

<https://doi.org/10.25208/vdv1209>



Лечение пиогенной гранулемы излучением лазера на парах меди

© Пономарев И.Г.^{1*}, Шакина Л.Д.², Топчий С.Б.¹, Ключарева С.В.³, Пушкарева А.Е.⁴

¹ Физический институт им. П.Н. Лебедева

119991, Россия, г. Москва, Ленинский пр., д. 53

² Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей

119991, Россия, г. Москва, Ломоносовский пр., д. 2, стр. 1

³ СЗГМУ им. И.Н. Мечникова

195067, Россия, г. Санкт-Петербург, Пискаревский пр., д. 47

⁴ Университет ИТМО

197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49

Обоснование. Пиогенная гранулема (ПГ), или лобулярная капиллярная гемангиома, код по МКБ10: L98.07. ПГ проявляется в виде одиночной папулы ярко-красного или фиолетового цвета, размером до 20 мм. ПГ локализуется на лице, пальцах, голове, руках и ногах, в межъягодичной складке, а также, на слизистых полости рта. Хирургическое удаление лицевых ПГ, особенно, в детском возрасте, не всегда представляется возможным из-за недостаточной толщины дермы и риска рубцов. Лечение ПГ с помощью импульсного лазера на красителе и неодимового лазера позволяет добиться элиминации патологического очага, но сопровождается такими побочными эффектами, как пурпура или появление рубцов. Необходимость предотвращения побочных эффектов лечения ПГ определяет целесообразность внедрения в клиническую практику методов оптимального лазерного воздействия без повреждения ретикулярного слоя дермы. Именно такое воздействие обеспечивает лазером на парах меди (ЛПМ), генерирующим излучение с длиной волны 578 нм.

Цель исследования. Оценить клиническую эффективность и риск побочных эффектов удаления ПГ с помощью ЛПМ.

Методы. Лечение ПГ с помощью ЛПМ проведено у 26 пациентов (14 женщин и 12 мужчин) в возрасте от 16 до 62 лет, с локализацией ПГ на веке, кончике или у крыла носа, в периоральной области, на губе, на конечностях и туловище. Для удаления ПГ оказалось достаточным одной процедуры облучения ЛПМ (Яхрома-Мед, ФИАН) с длиной волны 578 нм, средней мощностью ЛПМ 0,7–1,0 Вт, экспозицией 0,2–0,3 с и диаметром светового пятна 1 мм.

Результаты. После одной лазерной процедуры область ПГ приобретала серый оттенок. Через 7–12 дней обработанная область по окраске и структуре не отличалась от окружающей интактной кожи. Не было отмечено послеоперационного кровотечения или инфекции. На протяжении 5 лет после лечения ни рецидивов, ни иных побочных эффектов не было.

Заключение. Высокая эффективность удаления ПГ с помощью ЛПМ без побочных эффектов позволяет рекомендовать этот метод лазерного воздействия в практике дерматологов и косметологов как высокоэффективный и недорогой метод лечения приобретенных капиллярных гемангиом кожи различной локализации.

Ключевые слова: пиогенная гранулема; лобулярная капиллярная гемангиома; лазер на парах меди.

Конфликт интересов: авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

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

Для цитирования: Пономарев И.Г., Шакина Л.Д., Топчий С.Б., Ключарева С.В., Пушкарева А.Е. Лечение пиогенной гранулемы излучением лазера на парах меди. Вестник дерматологии и венерологии. 2021;97(2):41–49. doi: <https://doi.org/10.25208/vdv1209>

Treatment of pyogenic granuloma with copper vapor laser radiation

© Igor V. Ponomarev^{1*}, Lyudmila D. Shakina², Sergey B. Topchiy¹, Svetlana V. Kluchareva³, Alexandra E. Pushkareva⁴

¹ P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences
Leninskiy pr., 53, 119991, Moscow, Russia

² National Medical Research Center for Children's Health
Lomonosovskiy pr., 2, bldg 1, 119991, Moscow, Russia

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov
Piskarevskij pr., 47, 195067, Saint Petersburg, Russia

⁴ ITMO University
Kronverksky pr., 49, bldg A, 197101, Saint Petersburg, Russia

Background. Pyogenic granuloma (PG) or lobular capillary hemangioma, ICD10 code: L98.0. appears as a single bright red or violet papule up to 20 mm in size, on the face, fingers, skull surface, arms, and intergluteal fold, as well as on the oral mucous membranes. Surgical removal of facial PG is not always possible due to insufficient thickness of the dermis. Treatment of PG with a pulsed dye laser (PDL) or neodymium laser (Nd:YAG) can achieve a noticeable elimination of the lesion but is reported to be accompanied by such side effects as purpura or scarring. It determines the feasibility of introducing into clinical practice the methods of laser treatment of PG using the radiation of a copper vapor laser (CVL) with a wavelength of 578 nm, which effectively absorbed by the blood.

Aim. The assessment of the clinical efficacy and safety of the CVL treating PG.

Methods. 26 adult patients with PG in various parts of the face, including the lips, limbs, and trunk, were included in this study. PG treatment was carried out in one session with CVL (Yakhroma-Med, FIAN) at an average power of 0.7–1.0 W, at a wavelength of 578 nm, exposure time — 0.2–0.3 s. The diameter of the light spot is 1 mm.

