

DOI: <https://doi.org/10.17816/dv632124>

Оригинальное исследование



Применение двухволнового излучения лазера на парах меди для лечения меланоцитарных невусов сложной анатомической локализации

И.В. Пономарев¹, С.Б. Топчий¹, С.В. Ключарева², М.В. Сахарова², А.Е. Пушкарева³¹ Физический институт имени П.Н. Лебедева, Москва, Россия;² Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия;³ Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Меланоцитарные невусы сложной анатомической локализации чаще всего представлены на лице, открытых участках головы, что приводит к существенным эстетическим проблемам и рискам развития злокачественных новообразований кожи. Методы лечения невусов должны обеспечить хороший косметический результат, не нарушив при этом функции органа. Хирургическое иссечение и неселективные технологии (радиочастотное воздействие, пилинги и абляционные лазеры) могут приводить к рубцеванию. Особого внимания заслуживает периорбитальная область, так как удаление новообразования этой локализации может приводить к выпадению ресниц и тяжёлым функциональным осложнениям органа зрения из-за недостаточной толщины кожи для использования донорского лоскута и неконтролируемой глубины травмирующего воздействия.

Цель исследования — оценить эффективность лечения меланоцитарных невусов сложной локализации с помощью лазера на парах меди.

Материалы и методы. Лечение меланоцитарных невусов проведено 35 пациентам (7 мужчин, 28 женщин) в возрасте от 14 до 65 лет после предварительной дерматоскопической диагностики. Процедуры проводили при средней мощности излучения лазера на парах меди 0,6–0,8 Вт, длинах волн 511 нм и 578 нм, длительности экспозиции 0,2 секунды; диаметр светового пятна на коже составлял 1 мм. Вся поверхность новообразования равномерно обрабатывалась лазерными импульсами до изменения цвета пигмента на тёмно-серую окраску. Продолжительность заживления кожи после процедуры составила 2 недели. Для лечения пациентов потребовалось до 4 сеансов с интервалом 1 месяца.

Результаты. Лечение меланоцитарных невусов двухволновым излучением лазера на парах меди позволило полностью удалить у всех пациентов новообразования кожи без формирования рубцов и без рецидивов в течение 2 лет после лечения. Сравнение результатов компьютерного моделирования селективного нагрева пигментного слоя излучением лазера на парах меди и другими лазерными системами показывают, что режим воздействия лазера на парах меди является оптимальным.

Заключение. На основе клинических данных и результатов компьютерного моделирования можно сделать вывод, что лечение меланоцитарных невусов с помощью излучения лазера на парах меди благодаря избирательности и глубине воздействия, соответствующей толщине кожи, обеспечивает хорошие результаты, и его применение более безопасно по сравнению с лазерами ближнего инфракрасного диапазона, что позволяет использовать этот метод в клинической практике дерматологов и косметологов.

Ключевые слова: лечение лазером; лазер на парах меди; неаблятивное лазерное лечение; компьютерное моделирование; меланоцитарный невус.

Как цитировать:

Пономарев И.В., Топчий С.Б., Ключарева С.В., Сахарова М.В., Пушкарева А.Е. Применение двухволнового излучения лазера на парах меди для лечения меланоцитарных невусов сложной анатомической локализации // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2024. Т. 27, № 5. С. 499–515. DOI: <https://doi.org/10.17816/dv632124>

DOI: <https://doi.org/10.17816/dv632124>

Original study article

Dual-wavelength copper vapor laser treatment of congenital melanocytic nevi with complex anatomical localization

Igor V. Ponomarev¹, Sergey B. Topchiy¹, Svetlana V. Klyuchareva², Mariia V. Sakharova², Alexandra E. Pushkareva³¹ P.N. Lebedev Physical Institute, Moscow, Russia;² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;³ Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Melanocytic nevi can affect the complex anatomical localization of the face and the ear area, a very important part of the face from an aesthetic point of view. Treatment methods should provide not only a good cosmetic result but also not disrupt the function of the eye and vision. Surgical excision and non-selective technologies, including radiofrequency exposure, peels, and ablative lasers, can lead to scarring, eyelash loss, and severe functional complications of the organ of vision due to insufficient skin thickness.

AIM: To evaluate the effectiveness of treatment of melanocytic nevi of complex anatomical localization with copper vapor laser radiation.

MATERIALS AND METHODS: Treatment of melanocytic nevi in the periorbital region was carried out in 35 patients (28 women and 7 men), aged 14–65 years. The procedures were performed at an average output power of a copper vapor laser of 0.6–0.8 W, at 511 nm and 578 nm wavelengths, an exposure time of 0.2 s, and a light spot diameter on the skin of 1 mm. The laser treatment was performed without anesthesia. A total of up to four treatments were administered at monthly intervals. The criterion for choosing the energy of laser pulses (selective photohermal laser destruction) was chosen to change the color of the entire surface of the neoplasm to a dark gray color. The duration of skin healing after the procedure was two weeks.

RESULTS: The dual-wavelength copper vapor laser treatment of melanocytic nevi with complex anatomical localization completely removes skin neoplasms in all patients without scarring or recurrences within two years after treatment. According to the results of a computer simulation of selective heating of the pigmented layer, the copper vapor laser is an optimal treatment choice for melanocytic nevi.

CONCLUSION: Clinical data and computer simulation results demonstrate that the treatment of melanocytic nevi of complex anatomical localization using copper vapor laser radiation provides good results and is safer than near-infrared lasers. It makes it possible to use this method in the clinical practice of dermatologists and cosmetologists.

Keywords: laser therapy; copper vapor laser; nonablative laser treatments; computer simulation; melanocytic nevi.

To cite this article:

Ponomarev IV, Topchiy SB, Kluchareva SV, Sakharova MV, Pushkareva AE. Dual-wavelength copper vapor laser treatment of congenital melanocytic nevi with complex anatomical localization. *Russian journal of skin and venereal diseases*. 2024;27(5):499–515. DOI: <https://doi.org/10.17816/dv632124>

Submitted: 17.05.2024

Accepted: 15.09.2024

Published online: 25.10.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Меланоцитарные невусы имеют нейроглиальное происхождение, что связано с миграцией меланобластов в процессе эмбрионального развития из нервного гребня в кожу, в частности в зону базального слоя эпидермиса, где происходит их созревание в меланоциты. Часть меланобластов достигают эпидермиса, часть остаются в дерме и отличаются от эпидермальных меланоцитов меньшей способностью синтезировать меланин, а также отсутствием отростков, вследствие чего эти меланоциты не способны передавать меланин кератиноцитам. Таким образом, формируются невусы различной глубины залегания и различной локализации, из них особое внимание привлекают невусы в области лица и на открытых участках головы, так как именно здесь отмечаются повышенная инсоляция и нарушение эстетики лица.

Меланоцитарные невусы могут поражать периорбитальную область — очень важную часть лица с эстетической точки зрения [1, 2]. Методы лечения в периорбитальной области должны обеспечить не только хороший косметический результат, но и не нарушить функции глаза и зрения.

Хирургическое иссечение поражённого участка, в том числе в периорбитальной области или мочке ушной раковины, особенно затруднено, поскольку толщина эпидермиса век не превышает 50 мкм, а толщина дермы составляет около 500 мкм [3, 4]. Неселективные технологии (например, радиочастотное воздействие и пилинги) могут приводить к рубцеванию, выпадению ресниц и тяжёлым функциональным осложнениям органа зрения из-за сложности контроля глубины воздействия [5]. Использование лазеров ближнего инфракрасного диапазона — рубинового, александритового и неодимового (Nd:YAG) — в периорбитальной области несёт опасность побочных эффектов, включая отёк, повреждение стекловидного тела и радужной оболочки и даже частичную слепоту [6].

Применение двухволнового излучения лазера на парах меди может оказаться более безопасным по сравнению с другими лазерными системами из-за высокого поглощения излучения меланином, оксигемоглобином и гемоглобином на длинах волн 511 нм и 578 нм, что определяет эффективную глубину проникновения излучения, не превышающую толщину дермы. Излучение лазера на парах меди на жёлтой длине волны 578 нм соответствует локальному пику поглощения оксигемоглобином и успешно применяется для лечения сосудистых новообразований кожи, а излучение на зелёной длине волны 511 нм эффективно в лечении пигментных дефектов кожи из-за высокого поглощения меланином [7].

Первые результаты использования лазера на парах меди для лечения меланоцитарных невусов в периорбитальной области дали обнадеживающие результаты [8–10].

Цель исследования — оценить эффективность лечения меланоцитарных невусов сложной анатомической локализации излучением лазера на парах меди.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Приводятся результаты ретроспективного исследования, проведённого на кафедре дерматовенерологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, 35 пациентов в возрасте 14–65 лет с меланоцитарными невусами сложной анатомической локализации. После проведения клинико-инструментального обследования пациентам было проведено лечение невусов лазером на парах меди.

Критерии соответствия

Критерии включения: наличие письменного информированного согласия пациента или его представителя в соответствии с Хельсинкским протоколом; наличие подтверждённого путём предварительного обследования диагноза «меланоцитарный невус»; отсутствие признаков активизации (резкий рост образования за последний год, изменение цвета, жалобы на покалывание, зуд); возраст от 14 до 65 лет; возможность лечения пациента в амбулаторных условиях.

Критерии исключения: наличие тяжёлой соматической патологии в анамнезе, способной привести к серьёзным осложнениям в процессе обследования и лечения; возраст до 14 и старше 65 лет; беременные или кормящие грудью матери; пациенты, ранее использовавшие при лечении данной патологии аппаратные методы и физиотерапию; пациенты, ранее принимавшие участие в аналогичных исследованиях либо параллельно участвующие в других клинических исследованиях.

