

<https://doi.org/10.25208/vdv1210>



## Лечение крапчатого лентигозного невуса двухволновым излучением лазера на парах меди

© Пономарев И.В.<sup>1\*</sup>, Топчий С.Б.<sup>1</sup>, Андрусенко Ю.Н.<sup>2</sup>, Шакина Л.Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Физический институт им. П.Н. Лебедева  
119991, Россия, г. Москва, Ленинский пр., д. 53

<sup>2</sup> Медицинский центр «Институт здоровья»  
61000, Украина, г. Харьков, площадь Конституции, д. 26

<sup>3</sup> Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей  
119991, Россия, г. Москва, Ломоносовский пр., д. 2, стр. 1

**Введение.** Крапчатый лентигозный невус (КЛН), или *Nevus Spilus*, — врожденный или приобретенный меланоцитарный невус, проявляется в виде множественных вкраплений темных пятен или папул на фоне светлоокрашенного лентигоподобного пятна. Хирургические методы удаления КЛН, особенно при его локализации в области лица на участках с небольшой толщиной дермы, связаны с риском нарушения структуры дермы и подкожной клетчатки с последующим образованием рубцов. Это определяет целесообразность оценки эффекта лечения КЛН с помощью двухволнового излучения лазера на парах меди (ЛПМ) с длиной волны 511 нм и 578 нм, поскольку излучение с меньшей длиной волны в максимальной степени поглощается меланином, а излучение с большей длиной волны — оксигемоглобином.

**Описание пациентов и способа лечения.** Две светлокожие взрослые пациентки с КЛН среднего размера и с различной локализацией, обратились с просьбой восстановить естественную окраску кожи, чтобы избавиться от косметических дефектов. Лечение КЛН осуществлялось с помощью ЛПМ (модель «Яхрома-Мед», Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН) в течение шести процедур с интервалом в 4–6 недель. Для лечения использовали двухволновое излучение ЛПМ средней мощностью в диапазоне 0,6–0,8 Вт с соотношением мощностей 3:2 на длинах волн 511 нм и 578 нм, временем экспозиции 0,2–0,3 с. Диаметр светового пятна на коже — 1 мм. Обе пациентки остались довольны результатом лечения, поскольку оно позволило добиться избавления от косметического дефекта благодаря заметному побледнению пигментированной области кожи после удаления КЛН. В последующие два года на месте удаления КЛН не отмечено появления темных пятен или рубцевания.

**Заключение.** Лечение КЛН среднего размера с помощью двухволнового излучения ЛПМ позволило добиться устранения косметического дефекта без побочных эффектов.

**Ключевые слова:** крапчатый лентигозный невус, невус пигментный, лазерная хирургия, лазер на парах меди.

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования:** работа выполнена и опубликована за счет финансирования по месту работы авторов.

**Согласие пациента:** пациентки добровольно подписали информированное согласие на публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме (именно в этом журнале).

**Для цитирования:** Пономарев И.В., Топчий С.Б., Андрусенко Ю.Н., Шакина Л.Д. Лечение крапчатого лентигозного невуса двухволновым излучением лазера на парах меди. Вестник дерматологии и венерологии. 2021;97(4):100–106. doi: <https://doi.org/10.25208/vdv1210>

# Treatment of Nevus Spilus with dual-wavelength copper vapor laser

© Igor V. Ponomarev<sup>1\*</sup>, Sergey B. Topchiy<sup>1</sup>, Yury N. Andrusenko<sup>2</sup>, Lyudmila D. Shakina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> P.N. Lebedev Physical Institute

Leninskiy pr., 53, 119991, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Health Institute, Clinic of Aesthetic Medicine

Constitution sq., 26, 61000, Kharkiv, Ukraine

<sup>3</sup> National Medical Research Center for Children's Health

Lomonosovskiy pr., 2, bldg 1, 119991, Moscow, Russia

**Introduction.** Speckled lentiginous nevus or Nevus Spilus (NS) is a congenital or acquired melanocytic nevus. NS appears as dark hyperpigmented macules or papules interspersed in the lentigo-like hyperpigmentation patch. Surgical methods for removing NS, primarily on the skin with a thin dermis, are associated with the risk of disruption of its structure or scarring. The use of single wavelength laser irradiation allowed achieving pronounced bleaching of the NS area with such side effects as scars, post-inflammatory hyperpigmentation, and relapses in some cases. Side effects could occur due to the lack of complete blood flow in the microvascular bed near the NS. The study aimed to evaluate the efficacy of NS treatment with a dual-wavelength copper vapor laser (CVL).