Results. Immediately after the single laser treatment, the PG involved area became grey. In 7–10 days, the irradiated area was utterly similar to the adjacent intact skin. No postoperative bleeding or infection was noted. Side effects included mild skin atrophy. During the follow-up observation for five years, no side effects were found.

Conclusion. The high efficiency of PG elimination using CVL in the absence of pronounced side effects allows suggesting this method for introducing into dermatologists and cosmetologists' clinical practice as a highly effective and inexpensive method of treatment.

Keywords: pyogenic granuloma; lobular capillary hemangioma; copper vapor laser.

Conflict of interest: the authors of the article confirm the lack of conflict of interest which should be indicate.

Source of funding: the work was done and published through financing at the place of work of the authors.

For citation: Ponomarev IV, Shakina LD, Topchiy SB, Kluchareva SV, Pushkareva AE. Treatment of pyogenic granuloma with copper vapor laser radiation. *Vestnik Dermatologii i Venerologii*. 2021;97(2):41–49.
doi: <https://doi.org/10.25208/vdv1209>

Обоснование

Пиогенная гранулема (ПГ), или лобулярная капиллярная гемангиома, код по МКБ10: L98.0, обусловлена нарушением неангиогенеза артериолярных микрососудов дермы, подкожной клетчатки или слизистых оболочек [1]. Впервые это заболевание было описано в 1844 г. американским челюстным хирургом Симоном Хулликеном (Simon P. Hullahen, 1810–1857) [2]. Под названием «ботриомикомы человека» это заболевание было описано в 1897 г. французскими медиками Антонином Понсе (Antonin Poncet, 1849–1913) и Л. Дором [3]. Термин «пиогенная гранулема» предложен в 1904 г. американским дерматологом Милтоном Бикслером Хартцеллом (Milton Bixler Hartzell, 1854–1927) [4]. Патогенетически обоснованное название этого заболевания «лобулярная капиллярная гемангиома» было предложено S. Mills с соавт. в 1980 г. [5]. В соответствии с последней редакцией международной классификации сосудистых аномалий ПГ представляет собой сосудистую опухоль [6]. ПГ появляется с одинаковой частотой у мальчиков и девочек, в зрелом возрасте — чаще у женщин. Очаги ПГ локализуются на лице, пальцах, голове, руках и ногах, в межъягодичной складке, а также на слизистых оболочках [7]. ПГ проявляется папулой на ножке или на широком основании, с окраской от ярко-красной до фиолетовой или черной [8]. Травма, инфекция, гормональные перестройки или ангиогенные лекарственные препараты становятся триггерами неангиогенеза вследствие активации фаланговых (phalanx) эндотелиальных клеток поверхностных микрососудов дермы или слизистой оболочки [9]. Вследствие активации фаланговые клетки возбуждают экспрессию фактора роста сосудистого эндотелия (ФРСЭ), который выводит из состояния анархии авангардные (tip) и ростковые (stalk) эндотелиальные клетки поверхностных микрососудов дермы. На стадии инвагинационного ангиогенеза авангардные клетки прокладывают русло новых микрососудов, мигрируя в направлении наиболее выраженного снижения скорости поступления кислорода к эндотелиальным клеткам кровеносных микрососудов дермы. На стадии разветвления вновь образующихся сосудов (спраутинг ангиогенеза) авангардные клетки формируют почки разветвления новых сосудов, попутно способствуя пролиферации ростковых эндотелиальных клеток, обеспечивающих прочность каркаса сосудистой стенки [10–13]. Избыточная экспрессия ангиогенного ФРСЭ приводит к нарушению ангиогенеза в виде формирования большого числа мелких извитых сосудов с узким просветом [12, 13]. Повышение сосудистого сопротивления в мелких извитых сосудах приводит к уменьшению линейной и объемной скорости кровотока с неизбежным нарушением микроциркуляции, усугубляет гипоксию эндотелиальных клеток микрососудистого русла вблизи ПГ, повышает экспрессию ангиогенных факторов роста и поддерживает неангиогенез в области патологического очага ПГ. Патоморфологические особенности очага ПГ проявляются наличием большого числа извитых мелких капилляроподобных сосудов с измененными эндотелиальными клетками сосудистой стенки [14].

В связи с вышесказанным патогенетическое лечение ПГ должно быть направлено на прекращение кровотока в связанном с нею микрососудистом русле дермы и подавление экспрессии ФРСЭ вблизи патологического очага.