Продолжительность исследования

Исследование проведено в период с октября 2020 по январь 2022 года.

Выборочную совокупность формировали в зимнее, весеннее, летнее и осеннее время. В пилотном проекте различий в результатах исследования в зависимости от сезонного фактора нами не выявлено, потому влияние этого фактора в дальнейшем мы не учитывали.

Методы регистрации исходов

Место лазерного воздействия фотографировалось цифровой камерой до, сразу после процедуры и спустя 1 месяц. Эффективность лечения оценивали по клинической информации и изображениям с цифровой камеры. За пациентами наблюдали в течение 2 лет после лечения.

Результат лечения оценивался как процент исчезновения невуса в обработанной зоне по сравнению с исходным

уровнем: как «нулевой» или «плохой», если ремиссия составляла 25% или менее; «умеренный» — от 25% до 50%; «хороший» — от 50% до 75%; «отличный» — более 75% через 2, 6 и 12 месяцев наблюдения.

Описание медицинского вмешательства

Перед началом лечения меланоцитарных невусов сложной анатомической локализации с помощью лазера на парах меди устанавливали первичный клинический диагноз на основании жалоб, анамнеза, общего осмотра, включающего пальпацию, визуальную оценку новообразования с определением макроскопической формы, состояния поверхности и окружающих тканей, контуров, выраженности пигментации и цвета, а также измерения очага и зоны прилежащих тканей невооружённым глазом.

Осмотр больных проводился при ярком дневном освещении (нейтральный белый оттенок света 3200–4500 К). В пасмурную погоду использовали искусственные источники света, дающие тёплый белый свет (3000–3500 К при верхнем искусственном освещении, 2700–3200 К — при боковом).

Всем пациентам выполнялась фотосъёмка меланоцитарного невуса: сначала в обычном режиме с захватом зоны локализации опухоли и окружающих её тканей, а затем в режиме макросъёмки при десятикратном оптическом увеличении с использованием цифровой фотокамеры SONY Cyber-Shot DSC-H3 с 8-мегапиксельным сенсором Zoom 10 (Германия).

Затем при детальном рассмотрении изображения на экране компьютера в режиме различных увеличений (30–50-кратное увеличение по сравнению с исходными размерами опухоли) с использованием диагностического алгоритма ABCD¹ изучали поверхность и цветовые характеристики опухоли, оценивали границы и контуры образования, изменения со стороны окружающих её тканей, уточняли характер патологического процесса. Диагноз ставился на основании клинических признаков, дерматоскопии. После этого пациентов осматривал онколог; выполнялись гистологические исследования для подтверждения диагноза.

Дерматоскопическая диагностика основывалась на определении общего дерматоскопического индекса и подсчёте количества баллов согласно алгоритму Аргенциано (G. Argenziano) [10]. Использовался двухэтапный алгоритм диагностики пигментных поражений кожи, предложенный на Первом Всемирном конгрессе по дерматоскопии (Рим, Италия, 2001) [11]. Использовали дерматоскоп Heine DELTA 20 (Германия) со следующими характеристиками: 10-кратное увеличение, отсутствие искажения по всей исследуемой поверхности за счёт

системы ахроматических линз, светодиодное оснащение, наличие 6 источников освещения и 3 дополнительных источников для бокового освещения, с уровнем коррекции фокусировки от -6 до +6 диоптрий и перезаряжаемой ручкой BETA R.

Для лечения меланоцитарных невусов использовали аппарат лазерный медицинский на парах меди «Яхрома-Мед» (Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН; Регистрационное удостоверение Росздравнадзора № ФСР 2008/03743), работающий на длинах волн 511 нм и 578 нм с длительностью импульсов генерации 20 нс и частотой следования импульсов 16,6 кГц. Были выбраны следующие параметры лазера на парах меди: средняя мощность 0,6–0,8 Вт при соотношении мощностей на длинах волн 511 нм и 578 нм 3:2, длительность экспозиции 0,2–0,3 секунды. Диаметр светового пятна на коже составлял 1 мм. Вся поверхность новообразования обрабатывалась лазерными импульсами с их плотным наслаиванием. В зонах, где косметический эффект был особенно важен, процедура была разделена на несколько этапов (до четырёх этапов — в области мочки уха) с интервалом 1 месяц.

Основной исход исследования

За конечную точку обработки выбрано равномерное изменение цвета пигмента на тёмно-серую и жёлто-серую окраску.

Дополнительные исходы исследования

В ходе процедуры лазерной обработки тампоном, смоченным в гипертоническом растворе, удалялся верхний пигментированный слой кожи, который изменил цвет. Обработка лазером производилась до отсутствия пигментации в области обработки при контроле с помощью дерматоскопии.

Защита глаз пациента при работе в периорбитальной области обеспечивалась контактными линзами из нержавеющей стали, расположенными на поверхности глаза. Пациенты удовлетворительно переносили лазеротерапию; процедура выполнялась под местной анестезией 1–3 мл лидокаина 2% (Solutionis Lidocaini).

После лазерного воздействия в раннем послеоперационном периоде на обработанную лазером кожу наносили антисептический раствор Хлоргексидина биглюконат 0,05% 3 раза в сутки. Процесс заживления длился 2 недели. Через 7–10 дней корочки отделялись с восстановлением эпидермиса, без гиперпигментации на обработанном участке. Через 2 недели после лазерной процедуры цвет участка кожи становился близким к цвету прилегающей неповреждённой кожи.

Выбор параметров лазерного воздействия методом численного моделирования

Для изучения нагрева ткани с различным содержанием меланина в пигментном слое, расположенном

¹ Диагностический алгоритм ABCD в дерматологии включает оценку пигментного новообразования кожи по четырём параметрам: А (asymmetry) — асимметрия; В (border) — неровные очертания; С (color) — цвет; D (diameter) — диаметр.

в дерме, различными режимами лазерного излучения и расчёта оптимальных параметров лечения с помощью лазера на парах меди мы использовали компьютерное моделирование нагрева лазерным излучением пигментного слоя толщиной от 15 до 100 мкм. Геометрия модели представлена на рис. 1. Пигментированный слой в расчёте мог быть расположен в дерме на различном расстоянии от поверхности кожи. В модели рассчитывалось пространственное распределение интенсивности света в ткани и связанное с ним распределение температуры нагрева ткани и пигментного слоя различной толщины.

Расчёты проводились с использованием математического моделирования динамики оптических и термодиффузионных процессов при воздействии света на кожу. Использовалось программное обеспечение Matlab и его приложение Femlab для решения дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных элементов, как описано в [7].

Так как распределение и концентрацию меланина в коже можно приблизительно оценить по цвету пигментного пятна при дерматоскопии, содержание меланина в расчётной модели выбиралось из окраски пигментного пятна, и, согласно [12], находилось в диапазоне 15–30%. При расчёте нагрева пигментного слоя в дерме значение толщины базального слоя устанавливалось 15 мкм, а толщина эпидермиса — 70 мкм. Поскольку в меланокитарном невусе кроме отдельных меланоцитов наблюдаются также скопления меланоцитов в виде кластеров размером до 100 мкм, в расчёте толщина пигментного слоя в дерме варьировала от 15 мкм до 100 мкм.

В модели рассчитывалось пространственное распределение интенсивности света в ткани и связанное с ним распределение температуры нагрева ткани и пигментного слоя различной толщины. Для расчётов использовались следующие параметры лазера на парах меди: средняя мощность — до 3 Вт; длительность импульса — 20 нс; частота повторения импульсов — 16,6 кГц; время экспозиции — 200–600 мс; диаметр области фокусировки лазерного излучения на коже — 1 мм.

На рис. 2 показано расчётное распределение температуры по толщине ткани в конце лазерного импульса длительностью 200 мс. Результаты расчёта демонстрируют селективный режим нагрева пигментного слоя толщиной 200 мкм в дерме на глубине 335 мкм (т.е. его температура под действием лазерного импульса становится выше температуры окружающей ткани). Излучение лазера на парах меди на зелёной длине волны 511 нм (энергетическая экспозиция 19 Дж/см²) перегревает также базальный слой выше 65°C, в то время как излучение на жёлтой длине волны 578 нм (энергетическая экспозиция 15,1 Дж/см²) более безопасно, так как не приводит к перегреву базального слоя до температур выше 65°C.

На рис. 3 представлены расчётные данные для эффективной глубины, на которой пигментированный слой толщиной 50 мкм и 100 мкм с содержанием меланина 15%, расположенный в дерме, может быть селективно нагрет до температур выше 65°C излучением лазера на парах меди на длинах волн 511 нм и 578 нм без перегрева базального слоя выше 65°C.