**Description of patients and the method of the treatment.** Two fair-skinned adult female patients with NS, of medium size and different location, asked to restore the natural colour of the skin in order to get rid of cosmetic defects. NS treatment was carried out using CVL (Yakhroma-Med model, P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences) during six procedures, an interval of 4–6 weeks. For treatment, we used two-wavelength CVL radiation with average power in the range of 0.6–0.8 W with a power ratio of 3:2 at wavelengths of 511 nm and 578 nm; exposure time: 0.2–0.3 s. The diameter of the light spot on the skin accounted for 1 mm. Both patients were satisfied with the result of the treatment due to the noticeable blanching of the pigmented skin area after the NS removal. During the following two years, no dark spots or scarring was observed at the NS removal site.

**Conclusion.** Treatment of medium-sized NS using two-wavelength CVL radiation made it possible to eliminate the cosmetic defect without side effects.

**Keywords:** Nevus Spilus, nevus, pigmented, laser surgery, copper vapor laser.

**Conflict of interest:** the authors of this article have confirmed that there is no conflict of interest to report.

**Source of funding:** the work was done and published with funding at the place of work of the authors.

**Patient consent:** patients voluntarily signed an informed consent for the publication of personal medical information in an impersonal form (in this particular journal).

**For citation:** Ponomarev IV, Topchiy SB, Andrusenko YuN, Shakina LD. Treatment of Nevus Spilus with dual-wavelength copper vapor laser. *Vestnik Dermatologii i Venerologii*. 2021;97(4):100–106. doi: <https://doi.org/10.25208/vdv1210>

## Введение

Крапчатый лентигозный невус (КЛН), или Nevus Spilus, — врожденный или приобретенный, смешанный или внутридермальный меланоцитарный невус — проявляется в виде вкрапления темных пятен или папул в области светлоокрашенного лентигоподобного пятна на коже или слизистой [1, 2]. Название Nevus Spilus, от греческого *spilos* (пятнышко), предложено Cohen [3]. Частота выявления КЛН составляет 2,3% [4]. Макулярный КЛН может быть одним из проявлений пигментно-васкулярного синдрома, папулез КЛН в сочетании с эпидермальным сальным невусом и неврологическими нарушениями относится к пигментно-кератотическому синдрому [5–7]. Для макулярного КЛН характерно равномерное распределение мелких вкраплений в виде узора в горошек или джентго. Наличие темных пятнышек при КЛН связано с нарушением миграции меланобластов в базальный слой эпидермиса и последующим накоплением меланоцитов с повышенным содержанием меланина в папиллярном слое дермы у дермо-эпидермального соединения [8, 9]. Наличие папул обусловлено скоплением меланоцитов с повышенным содержанием меланина в базальном слое эпидермиса и поверхностном слое дермы [10]. Лентигоподобная окраска патологического очага обусловлена нарушением миграции и избыточной пролиферацией меланобластов у нижней границы папиллярного слоя дермы [2–4]. Пролiferация меланоцитов наряду с избыточным меланогенезом сопровождается окислительным стрессом и гипоксией — триггерами повышения экспрессии сосудистого эндотелиального фактора роста (ФРСЭ) в сосудистом русле поверхностного слоя дермы в области КЛН [11]. Персистирование избыточного меланогенеза может приводить к развитию в очаге КЛН меланомы, лентиго или появления гало в виде витилиго по периферии патологического очага [12, 13].

Возможности иссечения кожи в области КЛН, особенно в эстетически значимых зонах лица, ограничены из-за небольшой толщины дермы [14, 15].