При локализации ПГ в области лица, особенно на слизистой губы, предпочтение следует отдавать малоинвазивным методам воздействия. Экспозиция ПГ в области лица не исключает возможность рецидива и появления косметических дефектов в эстетически важной зоне [15]. В последние годы для удаления ПГ в клинической практике были использованы лазерные методы удаления поверхностных сосудистых опухолей [17, 18]. При облучении ПГ Nd:YAG-лазером после выраженной элиминации патологического очага у 40% пациентов заживление облученной поверхности сопровождалось рубцеванием [19]. Появление рубцов в области облучения Nd:YAG-лазера обусловлено фототермической деструкцией ретикулярного слоя дермы, поскольку генерируемое им излучение с длиной волны 1064 нм из-за низкого поглощения фототермофорами крови проникает до проксимальной границы дермы. Кроме того, инфракрасное излучение оказывает существенный фототермический эффект на соединительнотканые компоненты и фибробласты дермы в результате его выраженного поглощения водой и липидами. При использовании излучения с длиной волны 595 нм, генерируемого импульсным лазером на красителе (ИЛК), в большей степени поглощаемого фототермофорами крови и в меньшей степени водой и липидами, удалось избежать рубцевания, но заметного клинического эффекта удается достичь только после большого числа процедур [20]. Облучение патологического очага с помощью излучения ИЛК неизбежно связано с ранними побочными эффектами в виде пурпуры [20, 21]. Для снижения риска побочных эффектов в виде пурпуры и рубцов необходимо обеспечить высокую селективность лазерного воздействия на ассоциированное с ПГ микрососудистое русло папиллярного слоя дермы без повреждения внесосудистых соединительнотканых компонентов и ростковых клеток ретикулярного слоя дермы. Этим требованиям полностью удовлетворяет излучение ЛПМ с длиной волны 578 нм, в максимальной степени поглощаемое оксигемоглобином и меланином, при минимальной абсорбции водой и липидами.

Возможность применения лазера на парах меди (ЛПМ) обусловлена высокой абсорбцией гемоглобином микрососудистого русла ПГ и меланином эпидермиса при слабом поглощении водой и липидами излучения ЛПМ с длиной волны 578 нм [22–25]. Поскольку поддержка неангиогенеза ПГ обусловлена повышенной экспрессией эндотелиальными клетками ФРСЭ, эффективность ликвидации ПГ с помощью ЛПМ повышается и благодаря уникальной способности излучения с длиной волны 578 нм подавлять экспрессию ФРСЭ в области неангиогенеза [26].

Цель исследования: оценить эффективность и безопасность лечения ПГ излучением ЛПМ с длиной волны 578 нм.

Методы

Лечение больных проводилось на кафедре дерматовенерологии СЗГМУ им. Мечникова в соответствии с Хельсинкским протоколом. Во всех случаях было получено информированное согласие пациентов на участие в исследовании и на удаление пиогенной гранулемы с помощью ЛПМ. С января 2014 по март 2016 г. лечение ПГ выполнено у 26 пациентов (14 женщин и 12 мужчин) в возрасте от 16

до 62 лет, со II фототипом кожи по Фитцпатрику. ПГ размером от 5 до 10 мм была расположена в разных участках лица, тыла и пальцев кистей, губ, туловища (рис. 1–4). Критериями для включения пациентов в исследование послужили диагноз ПГ, подтвержденный при дерматоскопии наличием окруженных белым ореолом четко ограниченных красных лакун, без пролиферации сосудов по периферии патологического очага, и отсутствие данных о меланоме у пациента и его родственников.

Оценка результатов лечения была сделана тремя независимыми врачами-дерматологами путем сравнения фотографий результатов после лечения с фотографиями до лечения. Также контролировалось время заживления после лазерной процедуры.

Описание лазерной процедуры

Для лечения ПГ использовался аппарат лазерный медицинский на парах меди Яхрома-Мед. Обработка патологического очага проводилась излучением ЛПМ с длиной волны 578 нм, со средней мощностью 0,7–1,0 Вт. Минимальные значения мощности: 0,7–0,8 Вт и длительности экспозиции 0,2 с были выбраны при локализации патологического очага в области слизистой губы и в периокулярной области, на остальных участках лица мощность облучения составляла от 0,9 до 1,0 Вт, длительность экспозиции 0,3 с. Диаметр светового пятна на поверхности кожи 1 мм, расстояние между центрами световых пятен 1 мм. Мощность облучения подбирали в процессе тестового облучения кожи до выраженного посерения поверхности пато-

Таблица. Результаты лечения пиогенной гранулемы с помощью ЛПМ
Table. Results of the treatment for pyogenic granuloma with copper vapor laser

	Локализация	Возраст	Пол	Размер, мм	Суток до отхождения корочек	Вт	Сек
1	Кончик носа, рис. 1 а, б	18	ж	7	10	0,9	0,3
2	Нижняя губа, рис. 2 а, б	43	ж	10	9	0,9	0,3
3	Верхняя губа, рис. 3 а, б	38	ж	8	8	0,8	0,2
4	Крыло носа слева, рис. 4 а, б	16	ж	4	8	0,7	0,2
5	Указательный палец (правая кисть)	45	ж	6	12	1,0	0,3
6	Левое веко, рис. 5	28	ж	5	12	0,9	0,2
7	Правая кисть — ладонь	31	м	8	12	1,0	0,3
8	Правое плечо	29	м	7	12	1,0	0,3
9	Область шеи слева	32	ж	6	12	0,9	0,3
10	Большой палец левой кисти	34	м	7	12	0,9	0,3
11	Средний палец левой кисти	46	ж	6	12	1,0	0,3
12	Верхняя губа	32	м	5	12	0,8	0,3
13	Нижняя губа	24	ж	6	12	0,9	0,3
14	Средний палец левой кисти	43	м	6	7	1,0	0,3
15	Тыльная сторона правой кисти	39	ж	8	12	1,0	0,3
16	Нижняя губа	54	ж	8	10	1,0	0,3
17	Левое плечо	49	м	9	12	1,0	0,3
18	Тыльная сторона левой кисти	58	м	7	7	1,0	0,3
19	Нижняя губа	39	м	7	10	1,0	0,3
20	Область правого плеча	42	ж	7	12	1,0	0,3
21	Угол рта справа	40	ж	6	7	0,8	0,3
22	Верхняя губа	38	ж	5	7	0,8	0,3
23	Область мизинца слева	26	м	7	12	1,0	0,3
24	Область предплечья справа	62	м	10	12	1,0	0,3
25	Область угла рта справа	54	ж	7	12	0,9	0,3
26	Область указательного пальца справа	43	ж	7	12	1,0	0,3



