

Ведение пациентов с гипертрофическими рубцами с помощью емкостно-резистивной электротерапии при 448 кГц (обзор литературы)

Л. А. Рубцова^{1,2}, Л. С. Круглова¹, М. С. Круглова³, А. В. Сычев¹

¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

² АО «Институт пластической хирургии и косметологии», Москва, Россия

³ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Гипертрофические рубцы – распространенная проблема, связанная с нарушением процессов заживления раневых дефектов и восстановления целостности тканей, которая приводит к эстетическим, функциональным и психологическим последствиям, значительно снижающим качество жизни пациентов. В обзоре рассмотрена актуальность и эффективность емкостно-резистивной электротерапии (CRET) при 448 кГц в тактике лечения патологических рубцовых деформаций. Показано, что CRET модулирует воспаление, контролирует синтез коллагена, активирует ремоделирование тканей и улучшает их эластичность. Метод демонстрирует клинический потенциал как неинвазивная аппаратная технология, значительно улучшающая качество жизни пациентов за счет снижения выраженности фиброза и оптимизации процессов заживления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гипертрофические рубцы, емкостно-резистивная электротерапия, CRET-терапия, радиочастотная терапия

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Management of patients with hypertrophic scars using capacitive-resistive electrotherapy at 448 kHz (literature review)

L. A. Rubtsova^{1,2}, L. S. Kruglova¹, M. S. Kruglova³, A. V. Sychev¹

¹ Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

² Institute of Plastic Surgery and Cosmetology, Moscow, Russia

³ I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

SUMMARY

Hypertrophic scars represent a common clinical complication arising from impaired wound healing and tissue regeneration processes, leading to significant aesthetic, functional, and psychological consequences that markedly reduce patients' quality of life. This review evaluates the clinical significance and therapeutic efficacy of capacitive-resistive electric transfer (CRET) therapy at 448 kHz for managing pathological scar formation. The findings demonstrate that CRET therapy effectively modulates inflammatory responses, regulates collagen synthesis, promotes tissue remodeling, and enhances skin elasticity. This non-invasive therapeutic modality shows substantial clinical potential as a device-based treatment approach that significantly improves patient outcomes by reducing fibrotic manifestations and optimizing wound healing processes.

KEYWORDS: hypertrophic scars, capacitive-resistive electric transfer therapy, CRET therapy, radiofrequency therapy

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

Введение

Гипертрофические и келоидные рубцы являются двумя различными проявлениями чрезмерного дермального фиброза, вызванного изменением нормального процесса заживления ран. Процесс заживления ран включает сложный каскад реакций, который организован в три следующие друг за другом фазы: воспаление, пролиферация и ремоделирование [1–3].

При заживлении ран происходит последовательный каскад различных биохимических и клеточных реакций, необходимых для восстановления поврежденных тканей. Если в фазе воспаления биологический ответ изменяется ввиду увеличения его длительности или активности,

то происходит общее нарушение регуляции в каскаде физиологических реакций восстановления кожного покрова. Такой патологический механизм может привести к усилению выраженности фиброза поврежденных тканей по мере их восстановления, а также дисбалансу между отложением незрелого коллагена III и зрелого коллагена I типа [1, 4, 5].

Во время фазы пролиферации фибробласты становятся активными и приобретают способность экспрессировать альфа-актин гладких мышц (α -SMA), дифференцируясь в миофибробласты. Эти дифференцированные фибробласты позволяют ране сокращаться и закрываться. После

того как рана закрывается, в нормальных физиологических условиях миофибробласты входят в апоптоз и заменяются фибробластами. Среди специфических реакций и маркеров для обеспечения фазы пролиферации выделяют сигнальные пути Wnt и Notch, сигнальный путь АКТ/mTOR; трансформирующий фактор роста бета (TGF- β), митоген-активируемую протеинкиназу (МАРК), связывающий белок с энхансером ядерного фактора каппа (NF- κ B) [2, 4]. Когда эти процессы в ране нарушаются, возникает аномальное или чрезмерное рубцевание. Это приводит к развитию фиброза кожи, проявляющегося клинически в виде гипертрофических и келоидных рубцов [4]. При обеих патологиях миофибробласты не заменяются фибробластами, а остаются в пролиферирующем пораженном состоянии при низких показателях апоптоза. Эти миофибробласты генерируют постоянное хроническое воспаление из-за непрерывной продукции профибротических цитокинов и хемокинов, таких как TGF- β 1, TGF- β 2, VEGF, FGF и CTGF [2, 6]. Также эти патологические клетки синтезируют большое количество фиброзного внеклеточного матрикса, состоящего из коллагена I и III типов и α -SMA, что впоследствии значительно увеличивает плотность пораженных тканей и препятствует их нормальному функционированию [2, 7].

