

<https://doi.org/10.25208/0042-4609-2018-94-6-15-21>

Лечение базальноклеточного рака кожи в периорбитальной области импульсным лазером на парах меди

Ключарева С. В.¹, Пономарев И. В.^{2*}, Топчий С. Б.², Пушкарева А. Е.³, Андрусенко Ю. Н.⁴

¹ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова 195067, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Пискаревский просп., д. 47

² Физический институт им. П. Н. Лебедева Российской Академии наук 119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский просп., д. 53

³ Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий механики и оптики (Университет ИТМО) 197101, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Кронверкский просп., д. 49

⁴ Медицинский центр «Институт здоровья» 61000, Украина, г. Харьков, пл. Конституции, д. 26

Увеличение продолжительности жизни в развитых странах неизбежно сопровождается ростом числа немеланомных заболеваний кожи, прежде всего базальноклеточного рака кожи (БКРК), возникающих у пациентов пожилого и преклонного возраста. Патогенез таких заболеваний связан как с нарушением пролиферации и дифференцировки кератиноцитов базального слоя эпидермиса, так и с трансформацией сосудистого русла в сосочковом слое дермы вблизи БКРК. В последние годы для этой цели в дерматологии широко применяется высокоинтенсивное лечение БКРК с помощью CO₂-, неодимового, диодного лазера, а также импульсного лазера на красителе. Эти системы позволяют во многих случаях добиться элиминации злокачественных клеток БКРК. Вместе с тем воздействие лазеров ближнего инфракрасного диапазона в периорбитальной области ограничено из-за опасности поражения органов зрения. Это определяет целесообразность поисков новых методов лазерной хирургии злокачественных образований кожи.

Методы. Лечение первичных БКРК проведено у 3 мужчин и 9 женщин в возрасте от 34 до 77 лет с помощью лазера на парах ЛПМ (модель «Яхрома-Мед»). Лазерное лечение проводилось за один сеанс с помощью излучения ЛПМ с длиной волны 511 и 578 нм, средней мощностью до 3 Вт, сериями импульсов продолжительностью 15 нс, следующих с паузой 60 мкс при длительности экспозиции в пределах от 200 до 600 мс. Диаметр светового пятна на поверхности кожи составлял 1 мм. Продолжительность катamnестического наблюдения составила 24 месяца.

Результаты. У всех больных лазерное лечение БКРК с помощью ЛПМ позволило добиться после одной процедуры полной элиминации злокачественных клеток в области патологического очага, без рецидивов в течение двух лет после лечения. У больных в возрасте до 40 лет продолжительность заживления кожи в области облучения составила 2 недели, у пожилых пациентов — от 3 до 4 недель. После проведения процедуры отмечались кратковременные побочные эффекты в виде незначительного отека, эритемы и шелушения.

Ключевые слова: **лазер на парах меди, БКРК**

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Для цитирования: Ключарева С. В., Пономарев И. В., Топчий С. Б., Пушкарева А. Е., Андрусенко Ю. Н. Лечение базальноклеточного рака кожи в периорбитальной области импульсным лазером на парах меди. Вестник дерматологии и венерологии. 2018;94(6):15–21. <https://doi.org/10.25208/0042-4609-2018-94-6-15-21>



Treatment of basal cell cancer in the periorbital area using a pulsed copper vapour laser

Svetlana V. Klyuchareva¹, Igor V. Ponomarev^{2*}, Sergei B. Topchy², Alexandra E. Pushkareva³, Yury N. Andrusenko⁴

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov
Piskarevsky prospect, 47, Saint Petersburg, 195067, Russian Federation

² Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences
Leninsky prospekt, 53, Moscow, 119991, Russian Federation

³ Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University)
Kronverksky prospect, 49, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

⁴ Medical Centre "Institute of Health"
Constitution sq., 26, Kharkov, 61000, Ukraine

An increase in life expectancy in developed countries is inevitably accompanied by an increase in the number of non-melanoma skin diseases, which are primarily represented by basal cell cancer (BCC) occurring in elderly and old-age patients. The pathogenesis of such diseases is associated both with impaired proliferation and differentiation of the keratinocytes of the epidermal basal layer, as well as with the transformation of the vasculature in the papillary dermis in the vicinity of BCC. In recent years, such conditions have been increasingly treated using CO₂, neodymium, diode and pulsed-dye lasers. In many cases, these devices allow malignant BCC cells to be successfully eliminated. However, the use of near-infrared lasers in the periorbital area is limited due to a higher risk of damaging the organs of the visual system. Therefore, a search for new laser surgery methods that can be used for treating malignant skin tumours seems to be a prospective research direction.