В качестве альтернативы хирургическому удалению применялись CO<sub>2</sub>-лазер, эрбиевый и импульсный лазер на красителе, рубиновый, алесандритовый и неодимовый лазеры [16–18]. Удаление гиперпигментации КЛН среднего размера при использовании монохромного лазерного излучения ближнего ИК-диапазона с более низкой абсорбцией меланином и гемоглобином сопровождалось длительной эритемой, появлением темных пятен после воспаления, возникновением рубцов. Образование рубцов обусловлено гипоксической стимуляцией экспрессии соединительнотканного фактора роста трансформирующим фактором роста, который активируется индуцируемым гипоксией фактором транскрипции HIF1 $\alpha$  [19]. Поствоспалительное избыточное накопление меланина связано с гипоксической стимуляцией провоспалительных факторов роста, которые являются промоторами синтеза меланина на разных стадиях меланогенеза [20, 21]. В очаге КЛН гипоксия обусловлена стойким нарушением кровотока в патологически трансформированных микрососудах сосочкового слоя дермы [22]. Устранение гипоксии возможно только при полной фотодеструкции патологически трансформированных микрососудов вблизи КЛН. Полная фототермическая облитерация микрососудов достигается закупоркой их просвета агрегатами эритроцитов, в которых оксигемоглобин был нагрет до температуры, при которой происходит

денатурация белково-липидных комплексов мембраны эритроцитов. Нагрев гемоглобина определяется поглощением лазерного излучения с последующим конвертированием световой энергии в тепловую. Лазерное излучение ближнего ИК-диапазона, в небольшой степени поглощаемое оксигемоглобином, не обеспечивает необходимого нагрева оксигемоглобина, термоденатурации эритроцитов и последующей закупорки микрососудов на различном расстоянии от верхней границы сосочкового слоя дермы. Поскольку глубина проникновения излучения зависит от величины коэффициента его поглощения оксигемоглобином и меланином, двухволновое излучение лазера на парах меди (ЛПМ) позволяет добиться эффективной закупорки сосудов на разном расстоянии от верхней границы дермы, где расположены меланоциты с избыточным и повышенным содержанием меланина [23, 24]

Это определило целесообразность оценки эффективности применения двухволнового излучения лазера на парах меди (ЛПМ) с длиной 511 нм и 578 нм, в максимальной степени поглощаемого меланином и оксигемоглобином [25].

## История болезни

У двух пациенток, 27 лет и 39 лет, при рождении было обнаружено лентигоподобное пятно с вкраплениями в виде темноокрашенных папул. Пациентки не отмечали зуд, шелушение кожи или болезненность в области невуса.

У пациентки 27 лет лентигоподобное пятно размером 20 × 20 мм с единичными темными округлыми вкраплениями размером от 1 до 5 мм было расположено на внешней поверхности нижней части правой голени (рис. 1а).

У женщины 39 лет лентигоподобное пятно размером 50 мм с множественными мелкими темноокрашенными папулами размером до 2 мм было локализовано в области нижней левой скулы (рис. 2а). Ни в одном случае не было указания на меланому у самих пациенток или их родственников.

При дерматоскопии в обоих случаях диагноз КЛН был подтвержден наличием гомогенной ретикулярной структуры темно-коричневой окраски на светлоокрашенном фоне. При гистологическом исследовании в папиллярном слое дермы обращало на себя внимание скопление мноморфных клеток, соответствующих кератиноцитам и меланоцитам с избыточным содержанием меланина. В области дермо-эпидермального соединения и папиллярном слое дермы обнаружены очаговые скопления меланофагов — безъядерных клеток с гранулами пигмента темнокоричневой окраски, а также гнезда меланоцитов без признаков атипии.

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкским протоколом. Во всех случаях было получено информированное согласие пациентов на участие в исследовании.

## Описание лазерной процедуры

Перед процедурой кожу дезинфицировали 0,05% раствором хлоргексидина. Анестезия не применялась. Лазерное лечение КЛН проводилось с использованием двухволнового излучения лазерной системы на парах меди «Яхрома-Мед» (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН). Средняя мощность была выбрана 0,6–0,8 Вт с соотношением 3:2 на зеленой



*a*



*б*

Рис. 1. Пациентка 27 лет. Фотография крапчатого лентигинозного невуса размером 20 × 20 мм в нижней части правой голени до лечения (а) и через четыре месяца после шестой обработки ЛПМ (б)

Fig. 1. Female 27 years old. Photo of Nevus Spilus measuring 20 × 20 mm in the lower part of the right lower leg before treatment (a) and four months after the sixth treatment with CVL (b)



*a*



*б*

Рис. 2. Пациентка 39 лет. Крапчатый лентигинозный невус размером 50 × 40 мм в левой скуловой области до лечения (а) и через восемь месяцев после шестой обработки ЛПМ (б)

Fig. 2. Female 39 years old. Nevus Spilus, measuring 50 × 40 mm in the left zygomatic region before treatment (a) and eight months after the sixth CVL treatment (b)

(511 нм) и желтой (578 нм) длинах волн. Длительность лазерного импульса 20 нс; частота повторения 16,6 кГц. Длительность экспозиции 0,2–0,3 с. Диаметр светового пятна на коже составлял 1 мм, расстояние между центрами соседних световых пятен — 1 мм.