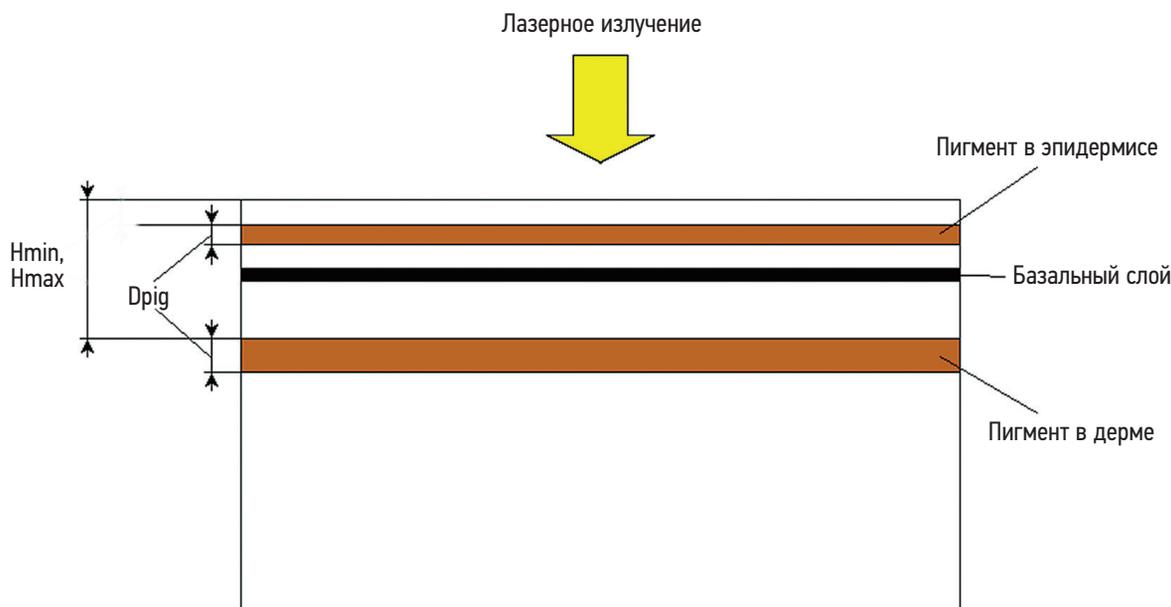


Рис. 1. Геометрия модели: Hmin, Hmax — минимальное и максимальное расстояние от поверхности кожи до верхней точки пигментного слоя (глубина расположения, при котором возможен его селективный нагрев до температур выше 65°C). Dpig — толщина пигментного слоя.

Fig. 1. Geometry of the model: Hmin, Hmax: the minimum and maximum distance from the skin surface to the top point of the pigment layer (the depth of location at which its selective heating to temperatures above 65°C is possible). Dpig is the thickness of the pigment layer.

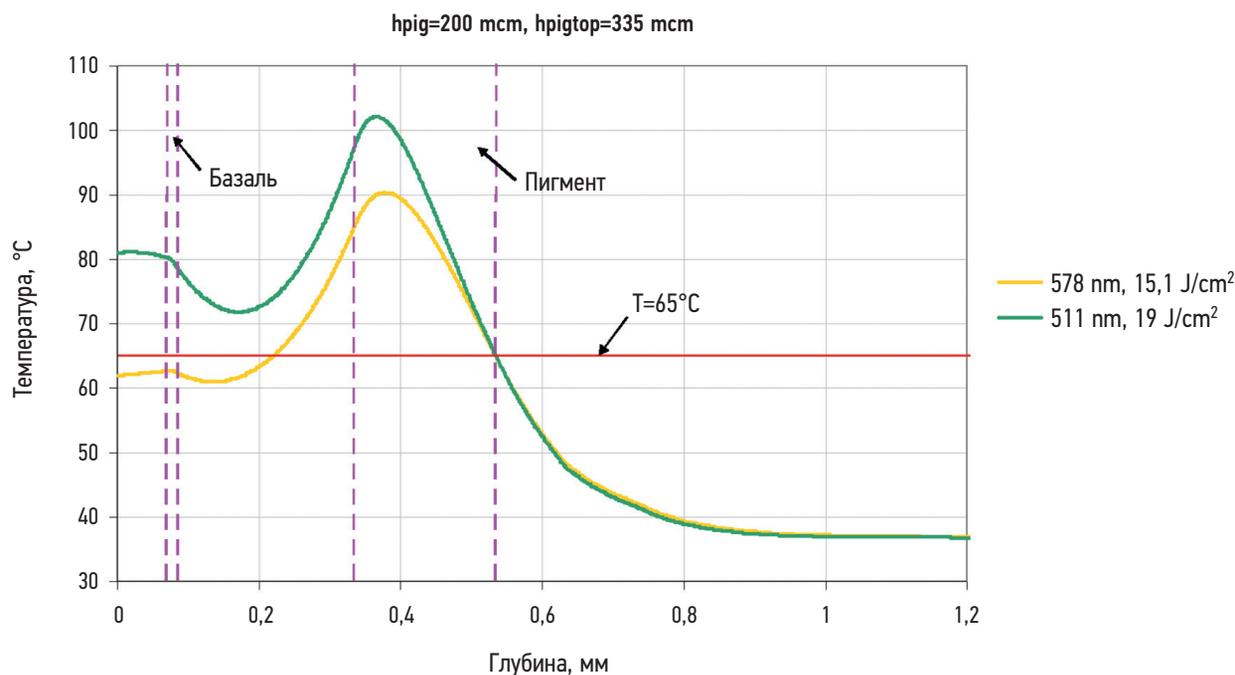


Рис. 2. Расчётные зависимости температуры от глубины в ткани кожи, содержащей пигментированный слой толщиной D_{pig} 200 мкм, расположенный на глубине 335 мкм, с содержанием меланина 15% при энергетической экспозиции (E) 19 Дж/см² на длине волны лазера на парах меди 511 нм (зелёный цвет) и 15,1 Дж/см² на длине волны 578 нм (жёлтый цвет). Длительность экспозиции принималась равной 0,2 секунды.

Fig. 2. Calculated dependences of temperature on depth in skin tissue containing a pigmented layer with a thickness of D_{pig} 200 μm , located at a depth of 335 μm , with a melanin content of 15% with fluence $E=19 \text{ J/cm}^2$ at a copper vapor laser wavelength of 511 nm (green) and at $E=15.1 \text{ J/cm}^2$ at a copper vapor laser wavelength of 578 nm (yellow). The exposure time was taken to be 0.2 s.

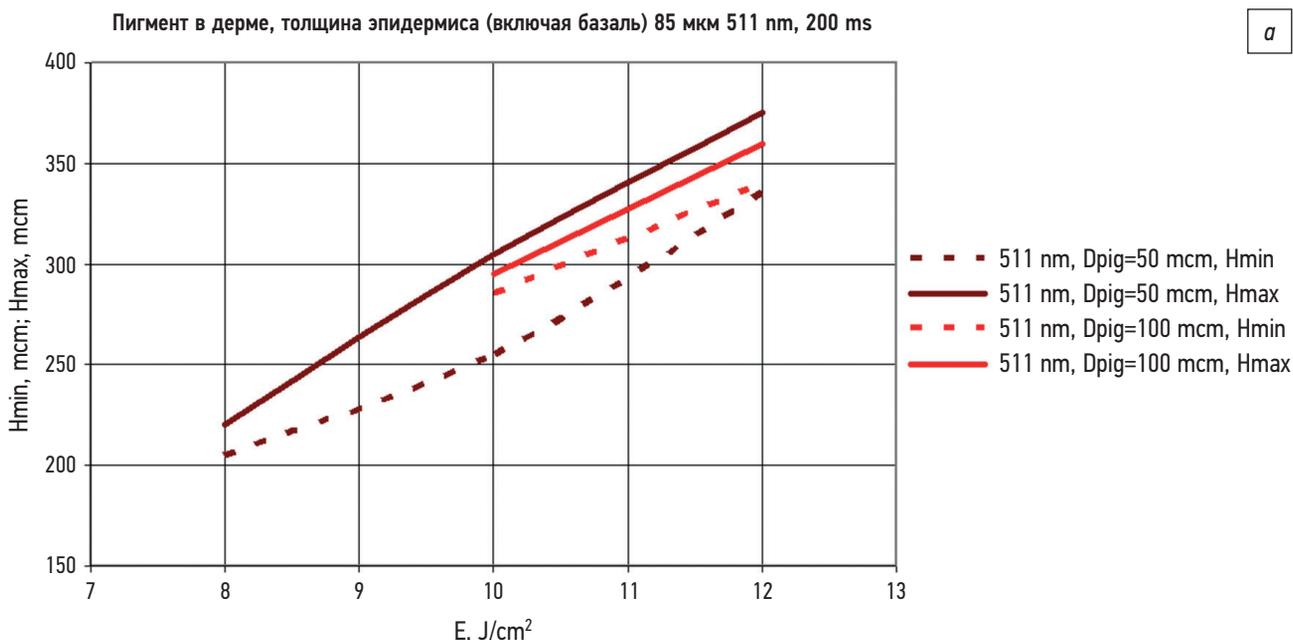


Рис. 3. Расчётные зависимости максимальной и минимальной глубины расположения пигментированного слоя в дерме (H_{max} и H_{min}), при которых пигментированный слой с содержанием меланина 15% различной толщины D_{pig} (a) может быть нагрет до температур, превышающих 65°C, без перегрева базального слоя, от энергетической экспозиции (E) на длинах волн лазера на парах меди 511 нм (зелёный цвет) и 578 нм (оранжевый цвет) (b). Длительность экспозиции принималась равной 0,2 секунды.

Fig. 3. Calculated dependences of the maximum and minimum depths of the pigmented layer in the dermis (H_{max} and H_{min}), at which the pigmented layer with a melanin content of 15% of various thicknesses (D_{pig}) (a) can be heated to temperatures exceeding 65°C without overheating the basal layer, on fluence (E) at copper vapor laser wavelengths of 511 nm (green) and 578 nm (orange) (b). The exposure duration was taken to be 0.2 s.