Methods. 3 male and 9 female patients diagnosed with primary BCC were treated using a copper vapour laser (Yakhroma-Med). The age of the patients varied from 34 to 77 years. Laser treatment was carried out in one session under the following irradiation parameters: the wavelength of 511 and 578 nm, the average power of up to 3 W and a series of 15 ns pulses. The pause between the pulses was 60 μs, with the exposure time ranging from 200 to 600 ms. The light spot diameter on the skin surface was 1 mm. The follow-up monitoring duration was 24 months.

Results. In all the BCC patients, one session of copper vapour laser treatment allowed malignant cells in the disease area to be completely eliminated without relapses during 2 years after the therapy. The duration of skin healing in the irradiated area was 2 weeks in patients under the age of 40 years, compared to 3–4 weeks in elderly patients. After the treatment, short-term side effects, such as a slight edema, erythema and peeling, were observed.

Keywords: copper vapour laser, basal cell cancer, BCC

Conflict of interest: the authors state that there is no potential conflict of interest requiring disclosure in this article.

For citation: Klyuchareva S. V., Ponomarev I. V., Topchy S. B., Pushkareva A. E., Andrusenko Yu. N. Treatment of basal cell cancer in the periorbital area using a pulsed copper vapour laser. *Vestnik Dermatologii i Venerologii*. 2018;94(6):15–21. <https://doi.org/10.25208/0042-4609-2018-94-6-15-21>

Введение

Увеличение продолжительности жизни в развитых странах неизбежно сопровождается ростом числа немеланомных раков кожи, прежде всего базальноклеточного рака кожи, как правило, возникающих у пациентов пожилого и преклонного возраста. Патогенез таких заболеваний связан как с нарушением пролиферации и дифференцировки кератиноцитов базального слоя эпидермиса, так и с трансформацией сосудистого русла в сосочковом слое дермы вблизи БКРК. Это определяет выбор лечения, обеспечивающего ремоделирование сосудистого русла и замещение злокачественных клеток полноценными кератиноцитами базального слоя эпидермиса. В последние годы для этой цели в дерматологии широко применяется высокоинтенсивное лечение БКРК с помощью CO₂-, неодимового, диодного лазера, а также импульсного лазера на красителе. Эти системы позволяют во многих случаях добиться элиминации злокачественных клеток БКРК. Вместе с тем воздействие этих лазеров на поверхность кожи приводит к выраженному обезвоживанию поверхностных слоев кожи, что неизбежно замедляет сроки послеоперационной регенерации эпидермиса и ремоделирование сосочкового слоя кожи. Применение излучения лазеров ближнего ИК-диапазона опасно из-за риска повреждения сетчатки [1–7].

Это определяет целесообразность поисков новых методов лазерной терапии.

Материал и методы

Лечение ЛПМ проводилось у 12 светлокожих первичных больных БКК, в том числе у 3 мужчин и 9 женщин в возрасте от 34 до 75 лет, с гистологически подтвержденным диагнозом БКРК размером до 20 мм. Все опухоли были первичными стадиями T₁₋₂N₀M₀. Для минимизации дискомфорта лечение выполнялось под местной инфильтрационной анестезией Sol. Articaini hydrochloridi 4% a epinephrini 1:200 000 — 1,7 ml. Средняя мощность ЛПМ (модель «Яхрома-Мед»), которая излучает импульсный свет при 578 и 511 нм с длительностью импульса 15 нс и частотой следования импульсов 16,6 кГц, достигала 3 Вт. Лазерное излучение

фокусировалось на коже пациента в световое пятно диаметром 1 мм. Энергетическая экспозиция варьировалась в пределах 100–200 Дж/см².

После процедуры сразу формировался сухой струп, место воздействия обрабатывалось хлоргексидином, затем наносился эпителизирующий гель 2 раза в сутки до отпадения корочки.