При проведении процедуры в области лица глаза пациентки защищались светонепроницаемыми экранами. Область невуса обрабатывалась лазерными импульсами по всей поверхности до момента, когда поверхность КЛН приобретала равномерный сероватый

оттенков. Процедура длилась около 10 минут. Сеансы лечения проводились с интервалом от 4 до 6 недель.

Первая процедура проводилась при средней мощности 0,6 Вт и времени экспозиции 0,2 с. Для второй и третьей процедур средняя мощность выбиралась 0,7 Вт при времени экспозиции 0,2 с; при 4–5-й процедурах лечение проводилось при мощности 0,8 Вт и времени экспозиции 0,2 с; мощность заключительного шестого сеанса составила 0,8 Вт, время экспозиции 0,3 с. Сразу после лазерной обработки кожу обрабатывали 0,05% раствором хлоргексидина. После лазерной процедуры на обработанный участок дважды в день наносили крем Бепантен.

Сероватый оттенок обработанного участка сохранялся несколько дней. На вторые-третьи сутки образовалась безболезненная коричневая сухая корочка по всей обработанной области. Пациенткам было рекомендовано не травмировать корочки, пока они полностью не отпадут. Чтобы избежать гиперпигментации обработанного участка, после эпителизации в течение двух месяцев после лазерной процедуры применялся солнцезащитный крем экранирующего типа широкого спектра действия (SPF-фактор 30).

### Эффективность лечения

После первой процедуры интенсивность окраски темных папул заметно снизилась. Последующее увеличение световой нагрузки сопровождалось уменьшением выраженности пигментации не только темноокрашенных папул, но и лентигоподобного пятна. После шестой процедуры у обеих пациенток удалось добиться заметного обледнения кожи и устранения косметического дефекта в области КЛН. Обе пациентки выразили полное удовлетворение полученным результатом лечения. На протяжении последующих двух лет ни рецидивов гиперпигментации, ни образования рубцов не отмечено.

### Обсуждение

В нашем исследовании впервые описано синхронное двухволновое ЛПМ лечение КЛН с отличными результатами без побочных эффектов и рецидивов. Релевантность лазерного воздействия на пигментированные области КЛН обусловлена высоким поглощением меланином лазерного излучения с длиной волны 511 нм и 578 нм в невусных меланоцитах и меланофагах в папиллярном слое дермы.

Использование различных лазерных систем и их комбинаций для лечения КЛН показало хорошие результаты, однако расположение меланоцитов с избыточным содержанием меланина в папиллярном слое дермы на различном расстоянии от поверхности эпидермиса затрудняло выбор тактики лечения КЛН монохромным лазером, что приводило к необходимости проведения многочисленных процедур для достижения клинического результата и высокой частоте рецидивов [4, 16–18].

КЛН обусловлен наличием светло-коричневого фона с вкраплением многочисленных темноокрашен-

ных пятнышек. Поскольку меланоциты с небольшим содержанием меланина расположены у нижней границы папиллярного слоя и по мере миграции меланоцитов к дермо-эпидермальной границе интенсивность синтеза меланина нарастает, для полного удаления в папиллярном слое невусных клеток с избыточным содержанием меланина необходимо воздействие двухволнового лазерного излучения, проникающего на разное расстояние от дермо-эпидермальной границы.

Поглощение меланином излучения ЛПМ с длинами волн 511 нм и 578 нм во много раз выше, чем излучения, генерируемого рубиновым, александритовым и неодимовым лазерами [25]. Высокое поглощение меланином и оксигемоглобином ограничивает глубину проникновения ЛПМ и предотвращает нагрев ретикулярного слоя дермы, что обеспечивает сохранение фибробластов, обеспечивающих регенерацию эпидермиса [26].