Патологические рубцовые деформации связаны с тяжелым психологическим, эстетическим и физическим бременем для пациентов. Это состояние может вызывать дисфункцию подвижности и эластичности тканей, выраженный дискомфорт в виде зуда, боли, жжения, стягивания у большинства пациентов, что может продолжаться длительное время [1, 3, 8]. Кроме того, патологические рубцовые деформации могут оказывать негативное косметическое и эмоциональное воздействие на пациентов, что может ограничивать их социальную коммуникацию, пагубно влиять на самооценку и качество жизни в целом [1–3].

В настоящее время гипертрофические и келоидные рубцы представляют собой актуальную проблему в дерматологической практике ввиду отсутствия стандартизированных методов лечения. Активно используется применение хирургических методов коррекции, топических препаратов, в том числе на основе силикона; инъекционных препаратов на основе глюкокортикостероидов, ботулинического токсина типа А, 5-фторурацила и т.д.; компрессионная терапия, криотерапия, локальная радиотерапия, лазерная терапия, физиотерапия. Многие традиционные методы лечения способствуют достижению положительной динамики от проводимой терапии, но зачастую не способствуют достижению полного излечения. Такая тенденция особенно актуальна в случае терапии келоидных рубцов ввиду высокой встречаемости рецидивов [1–3].

Монополярная радиочастотная терапия патологических рубцов

Среди подходов, доступных для лечения гипертрофических и келоидных рубцов, отдельно выделяют радиочастотные технологии. Радиочастотная терапия (RF-терапия) – это способ передачи особой формы переменного электрического тока, который способствует

тепловому воздействию посредством сопротивления тканей человека, а также обладает биостимулирующим эффектом. Хотя все технологии RF основаны на одних и тех же фундаментальных принципах внутритканевого нагрева, монополярная радиочастотная терапия обладает своими особенностями. Монополярная RF-технология обеспечивает самый глубокий потенциал проникновения в ткани (до 20 мм), при этом ее воздействие более деликатно и биоэквивалентно [9, 10].

Существуют исследования, в которых описаны доказательства того, что термические и стимулирующие эффекты, вызванные воздействием радиочастоты, эффективны при лечении патологических рубцов и несостоятельного заживления раневых дефектов [2, 9, 10, 11]. Так, применение RF-технологий в моно-протоколах терапии или в сочетании с другими физиотерапевтическими методами, такими как лазер [12] или ультразвук [13], может быть эффективно для лечения гипертрофических и келоидных рубцов.

Отмечено, что радиочастотная физиотерапия вызывает ремоделирование коллагена в результате денатурации волокон посредством термического воздействия. В частности, было показано, что терапия с использованием емкостной передачи радиочастоты эффективна в отношении сокращения размеров и плотности гипертрофических рубцов при улучшении их эластичности [14]. Одним из таких актуальных методов емкостной терапии является емкостно-резистивная электротерапия (CRET – Capacitive Resistive Electrical Transfer Therapy). Это неинвазивная монополярная радиочастотная терапия, использующая частотные токи около 0,5 МГц (448 кГц) [2, 10, 11].

В исследовании María Luisa Hernández-Bule и соавторов было изучено воздействие CRET на процессы фиброобразования в коже на моделях человеческих миофибробластов. Наиболее значимым результатом стало снижение синтеза компонентов внеклеточного матрикса (ECM), характерных для патологического рубцевания. Терапия привела к статистически значимому уменьшению экспрессии α -SMA (на 20–38%), коллагена I типа (на 23%) и коллагена III типа (на 16%) по сравнению с контрольной группой. Важно отметить, что эти изменения наблюдались в нормотермических условиях, что исключает тепловое воздействие как основной механизм эффекта. Это отличает CRET от других радиочастотных методов, где основной эффект достигается за счет термической денатурации коллагеновых волокон. Исследование также выявило влияние CRET на клеточные процессы. Было зафиксировано слабое, но статистически значимое снижение пролиферативной активности миофибробластов (на 4%). Параллельно наблюдалось уменьшение количества апоптотических клеток, хотя их общая доля в популяции оставалась невысокой (менее 10%). Важно, что миграционная способность клеток под воздействием терапии не изменялась, что указывает на избирательность воздействия CRET на определенные клеточные функции. Особого внимания заслуживают данные о влиянии терапии на систему матриксных металлопротеиназ. Через 24 часа после воздействия CRET отмечалось значительное повышение экспрессии MMP9 (на 63%), что может объяснять наблюдаемое уменьшение