а



б

Рис. 1. У девушки 18 лет ПГ сформировалась на кончике носа в течение месяца после травматизации, до (а) и после (б) одной процедуры облучения ЛПМ при параметрах: длина волны 578 нм, длительность экспозиции 0,3 с, мощность 0,9 Вт, диаметр светового пятна 1 мм (см. табл., пациентка 1)

Fig. 1. In a 18-year-old girl, pyogenic granuloma (PG) appeared on the tip of the nose during a month after the trauma. Left, before (a) and after (b) one treatment of CVL with the settings as follows: wavelength 578 nm, exposure time 0.3 s, Power 0.9 W, light spot diameter 1 mm (see table, female patient # 1)



а



б

Рис. 2. У женщины 43 лет ПГ появилась в области нижней губы в течение 3 месяцев после травматизации, до (а) и после (б) одной процедуры облучения ЛПМ при параметрах: длина волны 578 нм, длительность экспозиции 0,3 с, мощность 0,9 Вт, диаметр светового пятна 1 мм (см. табл., пациентка 2)

Fig. 2. In a 43-year-old woman, PG appeared in the lower lip area within 3 months after the trauma, before (a) and after (b) one treatment with CVL with the following parameters: wavelength 578 nm, Power of 0.9 W, exposure time 0.3 s, light spot diameter 1 mm (see table, female patient # 2)



а



б

Рис. 3. У женщины 38 лет ПГ в области верхней губы появилась в течение 2 месяцев после травматизации, до (а) и после (б) одного облучения ЛПМ с длиной волны 578 нм, мощностью 0,8 Вт, длительностью экспозиции 0,2 с, диаметром светового пятна 1 мм (см. табл., пациентка 3)

Fig. 3. In a 38-year-old woman presents PG in the upper lip area appeared within 2 months after trauma, before (a) and after (b) one exposure to CVL with a wavelength of 578 nm, with a power of 0.8 W, an exposure duration of 0.2 s, a light spot diameter of 1 mm (see table, female patient # 3)



а



б

Рис. 4. У девушки 16 лет ПГ у крыла носа после травматизации, до (а) и после (б) одной процедуры облучения ЛПМ с длиной волны 578 нм, мощностью 0,7 Вт, длительностью экспозиции 0,2 с, диаметром светового пятна 1 мм (см. табл., пациентка 4)

Fig. 4. The 16-year-old girl presents PG at the pinna nasi after traumatization, before (a) and after (b) one procedure of CVL irradiation with a wavelength of 578 nm, a power of 0.7 W and an exposure duration of 0.2 s, the diameter of the light spot is 1 mm (see table, female patient # 4)

логического очага без признаков его повреждения. При розовом оттенке (сосудов немного) облучение осуществляли с мощностью 0,8 Вт, экспозицией продолжительностью — 0,2 сек. При цвете гранулемы синюшного оттенка облучение выполняли при мощности до 1,0 Вт, длительностью экспозиции до 0,3 сек. Отсутствие указанной реакции кожи на лазерное воздействие расценивали как недостаточно интенсивное. При появлении темной окраски в области воздействия мощность уменьшали на 0,2 Вт.

Результаты исследования. Во всех случаях одной процедуры оказалось достаточно для полной ликвидации ПГ. Облучение сопровождалось быстрым уменьшением объема ПГ. Сразу после процедуры окраска обработанной области приобретала сероватый оттенок, сохранявшийся несколько дней. На вторые-третьи сутки после лазерного воздействия формировалась безболезненная сплошная коричневая сухая корочка по всей поверхности ПГ, обработанной лазером. Через 7–12 дней после процедуры кожа в области лазерного воздействия приобретала естественную окраску. Побочные эффекты лазерного облучения проявлялись небольшим отеком, рассасывание которого занимало не больше 2 суток.

Обсуждение

В настоящей работе впервые представлены результаты оценки эффективности и безопасности малоинвазивного лечения ПГ различной локализации, в том числе в эстетически важных зонах, с помощью излучения ЛПМ. Релевантность лазерного воздействия на микрососудистое русло папиллярного слоя дермы определяется высоким поглощением кровью излучения с длиной волны 578 нм излучения, а также анатомическими и возрастными особенностями кожи в области патологического очага [26, 27]. Анатомические особенности кожи проявляются меньшей толщиной дермы в области верхнего века и слизистой губы. Кроме того, эпидермис губы не содержит меланина, поэтому фототермический эффект лазерного излучения определяется только его поглощением оксигемоглобином и гемоглобином.

