

Список литературы / References

1. Şibar S, Dikmen AU, Erdal AI. Long-term Stability in Endoscopic Brow Lift: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Literature. *Aesthet Surg J*. 2025 Feb 18;45(3):232–240
2. Lippi L, Ferrillo M, Losco L, Folli A, Marcasciano M, Curci C, Moalli S, Ammendolia A, de Sire A, Invernizzi M. Aesthetic Rehabilitation Medicine: Enhancing Wellbeing beyond Functional Recovery. *Medicina (Kaunas)*. 2024 Apr 5;60(4):603
3. Виссарионова И.В., Грищенко С.В., Корчажкина Н.Б., Круглова Л.С. Особенности восстановительного лечения пациентов после пластических операций в области век. // Вестник восстановительной медицины. 2011; (1): 73–74. Круглова Л.С., Виссарионова И.В. К вопросу ведения пациентов в раннем реабилитационном периоде после пластических операций на мягких тканях кожи лица. Вестник эстетической медицины. 2011; 10 (3): 40–47. Vissarionova I.V., Grishchenko S.V., Korchazhkina N.B., Kruglova L.S. Features of restorative treatment of patients after plastic surgery in the eyelid area. // Bulletin of restorative medicine. 2011; (1): 73–74. Kruglova L.S., Vissarionova I.V. On the issue of patient management in the early rehabilitation period after plastic surgery on soft tissues of the facial skin. Bulletin of aesthetic medicine. 2011; 10 (3): 40–47. [In Russ.].
4. Круглова Л.С., Корчажкина Н.Б., Стенько А.Г., Виссарионова И.В., Виссарионова В.В. Применение методов раннего восстановительного лечения у пациентов после пластических операций на мягких тканях лица. // Метаморфозы. 2016.-С 40–47. Kruglova L.S., Korchazhkina N.B., Stenko A.G., Vissarionova I.V., Vissarionova V.V. Application of methods of early restorative treatment in patients after plastic surgery on soft tissues of the face. // Metamorphoses. 2016.-P. 40–47. [In Russ.].
5. Yoshikawa Y., Hiramoto T., Sugimoto M., Uemura M., Mori Y., Ichibori R. Efficacy of Low-frequency Monophasic Pulsed Microcurrent Stimulation Therapy in Undermining Pressure Injury: A Double-blind Crossover-controlled Study. *Prog. Rehabil. Med.* 2022;7:20220045
6. Mansouri V., Arjmand B., Rezaei Tavirani M., Razzaghi M., Rostami-Nejad M., Hamdih M. Evaluation of Efficacy of Low-Level Laser Therapy. *J. Lasers Med Sci*. 2020;11:369–380

Статья поступила / Received 16.09.2025

Получена после рецензирования / Revised 19.09.2025

Принята в печать / Accepted 19.09.2025

Сведения об авторах

Окушко Ситора Самировна, пластический хирург. E-mail: star-bonu@yandex.ru

Гусакова Елена Викторовна, д.м.н., заведующий кафедрой физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики. E-mail: gusakova07@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9711-6178

Сычев Андрей Владимирович, к.м.н., доцент кафедры хирургии с курсом эндоскопии, проректор по учебной работе, ученый секретарь Ученого совета. E-mail: unmc-surgery@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2808-8679

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия»
Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

Автор для переписки: Окушко Ситора Самировна. E-mail: star-bonu@yandex.ru

About authors

Okushko Sitora S., plastic surgeon. Email: star-bonu@yandex.ru

Gusakova Elena V., DM Sci (habil.), head of Dept of Physical and Rehabilitation Medicine with a Course in Clinical Psychology and Pedagogy. Email: gusakova07@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9711-6178

Sychev Andrey V., PhD Med, associate professor at Dept of Surgery with a Course in Endoscopy, vice-rector for Academic Affairs, academic secretary of the Academic Council. E-mail: unmc-surgery@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2808-8679

Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

Corresponding author: Okushko Sitora S. Email: star-bonu@yandex.ru

Для цитирования: Окушко С.С., Гусакова Е.В., Сычев А.В. Изучение показателей микроциркуляции и скорости восстановления тканей в послеоперационном периоде после эндоскопического лифтинга бровей. Медицинский алфавит. 2025; (23): 96–99. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-23-96-99>For citation: Okushko S.S., Gusakova E.V., Sychev A.V. Study of microcirculation parameters and tissue repair rate in the postoperative period after endoscopic eyebrow lifting. *Medical alphabet*. 2025; (23): 96–99. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-23-96-99>

DOI: 10.33667/2078-5631-2025-23-99-102

Перспективы применения физиотерапевтических методов в терапии телогеновой алопеции

А. В. Безбородова¹, Е. А. Шатохина^{1,2}, Л. В. Терентьева³¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия² ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва, Россия³ Кафедра дерматовенерологии имени академика Ю.К. Скрипкина Института клинической медицины ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России (Пироговский университет), Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Телогеновая алопеция (ТА) – это одно из наиболее распространенных заболеваний, сопровождающихся потерей волос. Основной патогенетический механизм ТА заключается в преждевременном переходе волосных фолликулов из фазы анагена в фазу телогена. В условиях отсутствия единого стандарта лечения особый интерес представляют физиотерапевтические методы, направленные на активацию роста волос за счёт стимуляции клеточной активности и энергетического метаболизма. Одним из наиболее перспективных методов признана низкоинтенсивная лазерная терапия, которая способствует увеличению синтеза АТФ и активации сигнальных путей, регулирующих рост и дифференцировку клеток волосных фолликулов. Высокоинтенсивные абляционные и неабляционные лазеры не только стимулируют рост волос, но и улучшают трансдермальную доставку препаратов. Наряду с этим, методы с применением радиочастотного и электрического воздействия усиливают клеточную пролиферацию, экспрессию факторов роста и процессы тканевой регенерации. Научные исследования подтверждают эффективность этих методов и демонстрируют перспективность их применения как в монотерапии, так и в комбинированных протоколах. Таким образом, физиотерапевтические технологии открывают возможности для создания патогенетически обоснованных методов лечения телогеновой алопеции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: телогеновая алопеция, физиотерапевтические методы, низкоинтенсивная лазерная терапия.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Prospects for the use of physiotherapy methods in the treatment of telogen alopecia

А. В. Bezborodova¹, Е. А. Shatokhina^{1,2}, Л. В. Terenteeva³¹ Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³ Department of Dermatovenerology named after Academician Yu.K. Skripkin of Institute of Clinical Medicine at N.I. Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Moscow, Russia

SUMMARY

Telogen effluvium (TE) is one of the most common diseases accompanied by hair loss. The main pathogenetic mechanism of TE is the premature transition of hair follicles from the anagen phase to the telogen phase. In the absence of a single standard treatment, physiotherapeutic methods aimed at activating hair growth by stimulating cell activity and energy metabolism are of particular interest. One of the most promising methods is low-intensity laser therapy, which promotes increased ATP synthesis and activation of signalling pathways that regulate the growth and differentiation of hair follicle cells. High-intensity ablative and non-ablative lasers not only stimulate hair growth but also improve transdermal drug delivery. In addition, methods using radiofrequency and electrical stimulation enhance cell proliferation, growth factor expression and tissue regeneration processes. Scientific studies confirm the effectiveness of these methods and demonstrate their potential for use in both monotherapy and combined protocols. Thus, physiotherapeutic technologies open up opportunities for the creation of pathogenetically sound methods for the treatment of telogen alopecia.

KEYWORDS: telogen alopecia, physiotherapy methods, low-intensity laser therapy.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Телогеновая алопеция (ТА) – это одно из наиболее распространенных заболеваний, сопровождающихся потерей волос. Основным признаком ТА является преждевременный переход волосяных фолликулов (ВФ) из фазы активного роста (анагена) в фазу покоя (телогена), что вызывает интенсивное выпадение волос [1]. На сегодняшний день не существует универсальной и общепринятой терапии для лечения телогеновой алопеции. Однако современные исследования подчеркивают перспективность применения физиотерапевтических методов в качестве эффективной стратегии лечения. Эти методы направлены на стимуляцию перехода волосяных фолликулов из фазы телогена в фазу анагена, что является ключевым фактором для восстановления нормального цикла волос.

