

Устройства-активаторы мышечной помпы в лечении хронических язв и ран (обзор литературы)

В. Г. Михайлов

ГАУЗ Свердловской области
«Свердловская областная клиническая больница №1»
Россия, 620102, Екатеринбург, ул. Волгоградская, д.185

Контактное лицо: Владимир Геннадьевич Михайлов, mihailovvg@yandex.ru

Проблема заживления хронических ран и длительно незаживающих язв далека от окончательного решения, многие пациенты продолжают жить с ними даже после того, как все стандартные варианты лечения были исчерпаны.

Цель исследования — обобщение опубликованных доказательств эффективности устройств-активаторов мышечной помпы в управлении хроническими язвами и ранами с отражением результатов клинического использования устройств такого рода.

Материалы и методы исследования. Проведен поиск литературы по базам PubMed, Google Scholar, e-Library за период с 2010 по 2025 г. В анализ было включено 17 полнотекстовых публикаций любого дизайна, которые оценивали влияние устройств-активаторов мышечной помпы на кровоток и микроциркуляцию или на заживление ран у пациентов с хроническими дефектами мягких тканей. В 7 исследованиях использовалось сравнение с группой, в которой применялась стандартная терапия лечения длительно незаживающих ран, группа воздействия отличалась добавлением физиотерапии активаторами мышечной помпы. Общее количество участников групп воздействия/сравнения 163/152 человек, общее количество пациентов из наблюдательных исследований — 164 человек.

Результаты исследования. Трудно заживающие раны всех этиологий под действием устройств-активаторов мышечной помпы демонстрировали более высокую скорость заживления, уменьшение количества перевязок, улучшение качества жизни пациента и лучший контроль боли и отека, чем в случаях лечения только стандартной терапией.

Заключение. Доказана эффективность использования устройств-активаторов мышечной помпы в качестве дополнительной терапии для улучшения функции насоса икроножных мышц у пациентов с хроническими язвами и ранами, которые не могут переносить оптимальную компрессионную терапию. Однако для подтверждения всех преимуществ необходимы дальнейшие более масштабные рандомизированные клинические исследования, посвященные использованию устройств-активаторов мышечной помпы.

Ключевые слова: хронические раны, трофические язвы, диабетическая стопа, активатор мышечной помпы, малоберцовый нерв, скорость заживления, отек, нейромышечная электростимуляция, микроциркуляция, скорость кровотока.

Для цитирования: Михайлов В. Г. Устройства-активаторы мышечной помпы в лечении хронических язв и ран (обзор литературы). Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костючёнка. 2026; 13 (2): 24–34.

DOI: 10.25199/2408-9613-2026-13-2-24-34

cc by 4.0

Muscle pump activator devices in the treatment of chronic ulcers and wounds (literature review)

V. G. Mikhaylov

Clinical hospital № 1 of Sverdlovsk region
185 Volgogradskaya str., Ekaterinburg, 620102, Russia

The problem of healing chronic ulcers and wounds is far from its final solution, many patients continue to live with them even after all standard treatment options have been exhausted.

Objective. The aim of this review is to summarize the published evidence on the effectiveness of muscle pump activator devices in the management of chronic ulcers and wounds, reflecting the clinical use of such devices.

Material and methods. A literature search was conducted in PubMed, Google Scholar, and e-Library for the period from 2010 to 2025. Seventeen full-text publications of any design were included for the review that assessed the effect of pump activator devices on blood flow and microcirculation or on wound healing in patients with chronic wounds and ulcers. Seven studies used a comparison with a control group, which received standard therapy for wound healing, the intervention group differed from the control group by the addition of pump activator devices physiotherapy. The total number of participants in the intervention/control group was 163/152 pers., the total number of patients from observational studies was 164.

Research results. Difficult-to-heal wounds of all etiologies showed a higher healing rate, reduced dressings, improved patient quality of life, pain and swelling control under the influence of pump activator devices than in cases of treatment with standard therapy alone. Given the lack of work on this topic in e-Library, the author finds it useful to draw the attention of the audience to pump activator devices as an additional option for healing chronic wounds of all etiologies.