Поскольку ассоциированное с патологическим очагом микрососудистое русло дермы в этих областях наиболее приближено к облучаемой поверхности, целесообразно использовать облучение с небольшой глубиной проникновения излучения вглубь дермы. При проникновении до проксимальной границы дермы лазерного излучения с длиной волны, отличной от 578 нм, в меньшей степени поглощаемого кровью, значительно повышается риск фототермического повреждения соединительнотканых компонентов и фибробластов ретикулярного слоя дермы с последующим рубцеванием в области лазерного облучения. При недостаточно эффективном поглощении кровью для удаления патологического очага требуется многократная обработка (до шести процедур) [28]. При фототермической облитерации микрососудов дермы в области ПГ применение ЛПМ позволяет избежать развития ранних побочных эффектов в виде пурпуры, которые наблюдаются при использовании импульсного лазера на красителе с продолжительностью импульса 450 мкс [29]. Применение неодимового лазера позволило добиться высокой эффективности удаления ПГ, но после его использования у 40% пациентов возникали побочные эффекты в виде рубцевания [17], что связано с фотодеструкцией соединительнотканых компонентов ретикулярного слоя дермы, вследствие проникновения до проксимальной границы дермы ближнего ИК-излучения из-за низкого поглощения кровью.

Для сравнения эффективности нагрева ткани и расположенных в ней сосудов увеличенного диаметра излучением ЛПМ и Nd:YAG лазера авторами была проведена процедура численного моделирования нагрева кровеносного сосуда различного диаметра и окружающей ткани с использованием пакета математического моделирования Matlab и его приложения для решения дифференциальных уравнений в частных производных Femlab, методика которой описана в [30].

На рис. 6 для различных энергетических экспозиций (флюенсов) ЛПМ и Nd:YAG лазера показана максимальная расчетная глубина H , до которой возможен селективный нагрев кровеносных сосудов различного диаметра D (штриховые линии) до температур 65–100 °С, при которых возможна их фотодеструкция.