Стоит отметить, что лазерные технологии прочно вошли в дерматологическую практику как эффективные инструменты для лечения широкого спектра кожных заболеваний, включая различные формы алопеции. Принято разделять лазерное воздействие на высокоинтенсивное и низкоинтенсивное в зависимости от уровня энергии и характера взаимодействия с тканями. Высокоинтенсивные лазеры используются для контролируемого повреждения и стимуляции регенерации. В то же время низкоинтенсивные лазерные технологии направлены на мягкую стимуляцию клеточной активности без термического или механического повреждения тканей.

Низкоинтенсивная лазерная терапия (НИЛТ) является перспективным физиотерапевтическим методом лечения ТА. Впервые стимулирующее воздействие лазерного излучения (694 нм) на рост волос было случайно выявлено венгерским ученым Андре Местером в 1967 году в ходе экспериментов на мышах. С тех пор НИЛТ стала предметом активных исследований в качестве метода стимуляции роста волос, в том числе и при терапии телогеновой алопеции. Эффективность НИЛТ связана с так называемым «оптическим окном» для биологических тканей, которое охватывает диапазон длин волн от 650 до 1200 нм. В этом диапазоне свет обладает максимальной способностью проникать в ткани, что делает красный и ближний инфракрасный свет (600–950 нм) оптимальными для использования в НИЛТ. В результате контакта с тканями когерентный лазерный свет создает явление, известное как спекл, при этом возникающая поляризация позволяет свету поглощаться глубокими слоями кожи при пороговой интенсивности, достаточной для запуска каскадов биохимических реакций. Такое свойство света способствует эффективному воздействию на клеточные процессы, включая

активацию митохондриальной функции и стимуляцию регенерации тканей [2]. Основным хромофором, поглощающим свет в рассматриваемом диапазоне, является цитохром С – оксидаза (СсО), которая является ключевым компонентом митохондриальной дыхательной цепи и играет важную роль в клеточном энергетическом обмене [3]. СсО активируется под действием красного света, что приводит к увеличению митохондриального производства аденозинтрифосфата (АТФ), стимулирующего, в свою очередь, метаболические процессы в клетке, и активирует регуляцию реактивных форм кислорода [4–5]. АТФ играет ключевую роль в поддержании клеточного метаболизма и регуляции сигнальных путей. В клетках волосяных фолликулов, характеризующихся высокой частотой митозов, достаточный уровень АТФ необходим для обеспечения процессов деления и пролиферации. Дефицит АТФ может приводить к замедлению метаболических процессов, угнетению клеточной активности и преждевременному переходу волосяных фолликулов из фазы анагена в фазу телогена. Таким образом, НИЛТ, стимулируя выработку АТФ, способствует поддержанию нормального жизненного цикла волос [6]. Также отмечается положительное влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на усиление пролиферации клеток матрикса волосяного фолликула за счет активации β – катенина, приводящей к делению кератиноцитов наружного корневого влагалища и ускорению входа в фазу анаген [7]. Известно, что β – катенин является участником сигнального пути Wnt/ β – катенин, который играет ключевую роль в развитии ВФ и поддержании цикла роста волос [8]. Активация этого пути стимулирует процесс ангиогенеза, улучшая кровоснабжение и обеспечивая ВФ необходимыми питательными веществами [9]. Подтверждение эффективности НИЛТ продемонстрировано в мета-анализе, проведенном Liu и др. и включающем 11 рандомизированных контролируемых исследований с участием 667 испытуемых. Результаты показали, что НИЛТ значительно улучшает среднюю густоту и толщину волос с минимальными побочными эффектами. Согласно данным мета-анализа, эффективность низкоинтенсивной лазерной терапии не зависит от пола пациента, продолжительности курса лечения (краткосрочного или долгосрочного), а также типа используемого устройства (гребневого или в виде шляпы). При этом более редкие сеансы НИЛТ (менее 60 минут в неделю) оказываются в 1.6 раза эффективнее частых, а устройства, содержащие только лазерные диоды, в 2 раза превосходят по эффективности комбинированные устройства

с лазерными диодами и светодиодами [10]. Очевидно, НИЛТ представляет собой перспективный метод лечения телогеновой алопеции. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию параметров терапии и режима проведения процедур для повышения ее эффективности у пациентов с различными формами алопеции.