Conclusion. The effectiveness of using muscle pump activators as an additional therapy to improve the function of the calf muscle pump in patients with chronic ulcers and wounds who cannot tolerate optimal compression therapy has been proven. However, further large-scale randomized clinical trials on the use of muscle pump activator devices are needed to confirm these benefits.

Keywords: chronic wounds, trophic ulcers, muscle pump activator devices, peroneal nerve, healing rate, edema, neuromuscular electrical stimulation, microcirculation, blood flow rate.

For citation: Mikhaylov V. G. Muscle pump activator devices in the treatment of chronic ulcers and wounds (literature review). Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2026; 13 (2): 24–34.

Введение

Хроническая рана – это рана, которая не прогрессирует посредством нормальной, упорядоченной и своевременной последовательности заживления или в которой процесс заживления не восстанавливает анатомическую и функциональную целостность по истечении 3 мес [1]. Наиболее распространенными примерами хронических ран являются:

- ✓ венозные трофические язвы (ВТЯ), ишемические язвы и язвы смешанной этиологии нижних конечностей;
- ✓ язвы диабетических стоп (ЯДС) с нейропатическими, ишемическими и нейроишемическими поражениями;
- ✓ пролежни.

Хронические раны – серьезное физическое и психосоциальное бремя для пациентов, которое также требует больших затрат от систем здравоохранения [2]. Хотя существуют стратегии лечения хронических ран, многие пациенты продолжают жить с незаживающими раневыми дефектами даже после того, как все варианты лечения были исчерпаны, или могут иметь противопоказания к оптимальному стандарту лечения. Например, некоторые пациенты с ВТЯ могут не переносить компрессионную терапию из-за боли, местного отека или ишемии, или же не испытывать улучшений даже при оптимальной компрессии, не говоря уже о низком комплаенсе этого метода с показателями от 23 % официальных отказников до 80 % недокументированных случаев отказов в реальной жизни [3]. Кроме того, артериальный компонент этиологии имеет важные последствия для лечения, поскольку наличие заболевания периферических артерий исключает использование необходимой компрессии [4].

Этот терапевтический пробел может быть заполнен с помощью устройств-активаторов мышечной помпы (АМП). Первое из таких устройств – geko™ – используется для лечения ран и наклеивается на головку малоберцовой кости, не нарушая компрессионную терапию (рис. 1).

Устройство функционирует путем стимуляции общего малоберцового нерва для активации венозных мышечных насосов голени, увеличивая приток крови. Оно вызывает тыльное сгибание стопы (дорсифлексия) в голеностопном суставе и, активируя мышцы переднего и бокового отделов голени, сгибаемые мышцы голени пассивно растягиваются, действуя как насос икроножной мышцы. При этом обеспечивается постоянное улучшение функции насоса икроножной мышцы, когда пациенты лежат, сидят или стоят, что приводит к увеличению притока крови к голени и стопе. Если тыльное сгибание отсутствует, как это наблюдается на поздней стадии диабетической нейропатии, когда утрачивается двигательная функция, терапевтический эффект может быть снижен. Однако исследование с помощью спекл-спектроскопии показало увеличение микроциркуляторной перфузии,



Рис. 1. Устройства-активаторы мышечной помпы (АМП): А – Zhejiang Haichuang (Китай); Б – АМП ONB (Китай); В – АМП ONB в рабочем положении; Г – АМП geko™ (UK) в сочетании с биндажом; Д – АМП «Нейтор» (Россия), фото из открытых источников
Fig. 1. Muscle pump activator (MPA): А – Zhejiang Haichuang (China); Б – MPA ONB (China); В – MPA ONB in working position; Д – MPA geko™ (UK) in combination with a bandage; Е – MPA «Neutor» (Russia), photos from open sources

даже при отсутствии дорсифлексии и еще большее увеличение микроциркуляции при наличии тыльного сгибания [5, 6].