Избыточное накопление меланина в меланоцитах папиллярного слоя дермы связано с гиперемией микрососудистого русла дермы в области КЛН [27, 28]. Поскольку микрососуды являются неизбежными триггерами любой воспалительной реакции, ремоделирование сосудистого русла сосочкового слоя дермы в области КЛН за счет фототермической облитерации кровеносных сосудов излучением ЛПМ на длине волны 578 нм предотвращает такие побочные эффекты, как эритема или поствоспалительная гиперпигментация [24, 27].

ЛПМ имеет преимущества по сравнению с импульсным лазером на красителе (ИЛК) при лечении КЛН. Размер светового пятна ЛПМ на коже составляет 1 мм, что соответствует размеру папулезного элемента КЛН, а не многократно превышает его как при использовании ИЛК. Поэтому при лечении ЛПМ мелких папулезных элементов КЛН нет необходимости закрывать часть пучка экранами, как в случае использования ИЛК [17]. Полное удаление меланоцитов с избыточным содержанием меланина имеет особое значение для предотвращения развития витилиго, лентиго или меланомы, источником которых может быть КЛН [29–31]. Успешные результаты лечения КЛН импульсным лазером на парах меди (ЛПМ) могут быть связаны с комбинированным воздействием его излучения как на меланин, так и оксигемоглобин [17, 32].

### Заключение

Представленные клинические результаты лечения КЛН позволяют оценить использование двухволнового излучения ЛПМ как перспективный и эффективный вариант лечения КЛН, особенно в эстетически значимых зонах лица.

### Ограничения исследования

Ограничения метода обусловлены отсутствием способов мониторинга концентрации меланина в различных составляющих КЛН, а также плотности микрососудов, связанных с гиперпигментацией. Согласно данным Н. Takiwaki и соавтр., концентрация меланина в пигментированных частях кожи, связанных с КЛН, может быть выше в 2–4 раза, чем в нормальной коже [23]. ■