Высокоинтенсивные лазерные технологии принято разделять на два вида: аблятивные и неаблятивные. Абляционные лазеры вызывают контролируемое разрушение поверхностных слоев кожи на различной глубине за счёт испарения воды в тканях. В свою очередь, неабляционные лазеры воздействуют менее агрессивно, не нарушая целостность эпидермиса.

К аблятивным лазерам относятся CO_2 -лазер (10600 нм) и эрбиевый лазер с длиной волны 2940 нм (Er: YAG), основным хромофором которых является вода. Так, в рандомизированном контролируемом исследовании было обнаружено, что лазер Er: YAG индуцировал фазу анагена быстрее, чем в контрольной группе без терапии за счет активации сигнального пути Wnt/ β – катенин, аналогично эффекту местного миноксидила. Кроме того, гистопатология с окрашиванием через 15 дней после первой процедуры показала очевидное увеличение количества волосных фолликулов в анагеновой фазе [11–12].

Помимо стимулирующего действия на ВФ, абляционные лазеры, в частности CO_2 -лазер, активно применяются для трансдермальной доставки лекарственных средств. Одним из ключевых преимуществ такого подхода является способность CO_2 -лазера формировать микроканалы в роговом слое эпидермиса, облегчая проникновение активных веществ в глубокие слои дермы. Так, например, результаты исследования подтверждают, что комбинированное применение CO_2 -лазера и факторов роста оказывает значительно более выраженное стимулирующее действие на рост волос по сравнению с монотерапией факторами роста. Через 4 месяца лечения у пациентов в комбинированной группе наблюдалось увеличение плотности волос на 25.4% (с 114 до 143 волос/см²), тогда как в группе, получавшей только факторы роста, прирост составил 18.6% (с 113 до 134 волос/см²); разница между группами была статистически значимой ($p=0.002$). Более того, средний диаметр стержня волос увеличился на 95% в комбинированной группе, по сравнению с 41% в группе факторов роста, что также подтверждает преимущество комбинированного подхода [13].

К неабляционным лазерам относятся эрбиевый стеклянный лазер с длиной волны 1550 нм и тулиевый лазер (1927 нм). Эрбиевый лазер (1550 нм) использует воду в качестве основного хромофора и проникает на глубину от 0.4 до 2.0 мм, вызывая контролируемое термическое повреждение без нарушения эпидермиса. Рост количества клинических исследований, посвященных эрбиевому лазеру, демонстрирует высокий интерес к методу, так как применение данного лазера позволяет достичь значительных результатов. Так, в одной работе было показано, что до лечения пациентов средняя плотность их волос составляла 100 ± 14 волос/см², а средняя толщина волосного стержня – 58 ± 12 мкм. После пяти месяцев регулярного лазерного лечения плотность волос увеличилась до 157 ± 28 волос/см² ($P<0.001$), а толщина волос достигла 75 ± 13 мкм ($P<0.001$). Механизм действия неабляционного

фракционного лазера связан с активацией регенеративных процессов в коже, сопровождающихся модуляцией экспрессии цитокинов и факторов роста, включая FGF, EGF, IGF, HGF, TGF- β , VEGF, NGF, а также интерлейкинов. Все эти молекулы играют ключевую роль в регуляции роста волос и поддержании их нормального жизненного цикла. Стимуляция их синтеза способствует активации клеток дермального сосочка и инициирует переход волосных фолликулов из телогеновой фазы в анагеновую [14]. Кроме этого, интересно отметить, что новые фолликулы могут формироваться из клеток, находящихся вне ниши стволовых клеток ВФ, а именно из межфолликулярного эпидермиса. Это свидетельствует о способности эпидермальных стволовых клеток приобретать фолликулогенный потенциал в ответ на лазер-индуцированное повреждение [15].