Электростимуляция без вовлечения тыльного сгибания ранее уже была предметом исследования как зарубежных, так и российских специалистов с получением обнадеживающих результатов, в том числе использовался метод прямой стимуляции мышц с помощью электродов, накладываемых на различные мышцы голени [7–9], что повлекло его включение в состав комплексной терапии ВТЯ [10]. Другой вариант электролечения состоит в приложении электродов к краям раны. Оба этих способа требуют от пациентов ежедневного посещения клиник, так как такое позиционирование электродов должно производиться квалифицированным медицинским персоналом, и сопряжено со снятием раневых повязок, что, возможно, увеличивает вероятность инфицирования из-за частых и/или неправильных манипуляций с повязками [11–13]. Однако форм-фактор новых АМП (рис. 1) предполагает иную точку приложения стимуляции и придает больше преимуществ, в том числе допуская:

1) сочетание с различными видами эластичной и неэластичной компрессионной терапии;

2) существенное удлинение сеансов нейростимуляции за счет мобильности, ношения;

3) возможность проведения домашней физиотерапии при отсутствии ограничений передвижения в повседневной жизни пациентов за счет улучшения комплаенса, доступности и снижения стоимости этой технологии;

4) снижение риска инфицирования за счет исключения зависимости проведения сеансов физиотерапии АМП от нарушения раневой повязки.

Так, производитель устройства Geko™ (UK) рекомендует проведение ежедневных непрерывных 12-часовых сеансов стимуляции с последующим 12-часовым перерывом.

Цель исследования – анализ эффективности АМП в управлении хроническими язвами и ранами, с обоснованием клинического использования устройств такого рода по данным опубликованных результатов.

Материалы и методы исследования

Проанализированы публикации по тематике влияния активации мышечной помпы путем стимуляции малоберцового нерва на венозную, артериальную и микроциркуляционную перфузию у пациентов с хроническими язвами и ранами. Ставилась задача обобщить имеющиеся данные о влиянии устройств АМП на гемодинамические эффекты и на улучшение заживления хронических язв и ран. Работы на когортах здоровых добровольцев из нашего рассмотрения исключались.

Поиск статей производился в базах PubMed, Google Scholar, e-Library за период с 2010 по 2025 г. Применяли следующие поисковые конструкции: «neuromuscular electrical stimulation», «muscle pump activator», «peroneal nerve stimulation» в сочетании с «lower limb blood flow», «wound healing», а в русскоязычном сегменте – «НМЭС», «нейромышечная электростимуляция», «активатор мышечной помпы», «перонеальный», «малоберцовый», «заживление язв», «заживление ран», «кровоток в нижних конечностях». Всего найдено 112 публикаций, анализ которых привел к исключению работ, не совпадающих с критериями включения. Поиск в русскоязычном сегменте не показал наличие ни одной работы, посвященной устройствам АМП. Дополнительные публикации найдены по ссылкам, перечисленным в статьях, которые были идентифицированы в результате поиска. Окончательно в обзор включено 17 полнотекстовых публикаций, которые идентифицированы, проверены и, как было установлено, соответствовали критериям включения, то есть оценивали влияние АМП на кровоток и микроциркуляцию или на заживление ран у пациентов с хроническими ранами и язвами.

Результаты исследования

Основные результаты и характеристики статей, включенных в настоящий обзор, представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, работы по использованию АМП в популяциях пациентов начали появляться с 2014 г. и публикуются по настоящее время. Кроме того, встречаются статьи с более ранними годами публикации по исследованию АМП на здоровых волонтерах, которые не включены нами в настоящий обзор. Работы, представленные в таблице, выполнены в соответствии с самыми разными дизайнами, различающимися по уровню достоверности доказательств: это рандомизированные клинические исследования, эксперименты «до-после», обсервационные исследования, серии случаев и, наконец, экономический анализ «затраты-эффективность» на базе рандомизированных клинических исследований. В 7 исследованиях использовалось сравнение с контрольной группой, к которой, как правило, применялась стандартная терапия заживления язв и ран. В то же время группа воздействия отличалась от контрольной добавлением физиотерапии АМП, что подчеркивает дополнительную эффективность этого метода. Результаты работ относятся к 2 группам: 1) либо первичные, в том числе венозные и артериальные гемодинамические параметры и показатели микроциркуляции; 2) либо вторичные, в том числе метрики, связанные с динамикой заживления ран, отеков нижних конечностей, оценки боли, доли полностью заживших ран в группах, шкалы качества жизни. Для объективного