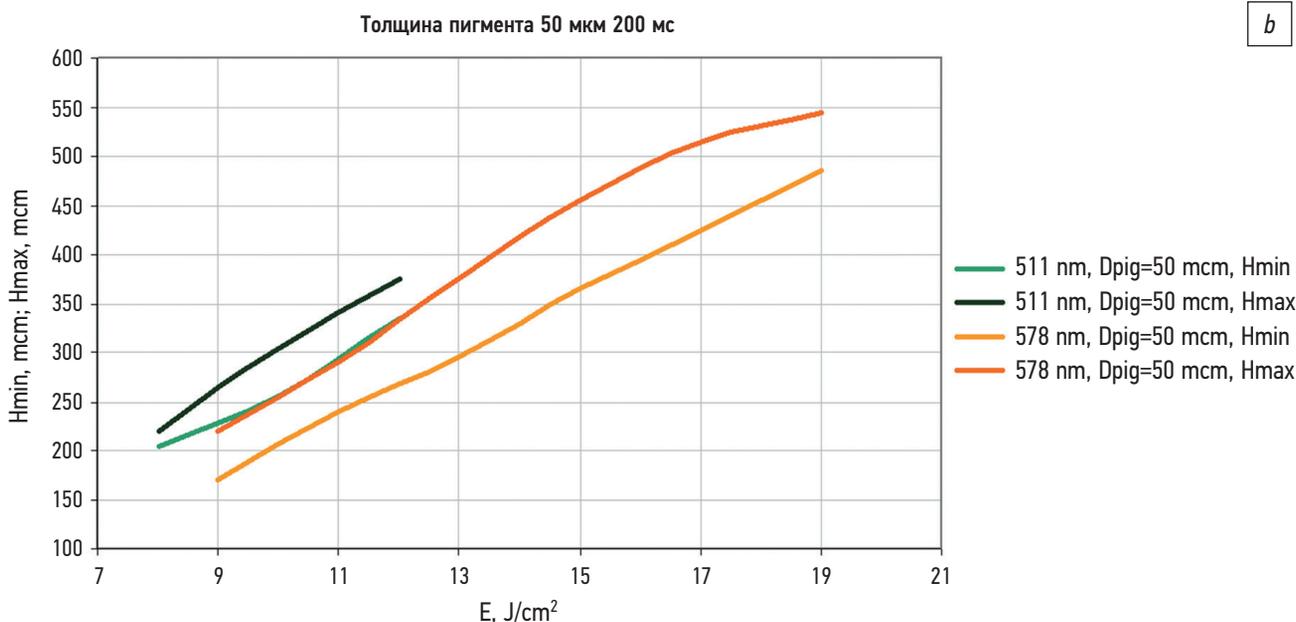


Рис. 3. Окончание.
Fig. 3. The End.

Расчёт селективного нагрева пигментированного слоя различной толщины до температур, превышающих 65°C, показал преимущества использования излучения лазера на парах меди на длине волны 578 нм по сравнению с излучением на длине волны 511 нм, которое по расчёту должно обеспечивать вдвое большую эффективную глубину и более широкий диапазон толщин пигментированного слоя, для которых может быть обеспечена его селективная фотодеструкция.

Поглощение излучения лазера на парах меди меланином выше в 10 раз по сравнению с длиной волны 1064 нм Nd:YAG лазера, поэтому селективная фотодеструкция с помощью лазера на парах меди требует меньшей энергии светового импульса, чем для лазеров ближнего инфракрасного диапазона.

Для сравнения на рис. 4 показан расчёт энергетических экспозиций излучения лазера на парах меди с длиной волны 1064 нм Nd:YAG лазера, при которых

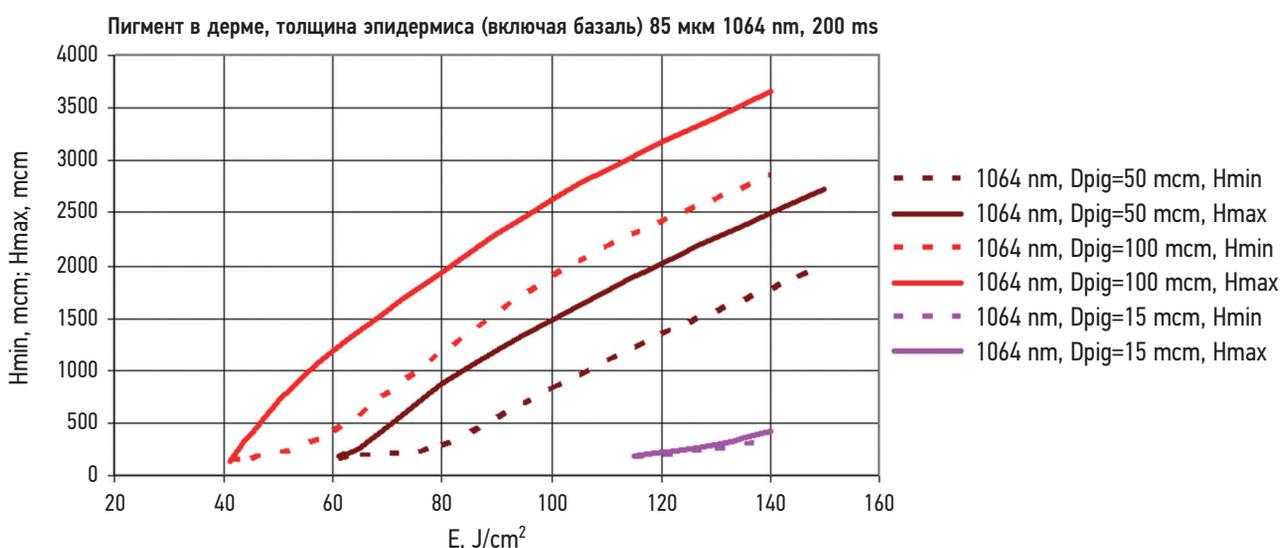


Рис. 4. Расчётные зависимости максимальной и минимальной глубин расположения пигментированного слоя в дермисе (Hmax и Hmin), при которых пигментированный слой с содержанием меланина 15% различной толщины Dpig может быть нагрет до температур, превышающих 65°C, без перегрева базального слоя, от энергетической экспозиции (E) на длине волны Nd:YAG лазера (1064 нм). Длительность экспозиции 0,2 секунды.

Fig. 4. Calculated dependences of the maximum and minimum depths of the pigmented layer in the dermis (Hmax and Hmin), at which the pigmented layer with a melanin content of 15% of various thicknesses (Dpig) can be heated to temperatures exceeding 65°C without overheating the basal layer, from the fluence (E) at the wavelength of the Nd:YAG laser (1064 nm). Exposure time is 0.2 s.

обеспечивается селективный нагрев пигментного слоя толщиной 15, 50 и 100 мкм в дерме. По сравнению с излучением лазера на парах меди, для нагрева пигментного слоя излучением Nd:YAG лазера требуются в 5–10 раз большие значения энергетических экспозиций.

Согласно расчёту, излучение лазера на парах меди обеспечивает селективный нагрев пигментного слоя на глубине менее 600 мкм, что соответствует толщине кожи в периорбитальной области. В то же время Nd:YAG лазер за счёт более высокой проникающей способности обеспечивает селективный нагрев пигментного слоя на глубине до 3,5 мм, что превышает толщину кожи и века в периорбитальной области и может представлять опасность для органа зрения.

Таким образом, лазер на парах меди представляется более безопасным вариантом воздействия в области лица по сравнению с лазером Nd:YAG из-за малой эффективной глубины рассеивания тепла, соответствующей толщине кожи в области лица, и является более оптимальным вариантом лечения по сравнению с лазерами ближнего инфракрасного диапазона, такими как Nd:YAG и диодные лазеры.

Этическая экспертиза

Настоящее исследование проведено в соответствии с принципами клинической практики (Good Clinical Practice). От всех пациентов получено информированное согласие на участие в исследовании на основании этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для врачей, занимающихся биомедицинскими исследованиями с участием людей». Исследование «Лечение эпидермальных меланоцитарных невусов лазером на парах меди» одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России (протокол № 7 от 07.10.2020).

Статистический анализ

Данные, полученные при анализе демографических характеристик и размеров невусов, представлены как медиана и межквартильный интервал.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета программ IBM SPSS Statistics 21.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

В результате обследования у всех 35 пациентов (возраст от 14 до 65 лет, медиана 34 [28–45] года) установлен диагноз пигментного невуса.

Дерматоскопический индекс не превышал 4,75, что соответствует диагнозу доброкачественного меланоцитарного новообразования.

При гистологическом исследовании распределение во всей группе было следующим: внутридермальный

пигментный невус — у 9 (25,7%) пациентов, пограничный невус — у 6 (17,1%), смешанный невус — у 20 (57,1%).

Среди участников исследования преобладали женщины — 28 (80%); мужчин было 7 (20%). В группе обследуемых пациентов преобладала локализация пигментных невусов на лице — у 29 (82,9%), в области головы — у 6 (17,1%).

Врождённые пигментные невусы выявлены у 18 (51,4%) пациентов, приобретённые невусы — у 17 (48,6%). У 15 (42,9%) пациентов с врождённым невусом в анамнезе отмечен рост образования в период полового созревания.

У всех осмотренных больных размер невусов варьировал от 5 мм до 45 мм. Преобладали невусы размером до 10 мм — в 24 случаях, что составило 68,6%; у 1 (2,9%) пациентки обнаружен очаг меланоцитарного невуса в области левой мочки уха размером 30 мм, у 5 (14,3%) — в области верхнего века до 14 мм; у 3 (8,6%) — в области нижнего века до 35 мм, у 2 (5,7%) пациентов наблюдались невусы размером до 45 мм в области волосистой части головы.

Клинический профиль пациентов отражён в табл. 1.