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкским протоколом. Во всех случаях было получено информированное согласие на участие в исследовании. Каждый пациент получил один сеанс лечения ЛПМ. Очаг БКРК обрабатывали плотно, с захватом здоровой ткани на 5 мм вокруг опухоли. ЛПМ на используемой мощности позволяла испарить область злокачественной ткани. К числу удобства проведения процедуры следует отнести прекрасный кровоостанавливающий эффект ЛПМ. На фото показаны фото до и сразу после лечения БКРК с помощью ЛПМ (рис. 3).

Результаты

Клинически опухоли были излечены во всех случаях, на их месте после заживления появлялись плоские атрофические гипопигментированные рубцы.



Рис. 1. Фото до и сразу после лечения БКРК с помощью ЛПМ
Fig. 1. Photos taken prior and immediately following BCC treatment using a copper vapour laser

Таблица 1. Описание пациентов
Table 1. Patient description

№	Возраст	Пол	Локализация	Клиническая форма	Размер, мм
1	77	Ж	Щеки	Узловая	8 × 10 и 12 × 11
2	70	Ж	Лоб	Узловая	19 × 18
3	71	М	Нос	Язвенная	18 × 15
4	34	М	Периорбитальная	Язвенная	18 × 15
5	40	Ж	Нижнее веко	Узловая	7 × 9
6	50	М	Нижнее веко	Узловая	11 × 10
7	60	Ж	Нос	Язвенная	11 × 10
8	75	Ж	Нос	Узловая	15 × 12
9	60	Ж	Височная область	Узловая	19 × 16
10	63	Ж	Периорбитальная область	Узловая	20 × 10
11	73	Ж	Нос	Узловая	16 × 14
12	73	Ж	нос	Поверхностная язвенная	15 × 12



Рис. 2. Узловая форма БКРК. Фото до и после лечения с помощью ЛПМ. Полное излечение (пациент № 1, табл. 1)
 Fig. 2. Nodular BCC. Photos taken prior and immediately following BCC treatment using a copper vapour laser. Full recovery (Patient No. 1, Table 1)



Рис. 3. Узловая форма БКРК. Фото до и после лечения с помощью ЛПМ. Полное излечение (пациент № 2, табл. 1)
 Fig. 3. Nodular BCC. Photos taken prior and immediately following BCC treatment using a copper vapour laser. Full recovery (Patient No. 2, Table 1)



Рис. 4. Язвенная форма БКРК. Фото до и после лечения с помощью ЛПМ. Полное излечение (пациент № 3, табл. 1)
 Fig. 4. Ulcerative BCC. Photos taken prior and immediately following BCC treatment using a copper vapour laser. Full recovery (Patient No. 3, Table 1)

Все пациенты наблюдались в течение двух недель после лечения и в течение 24 месяцев для выявления возможных рецидивов. У всех пациентов были получены цифровые изображения области удаляемых новообразований кожи.

У пациентов, получавших лечение ЛПМ, серьезных побочных эффектов не наблюдалось, за исключением небольшого отека и образования корочек в течение двух недель после сеанса лечения. Рецидивов не наблюдалось в течение всего периода наблюдения после окончания лечения.

Через 2–3 недели происходило заживление обработанного лазером участка. В течение периода наблюдения после лечения до 24 месяцев рецидивов не наблюдалось.

Обсуждение

При использовании импульсного лазера на красителе (ИДК) в первичных опухолевых случаях распространенность рецидивов БКК составляет 1,1–3,8 %, у рецидивирующих опухолевых больных — 4,8–5,6 %. При использовании CO₂-лазеров эти показатели составляют 2,8 и 5,7–6,9 % соответственно [8]. Высокая эффективность лазерной деструкции БКРК кожи отмечена на первом этапе развития опухоли [9]. В первые пять лет после удаления методом лазерной деструкции распространенность рецидивов БКРК варьирует от 1,1 до 15 % [10].

Хирургическое вмешательство недопустимо в некоторых случаях не только из-за осложнений анестезии,



Рис. 5. Язвенная форма БКРК. Фото до и после лечения с помощью ЛПМ. Полное излечение (пациент № 7, табл. 1)
Fig. 5. Ulcerative BCC. Photos taken prior and immediately following BCC treatment using a copper vapour laser. Full recovery (Patient No. 7, Table 1)

но и в случаях сердечной недостаточности, нарушения гемостаза, аллергической реакции на препараты, применяемые при анестезии. В таблице 2 приведены результаты применения различных лазеров для лечения БКРК.