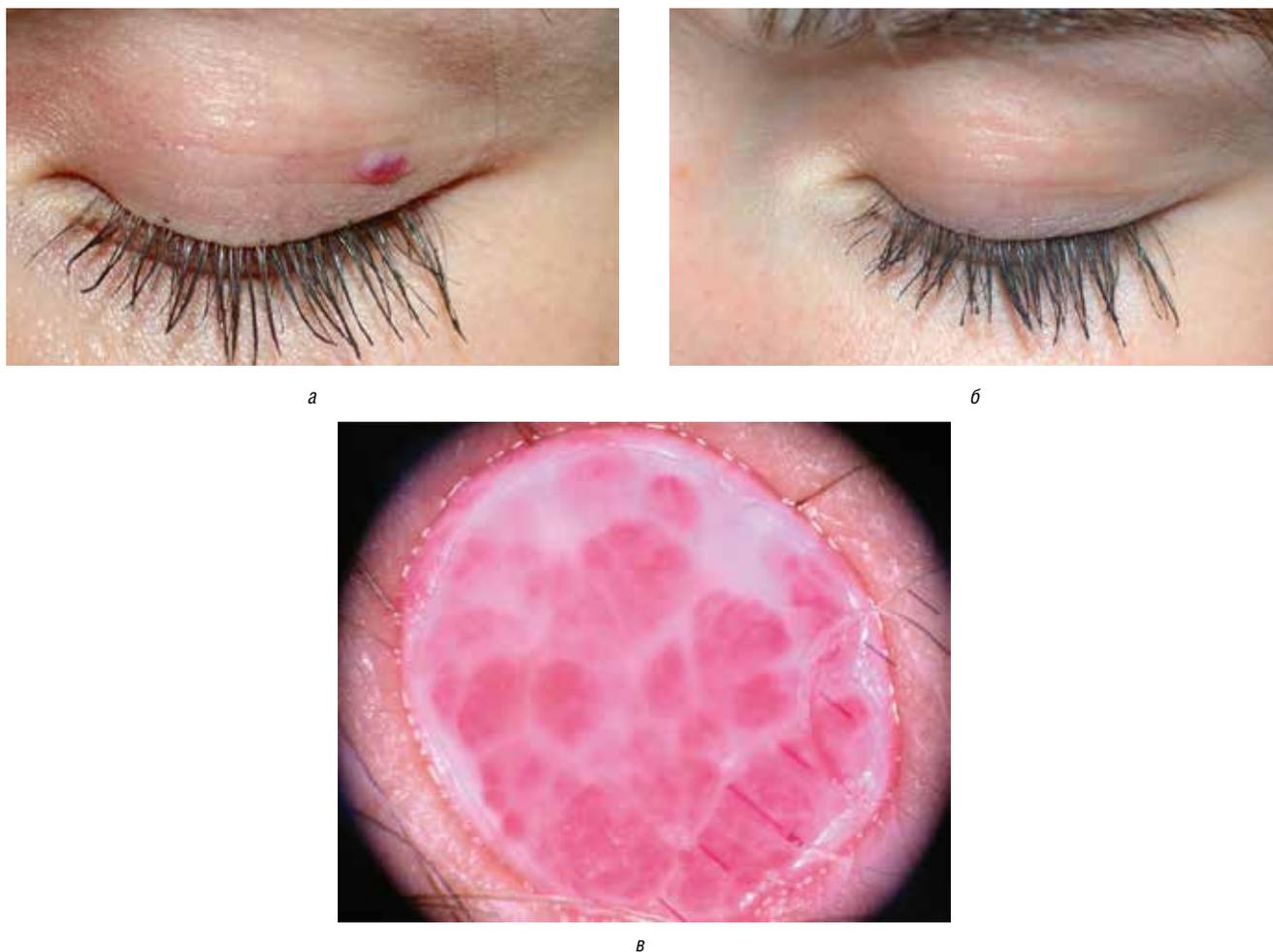


Рис. 5. У девушки 28 лет ПГ на левом верхнем веке, до (а) и после (б) одной процедуры облучения ЛПМ с длиной волны 578 нм, мощностью 0,9 Вт, длительностью экспозиции 0,2 с, диаметром светового пятна 1 мм (см. табл., пациентка 6); дерматоскопия ПГ: очаг симметричный, границы четкие, строение гомогенное, лакунарное, четко очерченные, округлые или овальные структуры красного цвета (в)

Fig. 5. The 28-year-old female presents PG at the left upper eyelid, before (a) and after (b) one procedure of CVL irradiation with a wavelength of 578 nm, a power of 0.9 W and an exposure time of 0.2 s, the diameter of the light spot is 1 mm (see table, female patient # 6). Dermoscopy of PG: the focus is symmetrical, the boundaries are clearcut, and the structure is homogeneous, lacunar, well-defined, rounded or oval red structures (v)

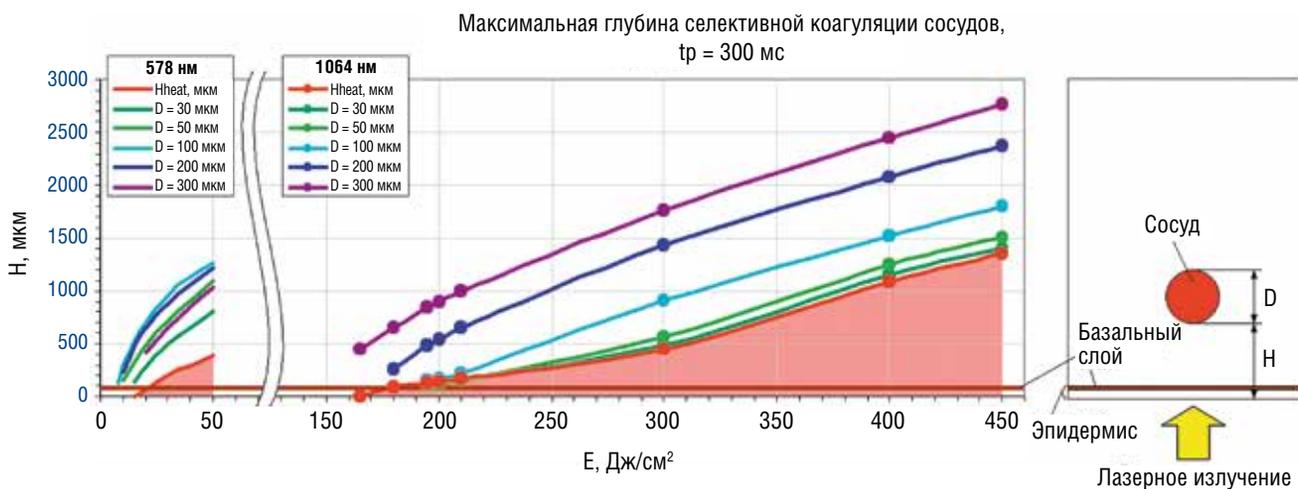


Рис. 6. Максимальная глубина, при которой возможен нагрев кровеносного сосуда различного диаметра и ткани до температур 65–100 градусов излучением ЛПМ на желтой длине волны 578 нм и Nd:YAG лазера с различными энергетическими экспозициями. Длительность экспозиции 0,3 с

Fig. 6. The maximum depth H at which a blood vessel of various diameters D and tissue can be heated up to temperatures of 65–100 Celsius degrees by CVL radiation at a yellow wavelength of 578 nm and an Nd: YAG laser with different fluencies E. Exposure time 0.3 s

Вследствие более высокого поглощения кровью излучения ЛПМ с длиной волны 578 нм использование ЛПМ выглядит более предпочтительным и эффективным вариантом воздействия из-за возможности селективного нагрева мелких сосудов (которые наблюдаются в ПГ) диаметром 15–100 мкм. Нагрев этих сосудов обеспечивается при в 10 раз меньших значениях энергетических экспозиций по сравнению с Nd:YAG лазером. Причем при увеличении энергетической экспозиции (флюенса) возникает область неселективного нагрева, где температура и ткани, и сосуда составляет 65–100 °С (на графике показано сплошной красной заливкой). Тем не менее ниже области неселективного нагрева в случае ЛПМ сохраняется область селективного нагрева мелких сосудов до глубины порядка 1 мм, что соответствует толщине дермы.

При увеличении энергетической экспозиции Nd:YAG лазера происходит неселективное повреждение глубоко расположенных слоев ткани, что может приводить к рубцеванию и рецидивам (рис. 6).

Таким образом, лечение с помощью генерируемого ЛПМ излучения с длиной волны 578 нм позволяет удалить ПГ в течение единственной процедуры без ранних и отдаленных побочных эффектов благодаря эффективной фотооблитерации микрососудов папиллярного слоя дермы вблизи патологического очага и за счет энерговклада, локализованного четко в области очага ПГ, без сопутствующего нагрева внесосудистых соединительнотканых компонентов и ростковых клеток ретикулярного слоя дермы [21, 31].