Основные результаты исследования

В результате проведённой дерматоскопии у всех 35 пациентов выявлены признаки, характерные для доброкачественных пигментных образований (табл. 2). Среди элементов преобладали типичная пигментная сеть (30; 85,7%) и глобулы (у 33 невусов; 94,3%).

Приводим примеры дерматоскопической картины невусов (рис. 5, 6).

Данные, полученные в результате многоэтапного клинического обследования пациентов с пигментным невусом, свидетельствуют о высокой информативности использованного нами алгоритма диагностики.

Показанием к лечению у всех пациентов служило наличие постоянной инсоляции и травматизации пигментного невуса в анамнезе как фактора риска развития меланомы. Для иллюстрации процесса лечения приводим описание двух клинических случаев лечения меланоцитарных невусов сложной анатомической локализации с помощью лазера на парах меди.

Клинический случай 1. Пациентка С., 29 лет. Больна с рождения, когда родители отметили наличие тёмных участков кожи в области верхнего и нижнего века слева, при этом очаги постепенно увеличивались (рис. 7). К 5 годам жизни очаг локализовался в области верхнего и нижнего века левого глаза. Отмечался медленный рост, после 16 лет очаги невуса больше не увеличивались.

В ноябре 2021 года пациентка обратилась на кафедру дерматовенерологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России с целью удаления невуса, который доставлял косметические неудобства.

При обследовании: основной патологический очаг локализуется в области нижнего века, захватывая область

Таблица 1. Клинический профиль пациентов

Table 1. Clinical profile of patients

Пациент, №	Возраст, лет	Пол	Невус			Кол-во сеансов	Результат лечения, балл
			Локализация	Кол-во	Размер, мм		
1	28	ж	в/ч головы	1	45	3	5
2	23	ж	в/ч головы	2	45	3	5
3	45	м	ушная раковина	1	8	2	4
4	60	ж	нос	1	6	1	5
5	20	ж	нос	1	5	1	5
6	41	ж	область подбородка	2	5	1	4
7	45	м	лоб	2	8	2	5
8	22	ж	нос	1	6	1	5
9	65	м	в/ч головы	2	8	1	5
10	58	ж	нос	1	8	1	5
11	35	ж	области верхнего века	1	14	2	4
12	34	ж	нос	1	6	1	5
13	52	ж	губы и периоральная область	1	5	1	4
14	25	м	области верхнего века	1	12	1	5
15	14	ж	ушная раковина, мочки уха	1	30	4	4
16	24	ж	область подбородка	2	8	1	5
17	31	м	области верхнего века	1	12	1	5
18	28	ж	лоб	2	6	1	5
19	45	ж	щёки	2	5	1	4
20	32	ж	в/ч головы	2	9	2	4
21	40	ж	щёки	1	5	1	5
22	25	ж	губы и периоральная область	1	7	1	5
23	22	ж	область подбородка	1	6	2	5
24	38	м	в/ч головы	2	8	1	4
25	34	ж	область нижнего века	1	35	2	4
26	38	м	область верхнего века	1	11	1	4
27	31	ж	губы и периоральная область	1	5	1	5
28	46	ж	область нижнего века	1	35	1	4
29	31	ж	нос	1	7	1	5
30	32	ж	область подбородка	1	5	1	4
31	30	ж	губы и периоральная область	1	5	1	5
32	42	ж	лоб	2	6	1	5
33	50	ж	в/ч головы	3	8	1	5
34	48	ж	область верхнего века	1	12	1	4
35	29	ж	область нижнего века	1	30	1	4
Итого	-	-	-	У 24 — по 1 У 10 — по 2 невуса У 1 — 3	-	-	21 — «5» 14 — «4»
Me [25; 75]	34 [28; 45]	-	-	-	[6; 12]	1,37±0,73	-

Примечание. в/ч — волосистая часть.

Note. в/ч — pilosebaceous part.

Таблица 2. Дерматоскопические признаки невусов**Table 2.** Dermoscopic features of nevi

Показатель	Пациенты n=35 (%)
Границы:	
• чёткость границ	35 (100)
• резкий обрыв пигментации	-
Цвет:	
• один цвет	12 (34,3)
• два цвета	19 (54,3)
• полихромия (3 цвета)	4 (11,4)
Признак:	
• типичная пигментная сеть (ретикулярная)	30 (85,7)
• атипичная пигментная сеть	-
• негативная пигментная сеть («булыжная мостовая»)	5 (14,3)
• гомогенная область	33 (94,3)
• глобулы	2 (5,7)
• псевдоподии (очаговый характер)	-



Рис. 5. Диагноз: «Сложный невус области щеки» (а). Дерматоскопия: паттерн по типу булыжной мостовой в центральной части образования, гомогенные участки коричневого цвета в центральной части, ретикулярный паттерн по периферии (b).
Fig. 5. Diagnosis: Complex nevus of the cheek area (a). Dermoscopy: cobblestone pattern in the central part of the nevus, reticular pattern along the periphery, homogeneous brown areas in the central part (b).



Рис. 6. Диагноз: «Внутридермальный невус крыла носа» (а). Дерматоскопия (×10): паттерн по типу булыжной мостовой, в центральной части — зона гипопигментации (b).
Fig. 6. Diagnosis: Intradermal nevus of the nasal wing (a). Dermoscopy (×10): cobblestone pattern, round in the central part zone of hypopigmentation (b).

роста ресниц с переходом на внутреннюю часть века, в виде папул светло- и тёмно-коричневого цвета размером 3×1 см, а также в области верхнего века в виде светло-коричневых пятен.

По заключению онкологов — врождённый меланоцитарный сложный невус.

Проведена дерматоскопическая диагностика (область верхнего века): гомогенное строение, коричневый пигмент распределён неравномерно, участки бледно-коричневого/коричневого цвета (рис. 8).

Диагноз: «Врождённый сложный невус».

Дифференциальный диагноз. Сложный невус дифференцируют по клиническим признакам с невусом сальных желёз, себорейным кератозом, пигментной формой базалиомы, невусом Шпица, диспластическим невусом.

Лечение. Проведена лазеротерапия невуса в области нижнего века аппаратом лазерным на парах меди при соотношении мощностей на длинах волн 511 нм и 578 нм 3:2. Средняя мощность 0,74 Вт, длительность экспозиции



Рис. 7. Пациентка С., 29 лет, врождённый сложный невус в области левого верхнего и нижнего века до лечения.

Fig 7. Female С., 29 years old, congenital complex melanocytic nevus in the left upper and lower eyelid area before treatment.



Рис. 8. Дерматоскопия (×10), проведённая до лечения: однородное строение, коричневый пигмент распределён неравномерно, участки бледно-коричневого/коричневого цвета.

Fig. 8. Dermoscopy (×10) performed before treatment: homogeneous structure, brown pigment distributed unevenly with areas of pale brown/brown color.

0,2 секунды. Лазерные импульсы позволили селективно нагреть пигмент с его последующим разрушением (рис. 9). Нагрев тканей вызвал изменение цвета невуса до тёмно-серого. В ходе процедуры лазерной обработки тампоном, смоченным в гипертоническом растворе, удалялся верхний пигментированный слой кожи, который изменил цвет. Обработка лазером производилась до отсутствия пигментации в области обработки под дерматоскопическим контролем (рис. 10).

Осмотр пациентки через 6 месяцев после лечения: патологический очаг удалён полностью — пигмента (невуса) не отмечается. Рубцовых изменений нет (рис. 11). Пациентка находилась под наблюдением в течение 1,5 лет — рецидива не отмечено.

Клинический случай 2. Пациентка А., 14 лет, больна с рождения, когда родители заметили наличие тёмного участка кожи в области мочки левого уха (рис. 12). Отмечался медленный рост, согласно возрастным изменениям. После 12 лет очаг невуса не увеличивался и не изменялся по цвету, иногда травмировался. В октябре 2020 года



Рис. 9. Состояние кожи сразу после лазеротерапии невуса в области левого нижнего века: лазерные импульсы позволили селективно нагреть пигмент с его последующим разрушением.

Fig. 9. Immediately after a copper vapor laser treatment with a power ratio at wavelengths of 511 nm and 578 nm (3:2). Average power: 0.74 W; exposure time: 0.2 sec. Laser pulses heat the pigment selectively, resulting in its subsequent destruction.

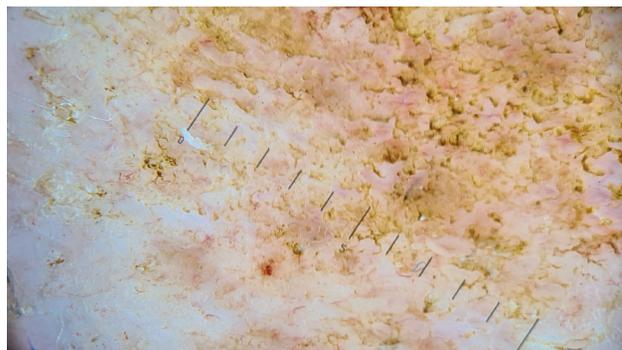


Рис. 10. Дерматоскопия (×10) сразу после лазерного воздействия: селективный нагрев тканей лазерным излучением вызвал изменение цвета невуса до тёмно-серого.

Fig. 10. Dermoscopy (×10) immediately after laser treatment: selective heating of tissues with laser radiation caused the color of the nevus to change to a dark gray.



Рис. 11. Через 6 месяцев после лечения: патологический очаг удалён полностью; рубцовых изменений нет.

Fig. 11. Six months after treatment: the pathological focus was completely removed; there are no scar changes.



Рис. 12. Пациентка А., 14 лет, врождённый меланоцитарный невус в области мочки левого уха до лечения (первый этап). В нижней части имеется небольшой очаг (5 мм) светлой кожи — этап пробного лечения.