Аномальные кровеносные сосуды увеличенного диаметра, характерные для БКРК [17, 18], могут быть селективно скоагулированы лазером, использующим принцип селективного фототермолиза. На сегодняшний день эффективность применения импульсного лазера на красителях (ИЛК), который успешно применяется для селективной фотодеструкции сосудов увеличенного диаметра в качестве нехирургического метода лечения базалиомы, подтверждена в ряде исследований [12, 13]. Несмотря на относительно низкую частоту метастазов БКРК [19], частота рецидива после лечения с помощью ИЛК колеблется от 5 до 10 %, что связывается авторами [20] с недостаточной энергетической экспозицией, которая обеспечивается ИЛК.

В клиническом исследовании [14] БКРК небольших размеров (до 6 мм) были успешно излечены диодным лазером на длине волны 980 нм с энергетической экспозицией (флюенсом) в диапазоне от 200 до 800 Дж/см² и с длительностью экспозиции 0,1–1 с. При размерах БКРК частота рецидивов возрастала до 34 %.

ЛПМ с длиной волны 578 нм имеет оптимальные параметры для лечения таких сосудистых мальформаций,

как винные пятна, гемангиомы и телеангиэктазии [21]. Поэтому использование ЛПМ, позволяющего осуществить селективный нагрев кровеносных сосудов, для лечения БКРК представляется обоснованным.

Для сравнения эффективности нагрева ткани и расположенных в ней сосудов увеличенного диаметра излучением ЛПМ и диодного лазера была выполнена процедура моделирования нагрева кровеносного сосуда с использованием пакета математического моделирования Matlab и его приложения для решения дифференциальных уравнений в частных производных Femlab, методика которой описана в [22].

На рисунке 6 показаны расчетные уровни максимальной температуры ткани на разной глубине при воздействии ЛПМ и диодного лазера. Из-за локализации нагрева поверхностных слоев ткани, соответствующих расположению БКРК, использование ЛПМ выглядит более предпочтительным вариантом воздействия, чем излучение диодного лазера. За счет этого при сравнимых энергетических экспозициях (флюенсах) с ЛПМ достигаются более высокие температуры ткани и не происходит повреждения глубоко расположенных слоев ткани, что повышает скорость заживления после процедуры.

Численное моделирование [22] показало, что сосуды увеличенного диаметра нагреваются излучением ЛПМ сильнее, чем окружающая их ткань. По этой

Таблица 2. Тип лазера, применявшегося для лечения БКРК, параметры, побочные эффекты
Table 2. Laser used for BCC treatment, its parameters and side effects

Тип лазера, длина волны, нм	Возраст пациентов, лет	Размеры БКРК	Параметры лазера (длина волны, длительность импульса, энергетическая экспозиция)	Длительность регенерации	Количество процедур	Побочные эффекты	Ссылки
CO ₂ , 10 600	29–93	до 2,3 см	750 мкс, 7,5 Дж/см ²	Не указано	1	Не указано	[11]
ИЛК, 595	29–88	Размер 0,6 см	3 мс, 7,5 Дж/см ²	Не указано	1	Пурпура 100 %, полное удаление 71,4 %	[12]
ИЛК, 595	30–90	Размер 0,5 см	3 мс, 15 Дж/см ²	3–4 недели	1–4	Болезненность, эритема, пурпура — в течение недели, корочки — в течение двух недель, поствоспалительная гипопигментация в течение 3 месяцев. 16 % — рецидивы, 9 % — не удалось полностью удалить	[13]
Диодный, 980	30–90	Размер до 0,5 см	200–800 Дж/см ² , 0,2–0,9 с	7–10 дней	1	Болезненность	[14]
Nd:YAG, 1064	30–90	Размер до 0,5 см	125–140 Дж/см ² , 7–10 мс, 150–400 Дж/см ² , длительность импульса 1,5 и 4,5 мс	1 месяц		Болезненность	[15, 16]

