы способствует повышению качества жизни пациентов, снижает продолжительность и выраженность лучевых повреждений. Все это способствует повышению эффективности лучевого лечения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев В.Н., Коконцев А.А. Дозиметрия излучения рентгенотерапевтического аппарата «Рентген ТА-02». *Мед. физика*. 2008; 40 (4): 20–28.

Vasil'ev V.N., Kokontsev A.A. Dosymetry of radiation of x-ray treatment device «Rentgen TA-02». *Meditinskaya fizika = Medical Physics*. 2008; 40 (4): 20–28. [In Russian].

2. Иванов С.А., Окунцев Д.В., Иванова О.В. Результаты лучевого лечения первичного нематстатического рака нижней губы. *Пробл. здоровья и экологии*. 2011; 27 (1): 130–136.

Ivanov S.A., Okuntsev D.V., Ivanova O.V. Results of radiation treatment of primary non-metastatic lower lip cancer. *Problemy zdorov'ya i ekologii = Health and Environment Issues*. 2011; 27 (1): 130–136. [In Russian].

3. Линденбратен Л.Д., Королук И.П. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и терапии). 2-е изд, перераб. и доп. М.: Медицина, 2000. 667 с.

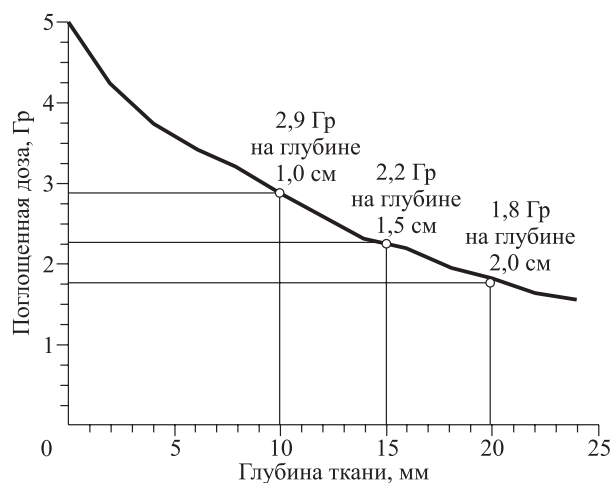


Рис. 4. Глубинное распределение дозы, согласно результатам клинической дозиметрии, и значения поглощенной дозы, полученные экспериментально

Fig. 4. Depth-dose distribution, according to the results of clinical dosimetry, and the values of the absorbed dose, obtained experimentally

Lindenbraten L.D., Korolyuk I.P. Medical radiology (fundamentals of radiation diagnosis and therapy). Second edition, revised and updated. Moscow: Meditsina, 2000. 667 p. [In Russian].

4. Лучевая терапия на короткодистанционном аппарате РУМ-21М. Методические рекомендации. Ред. Е.Л. Подлящук, В.Ф. Устинова, А.В. Фролов. М., 1986. 16 с.

Radiation therapy on the short-distance apparatus RUM-21M. Guidelines. Eds. E.L. Podlyashchuk, V.F. Ustinova, A.V. Frolov. Moscow, 1986. 16 p. [In Russian].

5. Переслегин И.А., Подлящук Е.Л., Устинова В.Ф. Клиническая рентгенодиагностика (руководство). Т. 5. Лучевая терапия опухолевых и неопухолевых заболеваний. Ред. Г.А. Зедгенидзе. М.: Медицина, 1985. 496 с.

Pereslegin I.A., Podlyashchuk E.L., Ustinova V.F. Clinical X-ray radiology (manual). Vol. 5. Radiation therapy of tumor and non-tumor diseases. Ed. G.A. Zedge-nidze. Moscow: Meditsina, 1985. 496 p. [In Russian].

6. Рудерман А.И. Близкофокусная рентгенотерапия. М.: Медицина, 1968. 234 с.

Ruderman A.I. Near-focus radiotherapy. Moscow: Meditsina, 1968. 234 p. [In Russian].

7. Терапевтическая радиология: национальное руководство. Ред. А.Д. Каприн, Ю.С. Мардынский. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 704 с.

Therapeutic radiology: a national guide. Eds. A.D. Kaprin, Yu.S. Mardynskiy. Moscow: GEOTAR-Media, 2018. 704 p. [In Russian].

8. Фадеева М.А., Костромина К.Н., Даченко В.С. Фактор время–доза–фракционирование и их использование в лучевой терапии злокачественных опухолей: методические рекомендации. М., 1987. 36 с.

Fadeeva M.A., Kostromina K.N., Datsenko V.S. Time-dose-fractionation factor and their use in radiotherapy of malignant tumors: guidelines. Moscow, 1987. 36 p. [In Russian].

9. Khan F.M., Gibbons J.P. Khan's the physics of radiation therapy. Lippincott, Williams & Wilkins, 2014. 584 p.

10. Palmans H., Andreo P., Huq M.S., Seuntjens J., Christaki K.E., Meghzifene A. Dosimetry of small static fields used in external photon beam radiotherapy: Summary of TRS-483, the IAEA–AAPM international Code of Practice for reference and relative dose determination. *Medical Physics*. 2018; 45 (11): e1123–e1145. doi: 10.1002/mp.13208.

11. Radiation therapy for skin cancer. Eds. A.B. Cognetta, W.M. Mendenhall. Dordrecht: Springer, 2013. 256 p.

12. Wolfe C.M., Cognetta A.B. Superficial/soft radiation therapy for nonmelanoma skin cancer. In: Evidence-Based Procedural Dermatology. Ed. M. Alam. Springer Nature Switzerland AG, 2019; 585–626. doi: 10.1007/978-3-030-02023-1\_36.

13. Wong H.M. Oral complications and management strategies for patients undergoing cancer therapy. *Scientific World Journal*. 2014; 2014: 581795. doi: 10.1155/2014/581795.

#### **Сведения об авторах:**

**Шевченко Е.В.**, д.б.н., проф., e-mail: kalasha.50@mail.ru

**Галченко Л.И.**, к.м.н., e-mail: vv.dvornichenko@gmail.com

**Смолин С.А.**, e-mail: millennium\_s@mail.ru

#### **Information about authors:**

**Shevchenko E.V.**, doctor of biological sciences, professor, e-mail: kalasha.50@mail.ru

**Galchenko L.I.**, candidate of medical sciences, e-mail: vv.dvornichenko@gmail.com

**Smolin S.A.**, e-mail: millennium\_s@mail.ru