Другим современным физиотерапевтическим методом, применяемым в терапии телогеновой алопеции, является тулиевый лазер (1927 нм). Данная длина волны характеризуется высокой степенью поглощения энергии водой, превышающей таковую у эрбиевого стеклянного лазера (1540–1550 нм), но уступающей углекислотному лазеру (10600 нм), что обеспечивает контролируемое воздействие на кожу [16]. Морфологически сразу после воздействия в эпидермисе и в верхней, средней части дермы выявляются зоны лазер-индуцированной коагуляции тканей без признаков абляционного повреждения. В недавнем исследовании Sung Bin Cho и соавт. была проведена оценка эффективности лечения алопеции с использованием фракционного тулиевого лазера (1927 нм) как в виде монотерапии, так и в комбинации с инъекционным введением раствора, содержащего комплекс факторов роста. Через 3 месяца после завершения курса терапии в группе комбинированного лечения сохранялось устойчивое увеличение плотности волос на 10.9%, тогда как в группе монотерапии данный показатель составил 5.3%, что свидетельствует о более пролонгированном действии при сочетанном применении лазера и факторов роста [17]. Комбинированная терапия демонстрировало не только более выраженное, но и более продолжительное увеличение как плотности, так и толщины волос по сравнению с монотерапией. Полученные результаты подчеркивают потенциал тулиевого лазера как эффективного метода стимуляции волосных фолликулов, а также обосновывают целесообразность его применения в сочетании с инъекционными методами введения различных растворов при лечении телогеновой алопеции.

Еще одним представляющим интерес методом физиотерапевтического воздействия при телогеновой алопеции является CRET – терапия (capacitive and resistive electric transfer), основанная на емкостно-резистивной передаче электрического тока посредством радиочастотных волн в диапазоне 400–450 кГц. Благодаря сопротивлению биологических тканей токи CRET индуцируют повышение температуры в целевых областях и способствуют пролиферации клеток в среднем на 38%, что подтверждается увеличением экспрессии маркера Ki67, который связан с пролиферативными фазами клеточного цикла [18]. Кроме того, CRET стимулирует сигнальный путь ERK1/2 (extracellular signal – regulated kinase), что приводит к усилению пролиферации мезенхимальных стволовых клеток и увеличению экспрессии β – катенина, ключевого компонента сигнального пути Wnt/ β – катенин.

Согласно данным исследования, экспрессия p – ERK1/2 в обработанных образцах возрастает на 43 % по сравнению с контрольной группой [19]. Дополнительно установлено, что CRET – терапия оказывает ингибирующее действие на матриксные металлопротеиназы (ММП), участвующие в деградации внеклеточного матрикса, нарушение баланса которых может способствовать структурному ослаблению фолликула и последующей потере волос. Снижение экспрессии ММП при воздействии токов емкостно-резистивной электротерапии способствует поддержанию целостности фолликулярной микросреды и потенциально препятствует процессу миниатюризации волосных фолликулов [20]. Таким образом, совокупность биологических эффектов, индуцируемых CRET – терапией, указывает на её высокий терапевтический потенциал в лечении телогеновой алопеции.

Еще одним перспективным методом физиотерапевтической терапии является фракционное радиочастотное (РЧ) воздействие, при котором используются высокочастотные переменные токи для стимуляции роста волос. Этот метод сочетает в себе механическое повреждение кожи микроиголами и последующее тепловое воздействие. Генерируемая энергия создаёт зоны термолитиза, оказывая прямое влияние на стволовые клетки волосных фолликулов, а также открывает перспективы для трансдермальной доставки лекарственных средств [21]. Важным аспектом действия РЧ – терапии является стимуляция факторов роста, таких как IGF – 1 (инсулиноподобный фактор роста-1) и VEGF (фактор роста эндотелия сосудов). IGF – 1 является мощным стимулятором роста волосных фолликулов и ключевым регулятором их цикла [22]. В исследовании Verner и Lotti у 23 из 25 пациентов отмечалось снижение интенсивности выпадения волос, ускорение их роста и увеличение густоты после проведения 10 процедур. Согласно трихоскопическому анализу, общее количество волос увеличилось в среднем на 31.6%, а толщина волосного стержня – на 18% [23].