содержания коллагена в ЕСМ. При этом уровень MMP1 оставался неизменным, что свидетельствует о специфичности воздействия на разные типы металлопротеиназ. Эти данные согласуются с современными представлениями о роли дисбаланса MMP/TIMP в патогенезе фиброзных изменений кожи. На молекулярном уровне CRET продемонстрировала способность модулировать ключевые сигнальные пути. Наблюдалось значительное снижение активации транскрипционного фактора NFκB, играющего центральную роль в поддержании хронического воспаления при фиброзе. Параллельно отмечалось уменьшение экспрессии ERK1/2 – компонента MAP-киназного каскада, участвующего в регуляции клеточной пролиферации. Эти изменения могут объяснять как противовоспалительный, так и антипролиферативный эффекты терапии. Таким образом, монополярная радиочастотная терапия (CRET) представляет собой неинвазивный подход с многофакторным механизмом действия, включающим: 1) прямое влияние на синтез основных компонентов ЕСМ; 2) активацию механизмов деградации коллагена через MMP9; 3) подавление хронического воспаления через ингибирование NFκB; 4) умеренное торможение пролиферации миофибробластов. Такая комплексность воздействия особенно ценна при лечении патологических рубцов, как гипертрофических, так и келоидных, наиболее склонных к рецидивированию [2].

В другой работе Pinheiro NM и соавторов исследовалось влияние радиочастотной терапии (RF) на гипертрофические постожоговые рубцовые деформации. Исследователи также проводили сравнение биологических эффектов при разных температурных режимах (ниже и выше 40 °C), достигаемых с помощью RF-терапии. Было показано, что RF-воздействие при температурах ≤40 °C способствует ремоделированию коллагена, приближая структуру рубца к нормальной коже. При этом воздействие при достижении температуры ≥40 °C вызывает противоположный эффект – усиление фиброза и ухудшение состояния рубца. Исследование проводилось на единственном пациенте, что ограничивает статистическую значимость результатов, но демонстрирует важность точного температурного контроля при RF-терапии патологических рубцов. Авторы подчеркивают необходимость дальнейших исследований для подтверждения этих предварительных данных [10].

Исследование Hernández-Bule M. L. и соавторов описывает влияние радиочастотной технологии (CRET, 448 кГц) на процессы заживления ран посредством воздействия на кератиноциты и фибробласты. Исследователи обнаружили, что токи плотностью 100 мкА/мм² в субтермальном режиме оказывают стимулирующее воздействие на эти клетки: стимулируют пролиферацию обоих типов клеток, но по-разному регулируют их миграцию. В отношении фибробластов CRET стимулирует миграцию, способствуя своевременному формированию грануляционной ткани. При этом в отношении кератиноцитов CRET угнетает миграцию, тем самым замедляя процесс ранней реэпителизации. Молекулярные механизмы этих эффектов связаны с изменением экспрессии и локализации ключевых белков клеточной адгезии (винкулин,

p-FAK, β-катенин, E-кадгерин) и активности ферментов (MMP-9, MAP-киназы). Такое избирательное действие CRET может оптимизировать естественную последовательность заживления: сначала формируется соединительнотканная основа фибробластами, затем происходит эпителизация за счет кератиноцитов. Это предотвращает преждевременное закрытие раны, что может вести к нестойкости ее эпителизации, а также ограничивает формирование гипертрофического рубцевания. Таким образом, радиочастотная терапия CRET может снижать риск возникновения хронических незаживающих ран и патологических рубцов [11].

Исследование испанских ученых из Hospital Ramón y Cajal (Мадрид) посвящено изучению влияния радиочастотных токов (448 кГц) CRET-терапии на кератиноциты человека и ключевые аспекты заживления ран – пролиферацию клеток и воспалительный ответ. В эксперименте использовалась линия кератиноцитов HaCaT, подвергавшихся прерывистому RF-воздействию (5 минут стимуляции/4 часа перерыва) при плотности тока 100 мкА/мм² в течение 48 часов. Контрольная группа содержалась в идентичных условиях без воздействия. Результаты показали статистически значимое увеличение пролиферации клеток на 10% (p<0.05) и существенные изменения в продукции цитокинов: уровень MCP-1 повысился на 18.56% (p=0.033), тогда как IL-8 и RANTES показали тенденцию к снижению (на 11.11% и 13.56% соответственно). Эти данные свидетельствуют о двойном механизме действия CRET-терапии: стимуляции пролиферации кератиноцитов и модуляции воспалительного ответа. Особенно важно увеличение MCP-1, который способствует миграции тучных клеток, выработке противовоспалительного IL-4, стимуляции ангиогенеза. Хотя исследование имеет некоторые ограничения (использование одной клеточной линии, отсутствие оценки других цитокинов и подтверждения *in vivo*), его результаты обосновывают потенциальное применение CRET-терапии для лечения хронических ран и предупреждения патологического рубцевания [15].