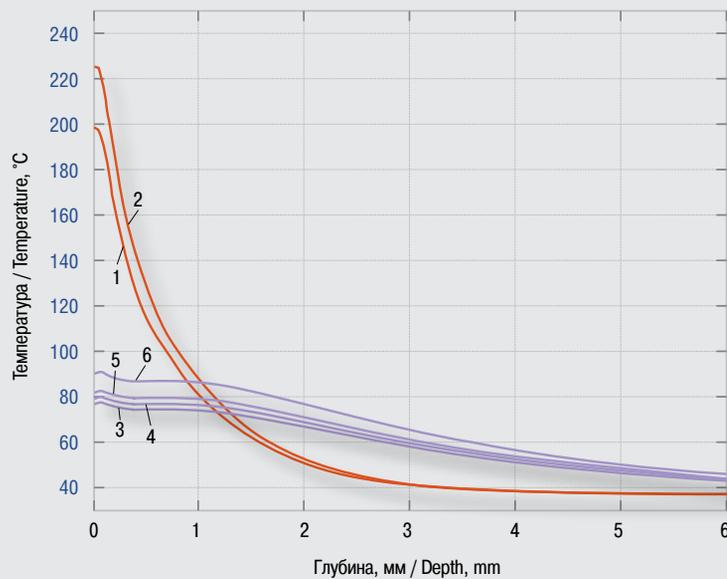


Рис. 6. Расчетное распределение температуры ткани по глубине в конце лазерного импульса для ЛПМ (578 нм, кривые 1, 2) и диодного лазера (980 нм, кривые 3–6), значения энергетической экспозиции ЛПМ (1 — 92 Дж/см², 2 — 107 Дж/см²), диодный лазер 3 — 115 Дж/см², 4 — 122 Дж/см², 5 — 130 Дж/см², 6 — 153 Дж/см²)
 Fig. 6. Calculated distribution of the tissue temperature in terms of depth at the end of a laser pulse for CVL (578 nm, curves 1, 2) and a diode laser (980 nm, curves 3–6); the values of the energy exposure for CVL (1 — 92 J/cm², 2 — 107 J/cm²) and a diode laser (3 — 115 J/cm², 4 — 122 J/cm², 5 — 130 J/cm², 6 — 153 J/cm²)

причине злокачественная ткань базалиомы, для которой характерна высокая васкуляризация [17, 18], всегда будет нагреваться лазерным излучением ЛПМ в большей степени, чем здоровая ткань. Этот эффект обеспечивает дополнительную избирательность лазерного воздействия ЛПМ для нагрева БКРК.

Авторы статьи [23] по измерению температуры поверхности кожи инфракрасным датчиком использовали критерий достижения поверхности ткани 42 °С для разрушения БКРК излучением инфракрасного лазера. Как видно из рисунка 6, расчетная температура ткани мало изменяется в пределах до 1 мм от поверхности кожи для диодного лазера. В то же время нагреву подвергаются более глубоко расположенные слои, что делает использование диодного лазера небезопасным, особенно в окологлазной области. Авторы [16] также указали, что из-за опасности повреждения органов зрения лазерное лечение Nd:YAG-лазером не показано при ранних формах рака кожи лица, локализирующихся на веках, и одним из условий успешного лечения рака кожи является воздействие лазерным излучением на всю массу опухоли.

В то же время из-за высокого поглощения кровью излучения с длиной волны 578 нм, попадающей в полосу высокого поглощения гемоглобина, излучение ЛПМ позволяет проводить работу в окологлазной области [24], что также было использовано в нашей работе.

Выводы

Использование высокоэнергетического лазерного воздействия ЛПМ позволяет добиться значительных успехов в лечении пациентов с БКРК в области лица, особенно в периорбитальной области. Использование ЛПМ в амбулаторных условиях будет иметь ряд преимуществ, облегчающих внедрение данного типа лазеров в медицинскую практику.

Использование ЛПМ дает минимальные косметические потери, что обеспечивает ему значительные преимущества перед другими методами лечения.

По данным нашего исследования, ЛПМ является эффективным средством лечения рака кожи стадии T₁₋₂N₀M₀ и обеспечивает превосходные косметические результаты, в том числе в периорбитальной области. ■