## Литература/References

1. Молочков В.А. Крапчатый лентигозный невус у больного множественной базалиомой. Российский журнал кожных и венерических болезней. 2004(2);10. [Molochkov VA. Speckled lentiginous nevus in a patient with multiple basalioma. Russian Journal of Skin and Venereal Diseases. 2004(2);10 (In Russ.)].
2. Torres KG, Carle L, Royer M. Nevus Spilus (Speckled Lentiginous Nevus) in the Oral Cavity: Report of a Case and Review of the Literature. Am J Dermatopathol. 2017;39(1):e8–e12. doi: 10.1097/DAD.0000000000000647
3. Cohen HJ, Minkin W, Frank SB. Nevus spilus. Arch Dermatol. 1970;102(4):433–437.
4. Railan D, Kilmer S. Treatment of Benign Pigmented Cutaneous Lesions. In: Cutaneous and Cosmetic Laser Surgery, Editor: Mitchel P. Goldman, 2006:93–108. doi: 10.1016/B978-0-323-03312-1.50009-4
5. Vaidurri-de la Cruz H, Happle R. Two distinct types of speckled lentiginous nevi characterized by macular versus papular speckles. Dermatology. 2006;212(1):53–58. doi: 10.1159/000089023
6. Vaidya DC, Schwartz RA, Janniger CK. Nevus spilus. Cutis. 2007;80(6):465–468.
7. Bourrel M. Naevus spilus [Naevus spilus]. Ann Dermatol Venereol. 2004 Feb;131(2):225. French. doi: 10.1016/s0151-9638(04)93582-x
8. Vaidurri-de la Cruz H, Happle R. Two distinct types of speckled lentiginous nevi characterized by macular versus papular speckles. Dermatology. 2006;212(1):53–58. doi:10.1159/000089023
9. Happle R. Speckled lentiginous naevus: which of the two disorders do you mean? Clin Exp Dermatol. 2009;34(2):133–135. doi:10.1111/j.1365-2230.2008.02966.x
10. Torchia D, Happle R. Papular nevus spilus syndrome: old and new aspects of a mosaic RASopathy. Eur J Dermatol. 2019;29(1):2–5. doi: 10.1684/ejd.2018.3488
11. Zhu JW, Ni YJ, Tong XY, Guo X, Wu XP. Activation of VEGF receptors in response to UVB promotes cell proliferation and melanogenesis of normal human melanocytes. Exp Cell Res. 2020;387(2):111798. doi: 10.1016/j.yexcr.2019.111798
12. Brito MH, Dionisio CS, Fernandes CM, Ferreira JC, Rosa MJ, Garcia MM. Synchronous melanomas arising within nevus spilus. An Bras Dermatol. 2017;92(1):107–109. doi: 10.1590/abd1806-4841.20175230
13. Kim YY, Kim MY, Kim TY. Development of Halo Nevus Around Nevus Spilus as a Central Nevus, and the Concurrent Vitiligo. Ann Dermatol. 2008;20(4):237–9. doi: 10.5021/ad.2008.20.4.237
14. Casanova D, Bardot J, Aubert JP, Andrac L, Magalon G. Management of nevus spilus. Pediatr Dermatol. 1996;13(3):233–238. doi: 10.1111/j.1525-1470.1996.tb01210.x
15. Kim YS, Lee KW, Kim JS, Gil YC, Tanvaa T, Shin DH, et al. Regional thickness of facial skin and superficial fat: Application to the minimally invasive procedures. Clin Anat. 2019;32(8):1008–1018. doi: 10.1002/ca.23331
16. Moreno-Arias GA, Bulla F, Vilata-Corell JJ, Camps-Fresneda A. Treatment of widespread segmental nevus spilus by Q-switched alexandrite laser (755 nm, 100 nsec). Dermatol Surg. 2001;27(9):841–843. doi: 10.1046/j.1524-4725.2001.01041.x
17. Abrusci V, Benzecry V. Medium-sized nevus spilus of the neck treated with pulsed dye laser. Dermatol Ther. 2017;30(4):e12497. doi: 10.1111/dth.12497
18. Grevelink JM, González S, Bonoan R, Vibhagool C, Gonzalez E. Treatment of nevus spilus with the Q-switched ruby laser. Dermatol Surg. 1997;23(5):365–369. doi: 10.1111/j.1524-4725.1997.tb00062.x
19. Lei R, Li J, Liu F, Li W, Zhang S, Wang Y, et al. HIF-1 $\alpha$  promotes the keloid development through the activation of TGF- $\beta$ /Smad and TLR4/MyD88/NF- $\kappa$ B pathways. Cell Cycle. 2019;18(23):3239–3250. doi: 10.1080/15384101.2019.1670508P
20. D'Mello SA, Finlay GJ, Baguley BC, Askarian-Amiri ME. Signaling Pathways in Melanogenesis. Int J Mol Sci. 2016;17(7):1144. doi: 10.3390/ijms17071144
21. Rzepka Z, Buszman E, Beberok A, Wrześniok D. From tyrosine to melanin: Signaling pathways and factors regulating melanogenesis. Postepy Hig Med Dosw (Online). 2016;70(0):695–708. doi: 10.5604/17322693.1208033
22. Ayhan E, Ucmak D, Akkurt Z. Vascular structures in dermoscopy. An Bras Dermatol. 2015;90(4):545–53. doi: 10.1590/abd1806-4841.20153452
23. Takiwaki H, Kanno Y, Miyaoka Y, Arase S. Computer simulation of skin color based on a multilayered skin model. Skin Res. Technol. 1997;3(1):36–41. doi: 10.1111/j.1600-0846.1997.tb00157.x
24. Ключарева С.В., Пономарев И.В., Толчий С.Б., Пушкарева А.Е., Андрусенко Ю.Н. Лечение себорейного кератоза лазером на парах меди. Вестник дерматологии и венерологии. 2019;95(3):25–33. [Klyuchareva SV, Ponomarev IV, Topchiy SB, Pushkareva AE, Andrusenko YuN. Treatment of seborrheic keratosis with a copper vapour laser. Vestnik Dermatologii i Venerologii. 2019;95(3):25–33 (In Russ.)] doi: 10.25208/0042-4609-2019-95-3-25-33
25. Jacques SL. Optical properties of biological tissues: a review. Phys Med Biol. 2013;58:R37–R61. doi: 10.1088/0031-9155/58/11/R37
26. Thulabandu V, Chen D, Atit RP. Dermal fibroblast in cutaneous development and healing. Wiley Interdiscip Rev Dev Biol. 2018;7(2):10.1002/wdev.307. doi: 10.1002/wdev.307
27. Hasegawa K, Fujiwara R, Sato K, Park JY, Kim SJ, Kim M, et al. Increased blood flow and vasculature in solar lentigo. J Dermatol. 2016;43(10):12091213. doi: 10.1111/1346-8138.13458
28. Passeron T. Long-lasting effect of vascular targeted therapy of melasma. J Am Acad Dermatol. 2013;69(3):e141–e142. doi: 10.1016/j.jaad.2013.02.022
29. Tiwary AK, Kumar P. Vitiligo developing in congenital segmental speckled lentiginous nevus: Another example of immunocompromised cutaneous district due to immunological assault on aberrant melanocytes? Indian J Dermatol Venereol Leprol. 2017;83(5):612–614. doi: 10.4103/ijdv.IJDVL\_1055\_16
30. Marulli GC, Campione E, Di Stefani A, Citarella L, Chimenti S. Ink spot lentigo arising on nevus spilus simulating melanoma. Acta Derm Venereol. 2004;84(2):166–167. doi: 10.1080/00015550310006248
31. Corradin MT, Giuliani E, Fiorentino R, Santeufemia DA, Re GL, Vettorello A. In situ malignant melanoma on nevus spilus in an elderly patient. Acta Dermatovenerol Alp Pannonica Adriat. 2014;23(1):17–19
32. 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. [Klyuchareva SV, Ponomarev IV, Pushkareva AE. Therapy of skin vascular malformations using copper vapor laser and pulsed dye laser. Vestnik Dermatologii i Venerologii. 2018;94(1):67–77 (In Russ.)]. doi: 10.25208/0042-4609-2018-94-1-67-77