Таблица 1. Доказательная база применения устройств-активаторов мышечной помпы (2010–2025)
Table 1. Evidence base for the use of muscle pump activator (2010–2025)

Статья Article	Тип раны или диагноз Type of wound or diagnosis	Дизайн Design	Размер активной/ контрольной групп, чел Size of active/ control groups, people	Интервенция/ контроль Intervention/control	Доза АМП Dose of MPA	Показатели активной/ контрольной групп Active/control group parameters
R.H. Bull et al., 2023 [14]	ВТЯ VTU	РКИ RCT	30/30 (9 выбыло) (9 dropped out)	АМП+СТ/СТ MPA + ST/ST	12 ч /сут, 4 нед 12 hours a day, 4 weeks	WMA – 0,522*/0,243* мм/нед; PAR – 1,545*/0,615*; Улучшение VCSS – 15,1/12,8 %; Снижение VAS – 30,1/21,1 %; Доля заживлений через 3 мес – 42/27 % WMA – 0,522*/0,243* mm/ week; PAR – 1,545*/0,615*; VCSS improvement – 15.1/12.8 %; Decrease in VAS – 30.1/21.1 %; Healing rate after 3 months – 42/27 %
S. Aquil et al., 2019 [15]	Хирургический разрез у реципиентов почки и комплекса почка + поджелудоч- ная железа. Surgical incision in kidney and kidney+pancreas complex recipients	РКИ RCT	52/52	АМП/КТ+ Пневмокомпрессия AMP/CT+ Pneumocompression	После операции, 6 сут After surgery, 6 days	Частота инфекционных осложнений** – 12/29 %; SWSS 5 ДПО* – 2,7/3,0; Частота увеличения отека раны* – 22/52 %; Частота снижения отека раны* – 48/31 % Incidence of infectious complications** – 12/29 %; SWSS 5 DAS* – 2.7/3.0; Frequency of increased swelling of the wound* – 22/52 %; Frequency of reduction of wound edema*: 48/31 %
K.J. Williams et al., 2021 [16]	1) Здоровые; 2) ВН поверхност- ных вен; 3) ВН глубоких вен; 4) Обструк- ция глубоких вен 1) Healthy; 2) VI of superficial veins; 3) VI of deep veins; 4) Obstruction of deep veins	До-после Before and after	1) 10; 2) 10; 3) 10; 4) 10	АМП активен/ АМП пассивен MPA is active/ MPA is passive	4–6 ч/сут, 6 нед 4–6 hours a day, 6 weeks	Увеличение PV(v) и VF(v) (%): 1) 34,8* и -22,5*; 2) 62,8* и 37,5; 3) 9,0 и 17,4**; 4) 14,8 и 5,9 Снижение отека: 1) 0,2 % 2,3,4) 11,6 %** Улучшение VDS: 2,3,4 на 1 балл**; Улучшение AVVQ: 2,3,4 на 6 баллов; Улучшение SF-12: 2,3,4 на 10 баллов Increase in PV(v) and VF(V) (%): 1) 34.8* and -22.5*; 2) 62.8* and 37.5; 3) 9.0 and 17.4**; 4) 14.8 and 5.9 Reduction of edema: 1) 0.2 % 2,3,4) 11.6 %** VDS improvement: 2,3,4 by 1 point**; AVVQ improvement: 2,3,4 by 6 points; SF-12 improvement: 2,3,4 by 10 points