Fig. 12. Female A., 14 years old, congenital melanocytic nevus in the area of the left earlobe (before the main treatment, the first stage). There is a small area of light skin in the lower part — trial treatment stage (5 mm).

пациентка обратилась на кафедру дерматовенерологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России с целью удаления невуса, который доставлял косметические неудобства.

При обследовании: основной патологический очаг локализуется в области мочки левого уха в виде пятна светло- и тёмно-коричневого цвета размером 3×2 см с незначительным ростом волос.

По заключению онкологов — врождённый меланоцитарный невус.

Проведена дерматоскопическая диагностика: паттерн по типу булыжной мостовой, в центре — травмированная область (рис. 13).

Диагноз: «Врождённый меланоцитарный невус».

Дифференциальный диагноз: врождённый меланоцитарный невус дифференцируют по клиническим признакам с невусом сальных желёз, себорейным кератозом, пигментной формы базалиомой, невусом Шпица, диспластическим невусом.

Лечение. Проведено четыре сеанса лечения с интервалом 1 месяц, каждый очаг размером 1 см² был обработан однократно. Этапы лечения представлены на рис. 14–17. Проведена лазеротерапия невуса в области левой мочки уха аппаратом лазерным на парах меди при соотношении мощностей на длинах волн 511 нм и 578 нм 3:2. Средняя



Рис. 13. Дерматоскопия (×10): паттерн по типу булыжной мостовой, глобулы, в центре — травмированная область (гомогенный сосудистый компонент). Состояние до основного лечения (первый этап).

Fig. 13. Dermoscopy (×10): cobblestone pattern, with the injured area in the center (homogeneous vascular component). Before the main treatment.

мощность 0,76 Вт, длительность экспозиции 0,2 секунды. Лазерные импульсы позволили селективно нагреть пигмент с его последующим разрушением. Нагрев тканей вызвал изменение цвета невуса до серого. В ходе процедуры лазерной обработки тампоном, смоченным в гипертоническом растворе, удалялся верхний пигментированный слой кожи, который изменил цвет. Обработка лазером производилась до отсутствия пигментации в области обработки под дерматоскопическим контролем (см. рис. 15).

Осмотр пациентки через 6 месяцев после лечения: патологический очаг удалён полностью, пигмента (невуса) не отмечается. Рубцовых изменений нет. Отмечается

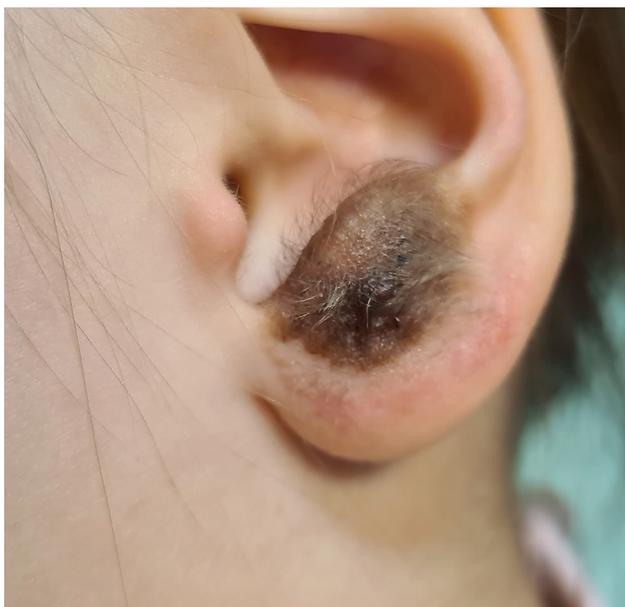


Рис. 14. После второго этапа лечения лазером на парах меди: очаг уменьшился на 30%, кожа приобрела естественный вид, без рубцов.

Fig. 14. After the second stage of laser treatment: the lesion decreased by 30%, and the skin acquired a natural appearance without scars.



Рис. 15. Дерматоскопия (×10) после второго этапа лечения лазером на парах меди: отмечается отсутствие пигмента, глобул; имеются белые чешуйки, диффузный сосудистый компонент.

Fig. 15. Dermatoscopy (×10) after the second stage of copper vapor laser treatment: there is an absence of pigment, globules, white scales, and a diffuse vascular component.



Рис. 16. Четвёртый этап лечения: вид образования сразу после лазеротерапии.

Fig. 16. The fourth stage of treatment: immediately after laser therapy.



Рис. 17. Через 4 месяца после лечения: отмечается здоровая кожа, без рубца, сохраняется только рост волос.

Fig. 17. After treatment, in 4 months: healthy skin is noted; without a scar, only hair growth is preserved.

сохранение роста волос (см. рис. 17). Пациентка находилась под наблюдением в течение 1,5 лет — рецидива не выявлено.

Таким образом, для лечения пациентов потребовалось от 1 до 5 сеансов с интервалом 1 месяц. Лечение меланоцитарных невусов в области лица двухволновым

излучением лазера на парах меди позволило полностью удалить у всех пациентов меланоцитарные невусы без формирования рубцов (см. табл. 1). Большинство пациентов ($n=26$) были излечены за 1 сеанс, 6 — за 2 сеанса, 2 — за 3 сеанса, одной пациентке потребовалось 4 сеанса.

Все пациенты после лечения наблюдались в течение 2 лет, рецидивов не отмечено.

ОБСУЖДЕНИЕ

С начала медицинского использования лазеров для лечения меланоцитарных невусов применялись различные типы устройств.

Абляционные лазеры (CO₂ и Er:YAG) продемонстрировали высокий риск образования рубцов, что является неприемлемым для работы в периорбитальной области [13, 14].

Применение лазеров, которые могут селективно воздействовать на пигмент согласно принципу селективного фототермолиза, обеспечило успешные результаты лечения с более низкой частотой осложнений. В этом случае селективность воздействия на пигмент лазерным импульсом зависит от выбора длины волны, которая должна соответствовать спектру поглощения меланина (целевого хромофора пигмента), и длительности импульса.

В область высокого поглощения меланина попадают длины волн импульсного лазера на красителе, вторая гармоника Nd:YAG с модуляцией добротности на длине волны 532 нм, лазеры ближнего инфракрасного диапазона (двухволновый, Nd:YAG). Поскольку поглощение меланина на длине волны лазера на парах меди 511 нм или второй гармоники Nd:YAG с модуляцией добротности на длине волны 532 нм более чем в 10 раз выше поглощения на длине волны 1064 нм Nd:YAG лазера, излучение лазера на парах меди обеспечивает большую селективность нагрева.

Важным условием селективности является минимизация теплового воздействия на окружающую ткань, что требует выбора оптимальной длительности лазерного светового импульса. Необходимо использовать лазер с длительностью импульса, меньшей или равной времени термической релаксации мишени-пигмента, которое зависит от её геометрического размера и составляет от 0,25 мкс до 1,00 мкс для меланосомы и до 0,1 мс (100 мксек) для меланоцита. Поскольку в меланоцитарном невусе кроме отдельных меланоцитов наблюдаются также скопления меланоцитов в виде кластеров размером около 100 мкм, что соответствует времени термической релаксации около 10 мс, для лечения меланоцитарных невусов необходимо одновременное использование миллисекундного и наносекундного режима лазерного воздействия [15].

Несмотря на полученные успешные результаты, лечение с помощью рубиновых, александритовых и Nd:YAG лазеров с модуляцией добротности и длительностью импульса наносекундного диапазона зачастую приводило к рецидивам. Например, пациенты с меланоцитарными невусами получали только частичное излечение при использовании рубинового лазера, при этом у большинства пациентов через несколько месяцев отмечался рецидив в виде повторной пигментации [16].

Гистологические исследования показали, что рецидивы после лечения рубиновым лазером с модуляцией добротности и Nd:YAG лазером связаны с неполным разрушением невомеланоцитов [17]. Кроме того, использование лазеров ближнего инфракрасного диапазона (Nd:YAG, александритовый, рубиновый) в периорбитальной области представляет опасность для органа зрения [6].

Для эффективного лечения пациентов с меланоцитарными невусами необходим выбор лазера с максимальной селективностью для разрушения меланоцитов, обеспечивающий одновременное использование миллисекундного и наносекундного режима лазерного воздействия, и при этом безопасный для работы в периорбитальной области. Такой комбинированный режим воздействия обеспечивает излучение лазера на парах меди на длинах волн 511 нм и 578 нм, состоящее из коротких наносекундных импульсов длительностью 20 нс и пиковой мощностью до нескольких кВт, из которых для воздействия на кожу формируется затвором цуг световых импульсов длительностью 50–200 мс. Согласно результатам, полученным в нашем исследовании, лазер на парах меди у всех пациентов обеспечивал успешное излечение меланоцитарных невусов без побочных эффектов и рецидивов. В то же время данные оптической когерентной томографии указывают на двукратное превышение васкуляризации в области меланоцитарных невусов [18]. В работах [19, 20] установлена взаимосвязь между подлежащей сосудистой сетью и гиперпигментацией, поэтому лазерное воздействие на сосудистый компонент пигментированного поражения может предотвратить рецидивы после лазерного лечения.

Индукция меланогенеза эндотелиальными клетками указывает на целесообразность ремоделирования сосудистой сети, связанной с гиперпигментацией, для предотвращения рецидива [21]. В этой связи излучение лазера на парах меди на длине волны 578 нм может быть эффективно использовано для селективной фотодеструкции диспластических сосудов в области демонстрирующего повышенную васкуляризацию меланоцитарного невуса с целью предотвращения рецидивов [7, 21, 22].