**Участие авторов:** все авторы несут ответственность за содержание и целостность всей статьи.

Концепция и дизайн исследования — И.В. Пономарев, Ю.Н. Андрусенко; сбор и обработка материала — С.Б. Топчий, Л.Д. Шакина; написание текста — И.В. Пономарев; редактирование — Л.Д. Шакина.

**Authors' participation:** all authors approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Concept and design of the study — Igor V. Ponomarev, Yury N. Andrusenko; collection and processing of material — Sergey B. Topchiy, Lyudmila D. Shakina. Text writing — Igor V. Ponomarev; editing — Lyudmila D. Shakina.

---

## Информация об авторах

---

**\*Пonomarev Игорь Владимирович** — к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник; адрес: Россия, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, 53; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3345-3482>; eLibrary SPIN: 7643-0784; e-mail: [iponom@okb.lpi.troitsk.ru](mailto:iponom@okb.lpi.troitsk.ru)

**Топчий Сергей Борисович** — к.ф.-м.н., старший научный сотрудник; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6540-9235>; eLibrary SPIN: 2426-3858; e-mail: [sergtopchiy@mail.ru](mailto:sergtopchiy@mail.ru)

**Андрусенко Юрий Николаевич** — ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3683-2672>; eLibrary SPIN: 2998-3614; e-mail: [ure.doc@rambler.ru](mailto:ure.doc@rambler.ru)

**Шакина Людмила Диевна** — д.м.н., ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3811-4367>; eLibrary SPIN: 6585-9660; e-mail: [shakina@nczd.ru](mailto:shakina@nczd.ru)

---

## Information about the authors

---

**\*Igor V. Ponomarev** — Cand. Sci. (Phys.-Math.), leading researcher; address: 53 Leninskiy prospect, 119991, Moscow, Russia, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3345-3482>; eLibrary SPIN: 7643-0784; e-mail: [iponom@okb.lpi.troitsk.ru](mailto:iponom@okb.lpi.troitsk.ru)

**Sergey B. Topchiy** — Cand. Sci. (Phys.-Math.), senior researcher; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6540-9235>; eLibrary SPIN: 2426-3858; e-mail: [sergtopchiy@mail.ru](mailto:sergtopchiy@mail.ru)

**Yury N. Andrusenko** — ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3683-2672>; eLibrary SPIN: 2998-3614; e-mail: [ure.doc@rambler.ru](mailto:ure.doc@rambler.ru)

**Lyudmila D. Shakina** — MD, Dr. Sci. (Med.), ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3811-4367>; eLibrary SPIN-код: 6585-9660; e-mail: [shakina@nczd.ru](mailto:shakina@nczd.ru)

---

Статья поступила в редакцию: 22.01.2021

Принята к публикации: 20.03.2021

Дата публикации: 15.08.2021

Submitted: 22.01.2021

Accepted: 20.03.2021

Published: 15.08.2021