S.K. Das et al., 2021 [17]	ВТЯ Хронические, (диаметром 1–10 см) Chronic VTU, (1–10 cm in diameter)	До-после Before and after	14	АМП активен/ АМП пассивен MPA is active/ MPA is passive	30 мин/ min	PV(в') (см/с): =сидя* – 33/10 =лежа* – 47/14; PV(a) (см/с) =сидя* – 78/57; =лежа* – 98/79 PV(in') (см/с): =sitting* – 33/10 =lying down* – 47/14; PV(a) (см/с) =sitting* – 78/57; =lying down* – 98/79
K.G. Harding et al., 2025 [18]	Язвы смешанной этиологии Ulcers of mixed etiology	До-после Before and after	7	АМП активен/ АМП пассивен MPA is active/ MPA is passive	30 мин/ min	Улучшение МКЦ: =ложе раны – 38 % =околораневая область – 19 %**; Улучшение пульсации =ложе раны – 214 %** =околораневая область – 122 %** MCC Improvement: =wound bed 38 % =near-orange area 19 %**; Improved pulsation =wound bed 214 %** =near-orange area 122 %**
D.C. Bosanquet et al., 2021 [19]	Ишемические (незаживающие) Ischemic (non-healing)	До-после Before and after	8	АМП активен/ АМП пассивен MPA is active/ MPA is passive	30 мин/ min	Улучшение МКЦ: =ложе раны – 64 %* =околораневая область – 37 %**; Улучшение пульсации: =ложе раны – 452 %* =околораневая область – 188 %* MCC Improvement: =wound bed 64 %* =near-orange area 37 %**; Improved pulsation: =wound bed 452 %* =near-orange region 188 %*
S.K. Das et al., 2021 [6]	ВТЯ VTU	До-после Before and after	16	АМП активен/ АМП пассивен MPA is active/ MPA is passive	30 мин/ min	Улучшение МКЦ =ложе раны 27 %** =околораневая область 34 %*; Улучшение пульсации =ложе раны 170 %* =околораневая область 173 %* MCC Improvement =wound bed 27 %** =near-orange region 34 %*; Improved pulsation =wound bed 170 %* =near-orange region 173 %*
C. Harris et al., 2017 [20]	ВТЯ, незаживающие >24 нед VTU that have not healed for more than 24 weeks	Обсервационное Observational	6/5 (30 ран) 6/5 (30 wounds)	АМП+ СТ/СТ MPA+ ST/ST	2 ч/сут 1 нед, затем е до 8 ч / сут с шагом 2 ч в нед 2 hours per day for 1 week, then up to 8 hours per day in increments of 2 hours per week	Еженедельное уменьшение площади раны – 7,0 %/1,8 %; Доля вылеченных через 48 нед – 75,0 % /8,3 %; Доля улучшений – 12,5 %/ 58,3 %; Доля ухудшений – 12,5 % / 33 % Weekly reduction of wound area – 7.0 %/1.8 %; The proportion of those cured after 48 weeks – 75.0 %/8.3 %; Percentage of improvements – 12.5 %/58.3 %; Percentage of deterioration – 12.5 %/33 %

C. Harris et al., 2019 [21]	ВТЯ (4), ЯДС (3), пролежни (2), хирургические разрезы (1) VTU (4), DFU (3), pressure sores (2), surgical incisions (1)	Обсервационное Observational	7/4 (1 выбыл) 7/4 (1 dropped out)	АМП+СТ/СТ МРА+СТ/СТ	2 ч/сут, 3 раза в нед до 27 нед 2 hours a day, 3 times a week for up to 27 weeks	Еженедельное уменьшение площади раны – 9,75 %/-1,26 %; Weekly reduction of wound area – 9.75 %/-1.26 %;
S. Yilmaz et al., 2016 [22]	Критическая ишемия конечностей Critical ischemia limbs	Проспективное, рандомизированное Prospective, randomized	11/11	АМП+инфузия Илопрост/инфузия Илопрост МРА+Илопрост infusion/Илопрост infusion	1 ч, каждые 4 ч, 2 нед 1 hour, every 4 hours, 2 weeks	Повышение V(a') – с 23,8 до 32,2*/с 17,6 до 18,6; Повышение V(a'') – с 27,8 до 31,3/ с 27,0 до 26,1; Увеличение проходимой дистанции (м) – с 89,0 до 300,0*/с 86,3 до 182,7*; Улучшение сатурации – с 89,0 до 92,0/с 88,7 до 91,0 Increase in V(a') – from 23.8 to 32.2*/from 17.6 to 18.6; Increase in V(a'') – from 27.8 to 31.3/ from 27.0 to 26.1; Increase in walking distance (m) – from 89.0 to 300.0*/from 86.3 to 182.7*; Saturation improvement – from 89.0 to 92.0/from 88.7 to 91.0
N.J. Jones et al., 2018 [23]	ВТЯ (19), ЯДС (3), язвы смешанной этиологии (3), (незаживающие >12 нед) VTU (19), DFU (3), ulcers of mixed etiology (3), (non-healing for more than 12 weeks)	Серия случаев без контрольной группы A series of cases without a control group	30 (5 выбыло) 30 (5 dropped out)	АМП + СТ МРА + ST	8 нед/ weeks	Через 8 нед: 2 участника достигли полной эпителизации; Средняя площадь ран ↓ на 7,6 см ² ; Доля грануляционной ткани ↑ на 21 %; Уровень боли по шкале Ликерта снизился у 52 % участников After 8 weeks: 2 participants achieved complete epithelialization; Average wound area ↓ by 7.6 cm ² ; Proportion of granulation tissue ↑ by 21 %; The level of pain on the Likert scale decreased in 52 % of participants.
M.V. Ingves and A.N. Power, 2014 [24]	ВТЯ (1), ЯДС (1), отеки, боль VTU (1), DFU (1), swelling, pain	Серия случаев без контрольной группы A series of cases without a control group	2	АМП МРА	1) 2 ч /сут 5 нед, затем 4 ч/сут 5 нед; 2) 4 нед ежедневно 1) 2 hours a day for 5 weeks, then 4 hours a day for 5 weeks; 2) 4 weeks daily	По окончании курса АМП: Уменьшение диаметра голени на 5 и 13 %; Снижение отека стоп на 7 %; Уменьшение площади язвы на 68 %; Уменьшение окружности голени на 21 %; Снижение боли At the end of the MPA course: Reduction of shin diameter by 5 and 13 %; Reduction of foot edema by 7 %; Reduction of ulcer area by 68 %; Lower leg circumference reduction by 21 %; Pain reduction