Выводы

1. Гипертрофические рубцы приводят к значительному снижению качества жизни пациентов ввиду влияния на функциональные и эстетические свойства кожного покрова и подлежащих тканей.
2. Возникновение новых теорий и научных сведений о патофизиологии гипертрофических рубцов расширяет представления о механизмах регуляции восстановительных процессов кожного покрова и формирования патологических рубцов. Это создает фундамент для разработки новых терапевтических стратегий, одной из которых является метод емкостно-резистивной электротерапии (CRET).
3. Данные исследований по применению емкостно-резистивной электротерапии (CRET) подтверждают потенциал этого неинвазивного метода в лечении гипертрофических и келоидных рубцов, демонстрируя его клиническую перспективность и эффективность.

Список литературы / References

1. Мантурова Н.Е., Круглова Л.С., Стенько А.Г. Рубцы кожи. Клинические проявления, диагностика и лечение. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. Manturova N.E., Kruglova L.S., Stenko A.G. Skin scars. Clinical manifestations, diagnosis and treatment. M.: GEOTAR-Media, 2021. (In Russ.).
2. Hernández-Bule M. L. et al. Anti-fibrotic effects of RF electric currents // International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – V. 24. – №. 13. – P. 10986. DOI: 10.3390/ijms241310986. PMID: 37446165; PMCID: PMC 10341950.
3. Рубцова Л.А., Круглова Л.С., Круглова М.С. Современные представления о постожоговых рубцовых поражениях. Эффективная фармакотерапия. 2023; 19 (39): 22–26. Rubtsova L. A., Kruglova L. S., Kruglova M. S. Modern concepts of post-burn cicatricial lesions. Effective pharmacotherapy. 2023; 19 (39): 22–26. (In Russ.).
4. Park Y. R. et al. NF-κB signaling is key in the wound healing processes of silk fibroin // Acta biomaterialia. 2018; (67): 183–195. DOI: 10.1016/j.actbio.2017.12.006
5. Nischwitz S. P. et al. The role of local inflammation and hypoxia in the formation of hypertrophic scars – a new model in the duroc pig // International Journal of Molecular Sciences. 2022; 24 (1): 316. DOI: 10.3390/ijms24010316. PMID: 36613761; PMCID: PMC 9820621
6. Lingzhi Z., Meirong L., Xiaobing F. Biological approaches for hypertrophic scars // International wound journal. 2020; 17 (2): 405–418. DOI: 10.1111/iwj.13286
7. Jiang D., Rinkevich Y. Scars or regeneration? – Dermal fibroblasts as drivers of diverse skin wound responses // International journal of molecular sciences. 2020; 21 (2): 617. DOI: 10.3390/ijms21020617
8. Рубцова Л.А. и др. Современные методы ведения пациентов педиатрического профиля с постожоговыми рубцовыми поражениями: клинические наблюдения // Вопросы современной педиатрии. 2024; 23 (5): 329–335. Rubtsova L. A. et al. Modern methods of managing pediatric patients with post-burn cicatricial lesions: clinical observations // Issues of modern pediatrics. 2024; 23 (5): 329–335. (In Russ.).
9. Ekelem C. et al. Radiofrequency therapy and noncosmetic cutaneous conditions // Dermatologic Surgery. 2019; 45 (7): 908–930. DOI: 10.1097/DSS.0000000000001925. PMID: 30893163; PMCID: PMC 10939175
10. Pinheiro N. M. et al. Effects of radiofrequency procedure on hypertrophic scar due to burns // Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology. 2015; 29 (1). DOI: 10.1111/jdv.12388. Epub 2014 Feb 14. PMID: 24673645
11. Hernández-Bule M. L. et al. In vitro stimulation with radiofrequency currents promotes proliferation and migration in human keratinocytes and fibroblasts // Electromagnetic Biology and Medicine. 2021; 40 (3): 338–352. https://doi.org/10.1080/15368378.2021.1938113
12. Khedr M. M. et al. Comparison of Nd: YAG laser and combined intense pulsed light and radiofrequency in the treatment of hypertrophic scars: A prospective clinico-histopathological study // Annals of Plastic Surgery. 2020; 84 (5): 518–524. DOI: 10.1097/SAP.0000000000002086
13. Trelles M. A., Martínez-Carpio P. A. Clinical and histological results in the treatment of atrophic and hypertrophic scars using a combined method of radiofrequency, ultrasound, and transdermal drug delivery // International journal of dermatology. 2016; 55 (8): 926–933. DOI: 10.1111/ijd.13253
14. Nicoletti G. et al. Scar remodeling with the association of monopolar capacitive radiofrequency, electric stimulation, and negative pressure // Photomedicine and Laser Surgery. 2017; 35 (5): 246–258. DOI: 10.1089/pho.2016.4180
15. Hernández-Bule M. L. et al. Effects of RF currents on cytokines production in human keratinocytes // Medical Sciences Forum. MDPI, 2023; 21. (1): 29. https://doi.org/10.3390/ECB2023-14096