Литература/References

- Huang A., Phillips A., Adar T., and Hui A. Ocular Injury in Cosmetic Laser Treatments of the Face *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*. 2018 Feb; 11(2):15–18.
- Karabela Y., Eliacic M. Anterior uveitis following eyebrow epilation with alexandrite laser. *Int Med Case Rep J*. 2015;8:177–179.
- Hammes S., Augustin A., Raulin C. et al. Pupil damage after periorbital laser treatment of a port-wine stain. *Arch Dermatol*. 2007;143(3):392–394.
- Chen S. N., Lu C. W., Zhou D. D. A case of accidental retinal injury by cosmetic laser. *Eye (Lond)*. 2014;28(7):906–907.
- Park D. H., Kim I. T. A case of accidental macular injury by Nd: YAG laser and subsequent 6 year follow-up. *Korean J Ophthalmol*. 2009;23(3):207–209.
- Lee W. W., Murdock J., Albini T. A., O'Brien T. P., Levine M. L. Ocular damage secondary to intense pulse light therapy to the face. *Ophthalm Plast Reconstr Surg*. 2011;27:263–265. PMID:21346668. DOI: 10.1097/IOP.0b013e31820c6e23
- Sayed M. S., Ko M. J., Ko A. S., Lee W. W. Ocular damage secondary to lights and lasers: How to avoid and treat if necessary. *World J Ophthalmol* 2014;4(1):1–6. DOI: 10.5318/wjo.v4.i1.1
- Дубенский В. В., Гармонов А. А. Современные аспекты эпидемиологии, патогенеза, клиники и лечения базальноклеточного рака кожи. *Вестник дерматологии и венерологии*. 2004;6:7–12. [Dubensky V. V., Garmonov A. A. Modern aspects of epidemiology, pathogenesis, clinic and treatment of basal cell skin cancer. *Vestnik Dermatologii i Venerologii*. 2004;6:7–12. (In Russ.)]

9. Дубенский В. В., Гармонов А. А. Современные аспекты эпидемиологии, патогенеза, клиники и лечения базальноклеточного рака кожи. Вестник дерматологии и венерологии. 2004;6:7–12. [Dubensky V. V., Garmonov A. A. Modern aspects of epidemiology, pathogenesis, clinic and treatment of basal cell skin cancer. Vestnik Dermatologii i Venerologii. 2004;6:7–12. (In Russ.)]

10. Волгин В. Н., Странадко Е. Ф., Тришкина О. В., Кабанова М. А., Кагойанц Р. В. Сравнительная характеристика различных видов лечения базалиомы кожи. Российский журнал кожных и венерических болезней. 2013;5:4. [Volgin V. N., Stranadko E. F., Trishkina O. V., Kabanova M. A., Kagoyants R. V. Comparative characteristics of various approaches to the treatment of basal cell skin cancer. Russian Journal of Skin and Venereal Diseases. 2013;5:4–10. (In Russ.)]

11. Hibler B. P., Sierra H., Cordova M., Phillips W., Rajadhyaksha M., Nehal K. S., Rossi A. M. Carbon dioxide laser ablation of basal cell carcinoma with visual guidance by reflectance confocal microscopy: a proof-of-principle pilot study. Br J Dermatol. 2016 Jun;174(6):1359–1364. DOI: 10.1111/bjd.14414

12. Eimpunth S., Oganeyan G., Hamman M. Sh., Lee R. A., Jiang Sh. I. B., Kim S. S. Effectiveness of a 595-nm pulsed dye laser for the treatment of basal cell carcinoma using stacked-pulse session. Journal of the American Academy of Dermatology. 2014 May;70(5):ab134.

13. Minars N., Blyumin-Karasik M. Treatment of Basal cell carcinomas with pulsed dye laser: a case series. J Skin Cancer. 2012;2012:286480. DOI: 10.1155/2012/286480

14. Derjabo A., Cema I., Lihacova I., Derjabo L. 980nm laser for difficult-to-treat basal cell carcinoma. Conference: European Conference on Biomedical Optics. May 2013 Proceedings of SPIE — The International Society for Optical Engineering 8803. DOI:10.1117/12.2031532

15. Ortiz A. E., Anderson R. R., Di Giorgio C., Jiang S. I. B., Shafiq F., Avram M. M. An expanded study of long-pulsed 1064nm Nd:YAG laser treatment of basal cell carcinoma. Lasers Surg Med. 2018 Feb 13. DOI: 10.1002/lsm.22803

16. Москалик К. Г., Козлов А. П. Клинические и морфологические факторы в оценке эффективности лечения рака кожи лица импульсным излучением неодимового лазера. Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2012;57(5):42–46. [Moskalik K. G., Kozlov A. P. Clinical and morphological factors in the evaluation of the effectiveness of

face skin cancer treatment using pulsed neodymium laser radiation. Medical Radiology and Radiation Safety. 2012;57(5):42–46. (In Russ.)]