R.G. Sibbald et al., 2024 [25]	ВТЯ (70), ЯДС (4), ишемические и смешанной этиологии (8), травмы и хирургические разрезы (3), лимфедема (1), множественная этиология (41) незаживающие >5, 14, 21 мес VTU (70), DFU (4), ischemic and mixed etiology (8), injuries and surgical incisions (3), lymphedema (1), multiple etiology (41) unhealed for more than 5, 14, 21 months	Многоцентровая серия случаев, до-после Multicenter case series, before-after	127	АМП + СТ/СТ MPA + ST/ST	12 ч/сут, до 9 нед 12 hours a day, up to 9 weeks	ВТЯ – 30/70 заживление после 9 нед АМП; ЯДС – заживление после 7 нед АМП; Ишемические язвы – ↓ площади раны на 97 %, отека и боли с 8/10 до 2/10; Язвы смешанной этиологии – 4/6 Заживление через 8,7 нед АМП; Травмы и хирургия – 2/3 Заживление после 5,2 мес АМП; Язвы множественной этиологии – 15/41 заживление после АМП; У всех пациентов АМП ускорение еженедельного уменьшения площади ран, снижение отеков и боли по сравнению с СТ VTU – 30/70 healing after 9 weeks; DFU – healing after 7 weeks; Ischemic ulcers – 97 % increase in wound area, swelling and pain from 8/10 to 2/10; Ulcers of mixed etiology – 4/6 Healing after 8.7 weeks; Injuries and Surgery – 2/3 Healing after 5.2 months; Ulcers of multiple etiology – 15/41 healing after MPA; In all MPA patients, acceleration of weekly reduction of wound area, reduction of edema and pain compared with ST
R. Tuson et al., 2024 [26]	ВТЯ VTU	Анализ «затраты-эффективность» Cost-effectiveness analysis	29/22	АМП+ СТ/СТ MPA + ST/ST	12 ч/сут, до 16 нед 12 hours a day, up to 16 weeks	Добавление АМП к СТ повысило вероятность заживления на 68 % по сравнению с СТ. Добавление АМП приведет к экономии средств в размере 774,14€ на пациента по сравнению с одним СТ . Добавление АМП в стандарт лечения ВТЯ приведет к сокращению затрат на 15 %. Adding MPA to ST increased the chance of healing by 68 % compared to ST . The addition of MPA will result in cost savings of €774.14 per patient compared to one ST . Adding MPA to the standard of VTU treatment will result in a 15 % reduction in costs%
H. Murray et al., 2025 [27]	ВТЯ (<12 см ² , >3 мес) VTU (<12 cm ² , more than 3 months)	Обсервационное/ретроспективное Observational/retrospective	15/15	АМП + СТ/СТ MPA + ST/ST	6 ч /сут, 6 дней в неделю до 56 суток 6 hours a day, 6 days a week for up to 56 days	Скорость заживления, мм/нед – 0,56**/0,31**; Закрытие раны, сут – 40**/77** Healing rate, mm/week – 0,56**/0,31**; Wound closure, day – 40**/77**