Таким образом, современные физиотерапевтические методы демонстрируют высокий потенциал в лечении телогеновой алопеции, оказывая как прямое стимулирующее воздействие на волосные фолликулы, так и опосредованное – через активацию сигнальных путей, факторов роста и регенераторных процессов. В целом, интеграция этих

методов в протоколы лечения позволяет повысить эффективность терапии телогеновой алопеции и открывает перспективы для разработки новых комбинированных подходов.

Список литературы / References

1. Asghar F. et al. Telogen effluvium: a review of the literature // *Cureus*. – 2020. – V. 12. – №. 5.
2. Glass G. E. Photobiomodulation: the clinical applications of low-level light therapy // *Aesthetic surgery journal*. – 2021. – V. 41. – №. 6. – P. 723–738.
3. Gupta A. K., Foley K. A. A critical assessment of the evidence for low-level laser therapy in the treatment of hair loss // *Dermatologic Surgery*. – 2017. – V. 43. – №. 2. – P. 188–197.
4. Couturaud V. et al. Reverse skin aging signs by red light photobiomodulation // *Skin Research and Technology*. – 2023. – V. 29. – №. 7. – P. e13391.
5. Chung H. et al. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy // *Annals of biomedical engineering*. – 2012. – V. 40. – P. 516–533.
6. Звездина И. В., Исаева С. Г., Ляпон А. О. Новый взгляд на терапию хронической идиопатической диффузной телогеновой алопеции у женщин // *Доктор.ру*. – 2015. – №. 7 (108). – С. 42–46.
7. Zvezdina I. V., Isaeva S. G., Lyapon A. O. A New Perspective on the Treatment of Chronic Idiopathic Diffuse Telogen Alopecia in Women // *Doctor.Ru*. – 2015. – No. 7 (108). – P. 42–46. (In Russ.).
8. Han L. et al. Activation of Wnt/ β -catenin signaling is involved in hair growth-promoting effect of 655-nm red light and LED in vitro culture model // *Lasers in medical science*. – 2018. – V. 33. – P. 637–645.
9. Choi B. Y. Targeting Wnt/ β -catenin pathway for developing therapies for hair loss // *International journal of molecular sciences*. – 2020. – V. 21. – №. 14. – P. 4915.
10. Dejana E. The role of wnt signaling in physiological and pathological angiogenesis // *Circulation research*. – 2010. – V. 107. – №. 8. – P. 943–952.
11. Liu K. H. et al. Comparative effectiveness of low-level laser therapy for adult androgenic alopecia: a system review and meta-analysis of randomized controlled trials // *Lasers in Medical Science*. – 2019. – V. 34. – P. 1063–1069.
12. Ke J. et al. Erbium: YAG laser (2,940 nm) treatment stimulates hair growth through up-regulating Wnt10b and β -catenin expression in C57BL/6 mice // *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*. – 2015. – V. 8. – №. 11. – P. 20883.
13. Dabek R. J., Austen Jr W. G., Bojovic B. Laser-assisted hair regrowth: fractional laser modalities for the treatment of androgenic alopecia // *Plastic and Reconstructive Surgery-Global Open*. – 2019. – V. 7. – №. 4. – P. e2157.
14. Huang Y., Zhuo F., Li L. Enhancing hair growth in male androgenetic alopecia by a combination of fractional CO₂ laser therapy and hair growth factors // *Lasers in medical science*. – 2017. – V. 32. – №. 8. – P. 1711–1718.
15. Lee G. Y., Lee S. J., Kim W. S. The effect of a 1550 nm fractional erbium-glass laser in female pattern hair loss // *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. – 2011. – V. 25. – №. 12. – P. 1450–1454.
16. Ito M. et al. Wnt-dependent de novo hair follicle regeneration in adult mouse skin after wounding // *Nature*. – 2007. – V. 447. – №. 7142. – P. 316–320.
17. Stewart N. et al. Lasers and laser-like devices: Part one // *Australasian Journal of Dermatology*. – 2013. – V. 54. – №. 3. – P. 173–183.
18. Cho S. B. et al. Therapeutic efficacy and safety of a 1927-nm fractionated thulium laser on pattern hair loss: an evaluator-blinded, split-scalp study // *Lasers in Medical Science*. – 2018. – V. 33. – P. 851–859.
19. Martínez-Pascual M. A. et al. Effects of RF Electric Currents on Hair Follicle Growth and Differentiation: A Possible Treatment for Alopecia // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2024. – V. 25. – №. 14. – P. 7865.
20. Hernández-Bule M. L. et al. Electric stimulation at 448 kHz promotes proliferation of human mesenchymal stem cells // *Cellular Physiology and Biochemistry*. – 2014. – V. 34. – №. 5. – P. 1741–1755.
21. Toledano-Macias E., Martínez-Pascual M. A., Hernández-Bule M. L. Electric currents of 448 kHz upregulate anti-senescence pathways in human dermal fibroblasts // *Journal of Cosmetic Dermatology*. – 2024. – V. 23. – №. 2. – P. 687–700.
22. Nirmal B., Mubeena S. S., Antonisamy B. Efficacy and safety of microneedling radiofrequency in patterned hair loss // *Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery*. – 2024. – V. 17. – №. 3. – P. 189.
23. Yoon S. Y. et al. Induction of hair growth by insulin-like growth factor-1 in 1,763 MHz radiofrequency-irradiated hair follicle cells // *PLoS one*. – 2011. – V. 6. – №. 12. – P. e28474.
24. Verner I., Lotti T. Clinical evaluation of a novel fractional radiofrequency device for hair growth: fractional radiofrequency for hair growth stimulation // *Dermatologic Therapy*. – 2018. – V. 31. – №. 3. – P. e12590.