17. Schuh S., Holmes J., Ulrich M., Themstrup L., Jemec G. B. E., De Carvalho N. et al. Imaging Blood Vessel Morphology in Skin: Dynamic Optical Coherence Tomography as a Novel Potential Diagnostic Tool in Dermatology. Dermatol Ther (Heidelb). 2017;7:187–202.

18. Stanton A. W. B., Drysdale S. B., Patel R., Mellor R. H., Duff M. J. B., Levick J. R. et al. Expansion of Microvascular Bed and Increased Solute Flux in Human Basal Cell Carcinoma in Vivo, Measured by Fluorescein Video Angiography. Cancer Research. 2003;63:3969–3979.

19. Пискалова Т. П. Базальноклеточный рак кожи: новые возможности патогенетической терапии. Клиническая дерматология и венерология. 2014;6:4–8. [Piskalova T. P. Basal cell skin cancer: New possibilities of pathogenetic therapy. Clinical Dermatology and Venereology. 2014;6:4–8. (In Russ.)]

20. Shahshahani M. M., Ehsani A., Noormohammadpour P., Heshary K. K., Gholamali F. 595 nm Pulsed Dye Laser: An Alternative to Treat Basal Cell Carcinomas. Journal of Lasers in Medical Sciences. 2011;2(3).

21. Ключарева С. В., Пономарев И. В., Пушкарева А. Е. Лечение сосудистых мальформаций кожи с применением лазеров на парах меди и импульсного лазера на красителе. Вестник дерматологии и венерологии. 2018;94(1):67–77. [Kluchareva S. V., Ponomarev I. V., Pushkareva A. E. Treatment of skin vascular malformation using copper vapor lasers and pulsed-dye lasers. Vestnik Dermatologii i Venerologii. 2018;94(1):67–77. (In Russ.)]

22. Pushkareva A. E. et al. Laser Phys. 2018;28:096003.

23. Молочков А. В., Романко Ю. С., Белый Ю. А., Аكوпова К. В., Третьякова Е. И., Сухова Т. Е. и др. Лазероиндуцированная термотерапия при лечении базалиомы. Клиническая дерматология и венерология. 2012;4:43–47. [Molochkov A. V., Romanko Yu. S., Belyj Yu. A., Akopova K. V., Tretyakova E. I., Sukhova T. E. et al. Laser-induced thermotherapy in the treatment of basal cell skin cancer. Clinical Dermatology and Venereology. 2012;4:43–47. (In Russ.)]

24. Ключарева С. В. Новообразования кожи в офтальмологической практике и современные методы их лечения лазерной установкой на парах меди «Яхрома-Мед». РМЖ «Клиническая офтальмология». 2005;1:23. [Kluchareva S. V. Skin neoplasms in the ophthalmological practice and modern methods of their treatment using an Yakhroma-Med copper vapour laser. Clinical Ophthalmology. 2005;1:23. (In Russ.)]

Информация об авторах

Светлана Викторовна Ключарева — д.м.н., профессор кафедры дерматовенерологии Северо-Западного государственного медицинского университета имени И. И. Мечникова; e-mail: genasveta@rambler.ru

Игорь Владимирович Пономарев* — к.ф.-м.н., руководитель проекта, Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской Академии наук; e-mail: iponom@okb.lpi.troitsk.ru

Сергей Борисович Топчий — к.ф.-м.н., научный сотрудник, Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской Академии наук

Александра Евгеньевна Пушкарева — к.т.н., тьютор, кафедра лазерных технологий и систем Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО); e-mail: alexandra.pushkareva@gmail.com

Юрий Николаевич Андрусенко — врач-хирург, онкодерматолог, заведующий отделением, Медицинский центр «Институт здоровья»

Information about the authors

Svetlana V. Klyuchareva — Dr. Sci. (Med.), Prof., Department of Dermatovenereology, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov; e-mail: genasveta@rambler.ru

Igor V. Ponomarev* — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Project manager, P. N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences; e-mail: iponom@okb.lpi.troitsk.ru

Sergei B. Topchy — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Senior Researcher, P. N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences

Alexandra E. Pushkareva — Cand. Sci. (Engineering), Tutor, Department of Laser Technologies and Systems, ITMO University; e-mail: alexandra.pushkareva@gmail.com

Yury N. Andrusenko — Surgeon, Oncodermatologist, Head of the Department, Medical Centre "Institute of Health"