Заключение

Применение ЛПМ обеспечивает надежный кровоостанавливающий эффект, атравматичность процедуры для лечения ПГ, позволяет получить ожидаемые косметические результаты, предоставляя возможность альтернативы хирургической эксцизии патологического очага. Лечение ПГ с помощью ЛПМ отличается эффективностью, занимает несколько минут, не требует анестезии и может быть выполнено в амбулаторных условиях. ■

Литература/References

- Sarwal P, Lapumnuaypol K. Pyogenic Granuloma. 2020 Dec 5. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556077/>
- Hullihen SP. Case of aneurism by anastomosis of the superior maxillae. *Am J Dent Sci* 1844;4(03):160–162.
- Poncet A, Dor L. Botryomycose humaine. *Rec Chir.* 1897;18:996–1003.
- Hartzell MB. Granuloma pyogenicum. *J Cutan Dis syph.* 1904;22:520–525.
- Mills SE, Cooper PH, Fechner RE. Lobular capillary hemangioma: The underlying lesion of pyogenic granuloma. A study of 73 cases from the oral and nasal mucous membranes. *Am J Surg Pathol.* 1980;4:470–479. doi: 10.1097/0000478-198010000-00007
- ISSVA Classification for Vascular Anomalies, 20th ISSVA Workshop, Melbourne. 2014. Apr, [Last accessed on 2019 Feb 15]. Available from: <http://www.issva.org/UserFiles/file/ISSVA-Classification-2018.pdf>
- Hong CHL, Dean DR, Hull K, et al. World Workshop on Oral Medicine VII: Relative frequency of oral mucosal lesions in children, a scoping review. *Oral Dis.* 2019;25 Suppl 1:193–203. doi: 10.1111/odi.13112.
- Тарасенко Г.Н., Тарасенко Ю.Г., Бекоева А.В., Процюк О. Пиогенная гранулема в практике врача дерматолога. *Российский журнал кожных и венерических болезней.* 2017;20(1):50–52. [Tarasenko GN, Tarasenko YUG, Bekoeva AV, Procyuk O. Piogennaya granuloma v praktike vracha dermatologa. *Rossijskij zhurnal kozhnyh i venericheskikh boleznej.* 2017;20(1):50–52 (In Russ.)] doi: 10.18821/1560-9588-2017-20-1-50-52
- Wollina U. Systemic Drug-induced Chronic Paronychia and Periungual Pyogenic Granuloma. *Indian Dermatol Online J.* 2018;9(5):293–298. doi: 10.4103/idoj.IDOJ_133_18
- Blancas AA, Wong LE, Glaser DE, McCloskey KE. Specialized tip/stalk-like and phalanx-like endothelial cells from embryonic stem cells. *Stem Cells Dev.* 2013;22(9):1398–1407. doi: 10.1089/scd.2012.0376
- Zecchin A, Kalucka J, Dubois C, Carmeliet P. How Endothelial Cells Adapt Their Metabolism to Form Vessels in Tumors. *Front Immunol.* 2017;8:1750. doi: 10.3389/fimmu.2017.01750
- Díaz-Flores L, Gutiérrez R, González-Gómez M, et al. Participation of Intussusceptive Angiogenesis in the Morphogenesis of Lobular Capillary Hemangioma. *Sci Rep.* 2020;10(1):4987. doi: 10.1038/s41598-020-61921-3
- Гуськова О.Н., Скарязкина О.Н. Детекция маркеров ангиогенеза в ткани пиогенной гранулемы. *Евразийский союз ученых.* 2015;15(6–4):28–30. [Gus'kova ON, Skaryakina ON. Detekciya markerov angiogeneza v tkani piogennoj granulomy. *Evrazijskij soyuz uchenyh.* 2015;15(6–4):28–30 (In Russ.)]
- Bejjanki KM, Mishra DK, Kaliki S. Periorbital Lobular Capillary Hemangioma in Adults: A Clinicopathological Study. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2019;26(3):138–140. doi: 10.4103/meajo.MEAJO_42_19
- Koo MG, Lee SH, Han SE. Pyogenic Granuloma: A Retrospective Analysis of Cases Treated Over a 10-Year. *Arch Craniofac Surg.* 2017;18(1):16–20. doi: 10.7181/acs.2017.18.1.16
- Lee J, Sinno H, Tahiri Y, Gilardino MS. Treatment options for cutaneous pyogenic granulomas: a review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2011;64(9):1216–1220. doi: 10.1016/j.bjps.2010.12.021
- Philipp C, Almohamad A, Adam M, et al. Pyogenic granuloma – Nd:YAG laser treatment in 450 patients. *Photonics & Lasers in Medicine.* 2015;4(3):215–226. doi: 10.1515/plm-2015-0016
- Yadav RK, Verma UP, Tiwari R. Non-invasive treatment of pyogenic granuloma by using Nd:YAG laser. *BMJ Case Rep.* 2018;9;2018:bcr2017223536. doi: 10.1136/bcr-2017-223536
- Kishi Y, Kikuchi K, Hasegawa M, et al. Dye laser treatment for hemorrhagic vascular lesions. *Laser Ther.* 2018;31;27(1):61–64. doi: 10.5978/islsm.18-CR-01
- Sud AR, Tan ST. Pyogenic granuloma-treatment by shave-excision and/or pulsed-dye laser. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2010;63(8):1364–1368. doi: 10.1016/j.bjps.2009.06.031
- Шакина Л.Д., Пономарев И.В., Смирнов И.Е. Лазерная хирургия сосудистых опухолей кожи у детей раннего возраста. *Российский педиатрический журнал.* 2019;22(2):99–105. [Shakina LD, Ponomarev IV, Smirnov IE. Laser surgery for skin vascular tumors in infants. *Rossiyskiy Peditricheskij Zhurnal.* 2019;22(2):99–105 (In Russ.)] doi: 10.18821/1560-9561-2019-22-2-99-105
- Demirkan S. Management of a Recurrent Pyogenic Granuloma of the Inferior Lip with Pulsed Dye Laser: A Case Report. *J Am Coll Clin Wound Spec.* 2017;5;8(1–3):39–41. doi: 10.1016/j.jccw.2017.08.001
- Galeckas KJ, Uebelhoer NS. Successful treatment of pyogenic granuloma using a 1,064-nm laser followed by glycerin sclerotherapy. *Dermatol Surg.* 2009;35(3):530–534. doi: 10.1111/j.1524-4725.2009.01081.x