Таким образом, применение двухволнового излучения лазера на парах меди для лечения меланоцитарных невусов в периорбитальной области позволило восстановить нормальную структуру кожи без рецидивов на протяжении всего периода наблюдения. Побочных эффектов после процедуры (эритема, кровотечение, рубцевание или гиперпигментация) не наблюдалось.

Ограничения исследования

Для установления оптимального соотношения мощностей лазерного излучения на зелёной (511 нм) и жёлтой (578 нм) длинах волн необходимы дальнейшие исследования, включающие большее количество пациентов с различным фототипом кожи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показали результаты проведённого численного моделирования, излучение лазера на парах меди может обеспечивать селективный нагрев пигментного слоя толщиной от 15 мкм до 100 мкм на глубине, соответствующей толщине кожи в периорбитальной области, и является более оптимальным вариантом лечения по сравнению с лазерами ближнего инфракрасного диапазона, такими как Nd:YAG и диодные. Мы связываем клинические результаты, полученные нами при лечении меланоцитарных невусов двухволновым излучением лазера на парах меди, с высокой селективностью нагрева пигмента и ремоделированием связанного с пигментацией сосудистого русла.

Таким образом, двухволновое излучение лазера на парах меди позволяет эффективно и безопасно лечить меланоцитарные невусы сложной анатомической локализации, особенно в периорбитальной области, без побочных эффектов (эритемы, рубцевания, репигментации и нарушения функции век) за счёт того, что не проникает в глубокие слои дермы и не перегревает стволовые клетки дермы, что необходимо для эффективного заживления кожи после лазерного воздействия. Применение лазера на парах меди обеспечивает безопасность лазерного воздействия, в том числе периорбитальной области, и сокращает сроки реабилитации после лазерной процедуры за счёт фотодеструкции тканей, меланосом и микрососудистого русла на глубине, не превышающей толщину дермы.

Высокая эффективность и безопасность применения двухволнового излучения лазера на парах меди для лечения меланоцитарных невусов сложной локализации, в том числе в периорбитальной области, открывает новые возможности для его использования в дерматологии и офтальмологии.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yus E.S., del Cerro M., Simón R.S., et al. Unna's and Miescher's nevi: Two different types of intradermal nevus. Hypothesis concerning their histogenesis // *Am J Dermatopathol*. 2007. Vol. 29, N 2. P. 141–151. doi: 10.1097/dad.0b013e31803325b2
2. Witt C., Kregel S. Clinical and epidemiological aspects of subtypes of melanocytic nevi (Flat nevi, Miescher nevi, Unna nevi) // *Dermatol Online J*. 2010. Vol. 16, N 1. P. 1. doi: 10.5070/d39bh0r2t8
3. Карымов О.Н., Калашникова С.А., Соловьева И.О., Полякова Л.В. Гистотопографические особенности строения кожи

Вклад авторов. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: И.В. Пономарев, С.В. Ключарева — концепция и дизайн исследования; С.Б. Топчий, С.В. Ключарева, М.В. Сахарова, А.Е. Пушкарева — сбор и обработка материала; И.В. Пономарев — написание текста; С.В. Ключарева — редактирование.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты добровольно подписали информированное согласие на публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Российский журнал кожных и венерических болезней», а также на передачу электронной копии подписанной формы информированного согласия сотрудникам редакции журнала.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. I.V. Ponomarev, S.V. Kluchareva — the concept and design of the study; S.B. Topchiy, S.V. Kluchareva, M.V. Sakharova, A.E. Pushkareva — collection and interpreting the data; I.V. Ponomarev — drafting the manuscript; S.V. Kluchareva — revising the manuscript.

Consent for publication. The patients' voluntarily signed an informed consent for the publication of personal medical information in anonymised form in the Russian Journal of Skin and Venereal Diseases, as well as for the transfer of an electronic copy of the signed informed consent form to the journal's editorial staff.

- лица // *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2017. Т. 6, № 1. С. 29–32. EDN: YHCSAD doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-1-29-32
4. Яровой А.А., Шацких А.В., Булгакова Е.С., Кривовяз О.С. Результаты хирургического лечения меланоцитарных невусов кожи век // *Российский офтальмологический журнал*. 2014. Т. 7, № 1. С. 53–57. EDN: RYGUAH
5. Zhu L., Jia Y., Wang X. Treatment of eyelid nevus with CO2 laser: A double-edged sword // *J Dermatol Treatment*. 2015. Vol. 26, N 3. P. 257–258. doi: 10.3109/09546634.2014.945894

6. Parver D.L., Dreher R.J., Kohanim S., et al. Ocular injury after laser hair reduction treatment to the eyebrow // *Arch Ophthalmol*. 2012. Vol. 130, N 10. P. 1330–1334. doi: 10.1001/archophthalmol.2012.1988
7. Pushkareva A.E., Ponomarev I.V., Isaev A.A., Klyuchareva S.V. Numerical investigation of vessel heating using a copper vapor laser and a pulsed dye laser in treating vascular skin lesions // *Laser Physics*. 2018. Vol. 28, N 2. P. 025604. doi: 10.1088/1555-6611/aa8cdb
8. Пономарев И.В., Топчий С.Б., Пушкарева А.Е., и др. Лечение врожденных меланоцитарных невусов у детей двухволновым излучением лазера на парах меди // *Вестник дерматологии и венерологии*. 2020. Т. 96, № 3. С. 43–52. EDN: SAWUUI doi: 10.25208/vdv1133
9. Ponomarev I.V., Topchiy S.B., Andrusenko Y.N., Shakina L.D. The successful treatment of eyelid intradermal melanocytic nevi (Nevus of Miescher) with the dual-wavelengths copper vapor laser // *J Lasers Med Sci*. 2021. Vol. 12, N 1. P. e23 doi: 10.34172/jlms.2021.23
10. Argenziano G., Soyer H.P., Chimenti S., et al. Dermoscopy of pigmented skin lesions: Results of a consensus meeting via the Internet // *J Am Acad Dermatol*. 2003. Vol. 48, N 5. P. 679–693. doi: 10.1067/mjd.2003.281
11. Argenziano G., Soyer H.P. Dermoscopy of pigmented skin lesions: A valuable tool for early // *Lancet Oncol*. 2001. Vol. 2, N 7. P. 443–449. doi: 10.1016/s1470-2045(00)00422-8
12. Sakai H., Ando Y., Ikinaga K., Tanaka M. Estimating melanin location in the pigmented skin lesions by hue-saturation-lightness color space values of dermoscopic images // *J Dermatol*. 2017. Vol. 44, N 5. P. 490–498. doi: 10.1111/1346-8138.13725
13. Bray F.N., Shah V., Nouri K. Laser treatment of congenital melanocytic nevi: A review of the literature // *Lasers Med Sci*. 2016. Vol. 31. P. 197–204. doi: 10.1007/s10103-015-1833-3
14. Gu Y., Chang S.J., Ma G., et al. Treatment of congenital melanocytic nevi in the eyelid and periorbital region with ablative

- lasers // *Ann Plastic Surg*. 2019. Vol. 83, N 4S. P. S65–S69. doi: 10.1097/sap.0000000000002094
15. Sardana K., Chakravarty P., Goel K. Optimal management of common acquired melanocytic nevi (moles): Current perspectives // *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2014. Vol. 7. P. 89–103. doi: 10.2147/ccid.s57782
16. Helsing P., Mørk G., Sveen B. Ruby laser treatment of congenital melanocytic naevi: A pessimistic view // *Acta Derm Venereol*. 2006. Vol. 86, N 3. P. 235–237. doi: 10.2340/00015555-0041
17. Grevelink J.M., van Leeuwen R.L., Anderson R.R., Byers H.R. Clinical and histological responses of congenital melanocytic nevi after single treatment with Q-switched lasers // *Arch Dermatol*. 1997. Vol. 133, N 3. P. 349–353. doi: 10.1001/archderm.133.3.349
18. Ulrich M., Themstrup L., de Carvalho N., et al. Dynamic optical coherence tomography in dermatology // *Dermatology*. 2016. Vol. 232, N 3. P. 298–311. doi: 10.1159/000444706
19. Hasegawa K., Fujiwara R., Sato K., et al. Increased blood flow and vasculature in solar lentigo // *J Dermatol*. 2016. Vol. 43, N 10. P. 1209–1213. doi: 10.1111/1346-8138.13458
20. Hara Y., Yamashita T., Ninomiya M., et al. Vascular morphology in facial solar lentigo assessed by optical coherence tomography angiography // *J Dermatol Sci*. 2021. Vol. 102, N 3. P. 193–195. doi: 10.1016/j.jdermsci.2021.04.001
21. Regazzetti C., de Donatis G.M., Ghorbel H.H., et al. Endothelial cells promote pigmentation through endothelin receptor B activation // *J Investig Dermatol*. 2015. Vol. 135, N 12. P. 3096–3104. doi: 10.1038/jid.2015.332
22. Ключарева С.В., Пономарев И.В., Топчий С.Б., и др. Лечение базальноклеточного рака кожи // *Вестник дерматологии и венерологии*. 2018. Т. 94, № 6. С. 15–21. EDN: ZCPWTJ doi: 10.25208/0042-4609-2018-94-6-15-21