Статья поступила / Received 16.09.2025

Получена после рецензирования / Revised 19.09.2025

Принята в печать / Accepted 19.09.2025

Сведения об авторах

Безбородова Анна Владимировна, аспирант кафедры дерматовенерологии и косметологии¹. E-mail: bezborodova98@yandex.ru. ORCID: 0009-0007-6213-9496
Шатохина Евгения Афанасьевна, д.м.н., профессор кафедры дерматовенерологии и косметологии¹, ведущий научный сотрудник отдела внутренних болезней². E-mail: e.a.shatikhina@gmail.com. ORCID: 0000-0002-0238-6563
Терентьева Лада Владимировна, к.м.н., доцент кафедры³. E-mail: t.lada@inbox.ru. ORCID: 0000-0001-8562-1778

¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия
² ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», Москва, Россия
³ Кафедра дерматовенерологии имени академика Ю. К. Скрипкина Института клинической медицины ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава России (Пироговский университет), Москва, Россия

Автор для переписки: Безбородова Анна Владимировна.
 E-mail: bezborodova98@yandex.ru

About authors

Bezborodova Anna V., postgraduate student at Dept of Dermatovenereology and Cosmetology¹. E-mail: bezborodova98@yandex.ru. ORCID: 0009-0007-6213-9496
Shatikhina Evgeniya A., DM Sci (habil.), professor at Dept of Dermatovenereology and Cosmetology¹, leading researcher at Dept of Internal Medicine. E-mail: e.a.shatikhina@gmail.com. ORCID: 0000-0002-0238-6563
Terentieva Lada V., PhD Med, associate professor at Dept³. E-mail: t.lada@inbox.ru. ORCID: 0000-0001-8562-1778

¹ Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia
² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
³ Department of Dermatovenereology named after Academician Yu. K. Skripkin of Institute of Clinical Medicine at N. I. Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Moscow, Russia

Corresponding author: Bezborodova Anna V. E-mail: bezborodova98@yandex.ru