24. Asnaashari M, Bigom-Taheri J, Mehdipoor M, et al. Posthaste outgrow of lip pyogenic granuloma after diode laser removal. *J Lasers Med Sci*. 2014;5(2):92–95.

25. Lee HI, Lim YY, Kim BJ, et al. Clinicopathologic efficacy of copper bromide plus/yellow laser (578 nm with 511 nm) for treatment of melasma in Asian patients. *Dermatol Surg*. 2010;36(6):885–893.

doi: 10.1111/j.1524-4725.2010.01564.x

26. Kim YS, Lee KW, Kim JS, 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

27. Iyer VH, Farista S. Management of Hyperpigmentation of Lips with 940 nm Diode Laser: Two case reports. *Int J Laser Dent* 2014;4(1):31–38. doi: 10.5005/jp-journals-10022-1052

28. Tay YK, Weston WL, Morelli JG. Treatment of pyogenic granuloma in children with the flashlamp-pumped pulsed dye laser. *Pediatrics*. 1997;99(3):368–370. doi: 10.1542/peds.99.3.368

29. Campos MA, Sousa AC, Varela P, et al. Comparative effectiveness of purpuragenic 595 nm pulsed dye laser versus sequential emission of 595 nm pulsed dye laser and 1,064 nm Nd:YAG laser: a double-blind randomized controlled study. *Acta Dermatovenerol Alp Pannonica Adriat*. 2019;28(1):1–5. doi: 10.15570/actaapa.2019.1

30. Пушкарева А.Е., Пономарев И.В., Казярян М.А., Ключарева С.В. Сравнительный анализ нагрева кровеносных сосудов различными медицинскими лазерами с помощью численного моделирования. *Оптика атмосферы и океана*, 2018;31(3):229–232. doi: 10.15372/AOO20180314

31. Ключарева С.В., Пономарев И.В., Топчий С.Б. и др. Лечение базальноклеточного рака кожи в периорбитальной области импульсным лазером на парах меди. *Вестник дерматологии и венерологии*. 2018;94(6):15–21. [Klyuchareva SV, Ponomarev IV, Topchy SB, et al. Treatment of basal cell cancer in the periorbital area using a pulsed copper vapour laser. *Vestnik Dermatologii i Venerologii*. 2018;94(6):15–21 (In Russ.)] doi: 10.25208/0042-4609-2018-94-6-15-21

Участие авторов: все авторы несут ответственность за содержание и целостность всей статьи; концепция и дизайн исследования — И.В. Пономарев, Л.Д. Шакина; сбор и обработка материала — С.Б. Топчий, С.В. Ключарева, А.Е. Пушкарева; 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. Contribution: concept and design of the study — Igor V. Ponomarev, Ludmila D. Shakina; collection and processing of material — Sergey B. Topchiy, Svetlana V. Kluchareva, Alexandra E. Pushkareva. Text writing — Igor V. Ponomarev; editing — Ludmila D. Shakina.

Информация об авторах

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

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

Сергей Борисович Топчий — 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

Светлана Викторовна Ключарева — д.м.н., профессор; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0801-6181>; eLibrary SPIN: 9701-1400; e-mail: genasveta@rambler.ru

Александра Евгеньевна Пушкарева — к.т.н., тьютор, Университет ИТМО; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0082-984X>; eLibrary SPIN 8117-1266; e-mail: alexandra.pushkareva@gmail.com

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

Ludmila 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

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

Svetlana V. Kluchareva — MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0801-6181>; eLibrary SPIN: 9701-1400; e-mail: genasveta@rambler.ru

Alexandra E. Pushkareva — Cand. Sci. (Tech.), tutor, ITMO University; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0082-984X>; eLibrary SPIN: 8117-1266; e-mail: alexandra.pushkareva@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 21.01.2021

Принята к публикации: 14.03.2021

Дата публикации: 15.04.2021

Submitted: 21.01.2021

Accepted: 14.03.2021

Published: 15.04.2021