REFERENCES

1. Yus ES, del Cerro M, Simón RS, et al. Unna's and Miescher's nevi: Two different types of intradermal nevus. Hypothesis concerning their histogenesis. *Am J Dermatopathol*. 2007;29(2):141–151. doi: 10.1097/dad.0b013e31803325b2
2. Witt C., Krenzel S. Clinical and epidemiological aspects of subtypes of melanocytic nevi (Flat nevi, Miescher nevi, Unna nevi). *Dermatol Online J*. 2010;16(1):1. doi: 10.5070/d39bh0r2t8
3. Karymov ON, Kalashnikova SA, Solov'yeva IO, Polyakova LV. Histotopographic features of facial skin structure. *J Anatomy Histopathology*. 2017;6(1):29–32. EDN: YHCSAD doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-1-29-32
4. Yarovoy AA, Shatskikh AV, Bulgakova ES, Krivoviyaz OS. Results of surgeries for melanocytic nevi of eyelid skin. *Russ Ophtholmog J*. 2014;7(1):53–57. EDN: RYGUAH
5. Zhu L, Jia Y, Wang X. Treatment of eyelid nevus with CO2 laser: A double-edged sword. *J Dermatol Treatment*. 2015;26(3):257–258. doi: 10.3109/09546634.2014.945894
6. Parver DL, Dreher RJ, Kohanim S, et al. Ocular injury after laser hair reduction treatment to the eyebrow. *Arch Ophthalmol*. 2012;130(10):1330–1334. doi: 10.1001/archophthalmol.2012.1988
7. Pushkareva AE, Ponomarev IV, Isaev AA, Klyuchareva SV. Numerical investigation of vessel heating using a copper vapor laser and a pulsed dye laser in treating vascular skin lesions. *Laser Physics*. 2018;28(2):025604. doi: 10.1088/1555-6611/aa8cdb
8. Ponomarev IV, Topchy SB, Pushkareva AE, et al. Treatment of congenital melanocytic nevus in infants and children by a dual-wavelengths copper vapor laser. *Vestnik dermatologii i venerologii*. 2020;96(3):43–52. EDN: SAWUUI doi: 10.25208/vdv1133
9. Ponomarev IV, Topchiy SB, Andrusenko YN, Shakina LD. The successful treatment of eyelid intradermal melanocytic nevi (Nevus of Miescher) with the dual-wavelengths copper vapor laser. *J Lasers Med Sci*. 2021;12(1):e23 doi: 10.34172/jlms.2021.23
10. Argenziano G, Soyer HP, Chimenti S, et al. Dermoscopy of pigmented skin lesions: Results of a consensus meeting via the Internet. *J Am Acad Dermatol*. 2003;48(5):679–693. doi: 10.1067/mjd.2003.281
11. Argenziano G, Soyer HP. Dermoscopy of pigmented skin lesions: A valuable tool for early. *Lancet Oncol*. 2001;2(7):443–449. doi: 10.1016/s1470-2045(00)00422-8
12. Sakai H, Ando Y, Ikinaga K, Tanaka M. Estimating melanin location in the pigmented skin lesions by hue-saturation-lightness color space values of dermoscopic images. *J Dermatol*. 2017;44(5):490–498. doi: 10.1111/1346-8138.13725
13. Bray FN, Shah V, Nouri K. Laser treatment of congenital melanocytic nevi: A review of the literature. *Lasers Med Sci*. 2016;(31):197–204. doi: 10.1007/s10103-015-1833-3

14. Gu Y, Chang SJ, Ma G, et al. Treatment of congenital melanocytic nevi in the eyelid and periorbital region with ablative lasers. *Ann Plastic Surg.* 2019;83(4S):S65–S69. doi: 10.1097/sap.0000000000002094
15. Sardana K, Chakravarty P, Goel K. Optimal management of common acquired melanocytic nevi (moles): Current perspectives. *Clin Cosmet Invest Dermatol.* 2014;(7):89–103. doi: 10.2147/ccid.s57782
16. Helsing P, Mørk G, Sveen B. Ruby laser treatment of congenital melanocytic naevi: A pessimistic view. *Acta Derm Venereol.* 2006;86(3):235–237. doi: 10.2340/00015555-0041
17. Grevelink JM, van Leeuwen RL, Anderson RR, Byers HR. Clinical and histological responses of congenital melanocytic nevi after single treatment with Q-switched lasers. *Arch Dermatol.* 1997;133(3):349–353. doi: 10.1001/archderm.133.3.349
18. Ulrich M, Themstrup L, de Carvalho N, et al. Dynamic optical coherence tomography in dermatology. *Dermatology.* 2016;232(3):298–311. doi: 10.1159/000444706
19. Hasegawa K, Fujiwara R, Sato K, et al. Increased blood flow and vasculature in solar lentigo. *J Dermatol.* 2016;43(10):1209–1213. doi: 10.1111/1346-8138.13458
20. Hara Y, Yamashita T, Ninomiya M, et al. Vascular morphology in facial solar lentigo assessed by optical coherence tomography angiography. *J Dermatol Sci.* 2021;102(3):193–195. doi: 10.1016/j.jdermsci.2021.04.001
21. Regazzetti C, de Donatis GM, Ghorbel HH, et al. Endothelial cells promote pigmentation through endothelin receptor B activation. *J Invest Dermatol.* 2015;135(12):3096–3104. doi: 10.1038/jid.2015.332
22. Klyuchareva SV, Ponomarev IV, Topchy SB, et al. Treatment of basal cell cancer in the periorbital area using a pulsed copper vapour. *Vestnik dermatologii i venerologii.* 2018;94(6):15–21. EDN: ZCPWTJ doi: 10.25208/0042-4609-2018-94-6-15-21

ОБ АВТОРАХ

* **Пonomarev Игорь Владимирович**, канд. физ.-мат. наук;
адрес: Россия, 119991, Москва, Ленинский пр-т, д. 53;
ORCID: 0000-0002-3345-3482;
eLibrary SPIN: 7643-0784;
e-mail: luklalukla@ya.ru

Топчий Сергей Борисович, канд. физ.-мат. наук;
ORCID: 0000-0001-6540-9235;
eLibrary SPIN: 2426-3858;
e-mail: sergtopchiy@mail.ru

Ключарева Светлана Викторовна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-0801-6181;
eLibrary SPIN: 9701-1400;
e-mail: genasveta@rambler.ru

Сахарова Мария Владимировна;
ORCID: 0009-0000-3462-2666;
eLibrary SPIN: 6791-8256;
e-mail: dr.marvl@mail.ru

Пушкарёва Александра Евгеньевна, канд. тех. наук;
ORCID: 0000-0003-0082-984X;
eLibrary SPIN: 8117-1266;
e-mail: alexandra.pushkareva@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHORS' INFO

* **Igor V. Ponomarev**, Cand. Sci. (Physical and Mathematical);
address: 53 Leninsky prospect, 119991 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-3345-3482;
eLibrary SPIN: 7643-0784;
e-mail: luklalukla@ya.ru

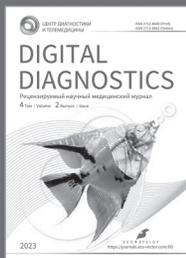
Sergey B. Topchiy, Cand. Sci. (Physical and Mathematical);
ORCID: 0000-0001-6540-9235;
eLibrary SPIN: 2426-3858;
e-mail: sergtopchiy@mail.ru

Svetlana V. Klyuchareva, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0003-0801-6181;
eLibrary SPIN: 9701-1400;
e-mail: genasveta@rambler.ru

Mariia V. Sakharova;
ORCID: 0009-0000-3462-2666;
eLibrary SPIN: 6791-8256;
e-mail: dr.marvl@mail.ru

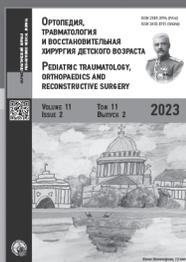
Alexandra E. Pushkareva, Cand. Sci. (Technical);
ORCID: 0000-0003-0082-984X;
eLibrary SPIN: 8117-1266;
e-mail: alexandra.pushkareva@gmail.com

Портал научных журналов



Портал создан для размещения научных журналов в сети Интернет и как система электронного документооборота для редакций на профессиональной многоязычной редакционно-издательской платформе EVESYST

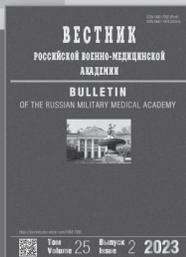
<https://journals.eco-vector.com>



- Редакционно-издательская система дает пользователю неограниченные возможности модификации внешнего вида и функционала сайта научного журнала.
- Гибкая система электронного документооборота, настраиваемая под особенности каждого журнала/издателя.
- Система приема статей от авторов онлайн, совмещенная с системой электронного документооборота редакции.
- Поддержка различных вариантов распространения журнала: открытый доступ, отсроченный открытый доступ и подписной режим с модулем управления подпиской, гибридный доступ.
- Система рекомендована Google Scholar для наилучшей индексации публикуемого контента.
- Система поддерживается и разрабатывается международным сообществом, включая крупные вузы, IT-корпорации, исследовательские институты и библиотеки.
- Система многоязычна и позволяет публиковать контент на 30 языках.



Наши инновации платформы



- Все сервисы от Crossref: DOI, Cited-By, CrossMark, FundRef, CrossCheck (SimilarityCheck).
- Публикация статей в режиме Online First.
- Проверка оригинальности рукописей через Антиплагиат и iThenticate.
- Публикация полных текстов статей в PDF, HTML, XML JATS.
- Интеграция с базами данных: НЭБ/eLibrary.ru, EBSCO, DOAJ, SCOPUS, CrossRef, WorldCat, Google Scholar, PubMed и PubMed Central, CNKI, DataCite, mEDRA, ResearchBib.
- Альтметрики и постатейная статистика от Dimensions, PlumX, Crossref Cited-By, Altmetrics.
- Модули онлайн-оплаты редакционных услуг и подписки на контент.