Статья поступила / Received 16.09.2025
Получена после рецензирования / Revised 19.09.2025
Принята в печать / Accepted 19.09.2025

Сведения об авторах

Рубцова Любовь Алексеевна, врач-дерматовенеролог^{1,2}.
E-mail: lubovrubtz@gmail.com. ORCID: 0000-0001-5245-0394
Круглова Лариса Сергеевна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой дерматовенерологии и косметологии, проректор по учебной работе.
E-mail: kruglovals@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5044-5265
Круглова Мария Сергеевна, студентка 5 курса лечебного факультета³.
E-mail: kruglovamashulka@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3190-7460
Сычев Андрей Владимирович, к.м.н., доцент кафедры хирургии с курсом эндоскопии, проректор по учебной работе, ученый секретарь Ученого совета¹. E-mail: unmc-surgery@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2808-8679

¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия»
Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия
² АО «Институт пластической хирургии и косметологии», Москва, Россия
³ ФGAOU ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Автор для переписки: Рубцова Любовь Алексеевна. E-mail: lubovrubtz@gmail.com

Для цитирования: Рубцова Л.А., Круглова Л.С., Круглова М.С., Сычев А.В. Ведение пациентов с гипертрофическими рубцами с помощью емкостно-резистивной электротерапии при 448 кГц (обзор литературы). Медицинский алфавит. 2025; (23): 25–28. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-23-25-28

About authors

Rubtsova Lyubov A., dermatovenerologist^{1,2}. E-mail: lubovrubtz@gmail.com. ORCID: 0000-0001-5245-0394
Kruglova Larisa S., DM Sci (habil.), professor, head of Dept of Dermatovenereology and Cosmetology, vice-rector for Academic Affairs. Email: kruglovals@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5044-5265
Kruglova Maria S., 5th year student at Faculty of Medicine⁴. E-mail: kruglovamashulka@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3190-7460
Sychev Andrey V., PhD Med, associate professor at Dept of Surgery with a Course in Endoscopy, vice-rector for Academic Affairs, academic secretary of Academic Council¹. E-mail: unmc-surgery@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2808-8679

¹ Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia
² Institute of Plastic Surgery and Cosmetology, Moscow, Russia
³ I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Corresponding author: Rubtsova Lyubov A. E-mail: lubovrubtz@gmail.com

For citation: Rubtsova L. A., Kruglova L. S., Kruglova, M. S., Sychev A. V. Management of patients with hypertrophic scars using capacitive-resistive electrotherapy at 448 kHz (literature review). Medical alphabet. 2025; (23): 25–28. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-23-25-28



DOI: 10.33667/2078-5631-2025-23-28-32

Анализ клинико-анамнестических данных у пациентов с псориазом

Я. В. Козырь¹, Л. С. Круглова²

¹ ГБУЗ «Клинический кожно-венерологический диспансер» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия

² ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Псориаз представляет собой хроническое воспалительное заболевание кожи, характеризующееся гиперпролиферацией кератиноцитов и иммунной дисрегуляцией. Он связан с генетической предрасположенностью, аутоиммунными расстройствами, коморбидной патологией, психическими и психологическими заболеваниями, факторами окружающей среды. Задачей данного исследования было изучить распространенность ладонно-подошвенного псориаза в общей когорте пациентов с псориазом и определить основные факторы риска развития данного фенотипа дерматоза. Для этого проводился анализ клинико-анамнестических данных у пациентов с установленным диагнозом псориаз. Всего в группу исследования вошли 757 пациент с различными фенотипами псориаза, данные которых были проанализированы в общей когорте и в дальнейшем исходя из разделения пациентов по наличию ЛПП, при этом сравнение всех клинико-анамнестических данных проводилось в разрезе наличия поражений в локализации ладоней и подошв.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: псориаз, ладонно-подошвенный псориаз, коморбидная патология, триггерные факторы.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.