A. Collarte et al., 2025 [28]	ВТЯ VTU	Серия случаев без контрольной группы Series of cases without a control group	5	АМП + СТ MPA + ST	12 ч/сут, 7 сут/нед, до закрытия 12 hours/day, 7 days/week, before closing	Возраст язвы до АМП/время заживления с АМП, нед – 6/4, 11/4, 14/8, 6/5, 9/8; VAS до АМП/VAS после АМП – 10/1, 4/0 Ulcer age before MPA/healing time after MPA, weeks – 6/4, 11/4, 14/8, 6/5, 9/8; VAS before MPA/VAS after MPA – 10/1, 4/0
D.C. Bosanquet et al., 2025 [29]	ЯДС (11 – нейропатические, 2 – нейроишемические) DFU (11 –neuropathic, 2 – neuroischemic)	До-после Before and after	13	АМП активен/ АМП пассивен MPA is active/ MPA is passive	30 мин/ min	Улучшение МКЦ: =ложа раны – 40 %* =околораневая область – 104 %*; =улучшение пульсации =ложа раны – 220 %* =околораневая область – 405 %* MCC Improvement: =wound bed 40 %* =near-orange region 104 %*; =improved pulsation =wound bed 220 %* =near-orange area 405 %*

Примечание. * – $p < 0,01$; ** – $p < 0,05$; РКИ – рандомизированное клиническое исследование; ВТЯ – венозная трофическая язва; ЯДС – язва диабетической стопы; АМП – активатор мышечной помпы; СТ – стандартная терапия; WMA – показатель «продвижение края раны»; PAR – процент уменьшения площади раны; VCSS – баллы венозной клинической тяжести; VAS – визуальная аналоговая шкала боли; КТ – компрессионная терапия; SWSS – система оценки ран Southampton; ДПО – день после операции; ВН – венозная недостаточность; PV(в) – пиковая скорость в бедренной вене; VF(в) – объемный расход в бедренной вене; VDS – оценка венозной недостаточности; AVVQ – Абердинский опросник по варикозному расширению вен; SF-12 – шкала качества жизни; PV(в') – пиковая скорость в подколенной вене; PV(а) – пиковая скорость в артерии нижней конечности; МКЦ – микроциркуляция; V(а') – скорость в передней большеберцовой артерии; V(а'') – скорость в задней большеберцовой артерии

Note. * – $p < 0.01$; ** – $p < 0.05$; RCT – randomized clinical trial; VTU – venous trophic ulcer; DFU – diabetic foot ulcer; MPA – muscle pump activator; ST – standard therapy; WMA – «wound edge advancement» indicator; PAR – percentage of wound area reduction; VCSS – venous clinical severity scores; VAS – visual analog pain scale; CT – compression therapy; SWSS – Southampton wound assessment system; DAS – day after surgery; VI – venous insufficiency; PV(b) – peak velocity in the femoral vein; VF(b) – volume flow in the femoral vein; VDS – assessment of venous insufficiency; AVVQ – Aberdeen Questionnaire on varicose veins; SF-12 – quality of life scale; PV(b') – peak velocity in the popliteal vein; PV(a) – peak velocity in the artery of the lower limb; MCC – microcirculation; V(a') – velocity in the anterior tibial artery; V(a'') is the velocity in the posterior tibial artery.

измерения гемодинамических параметров кровотока (PV, VF, V) применялись ультразвуковые методы, а для показателей микроциркуляции – лазерная доплеровская визуализация и лазерная спекл-визуализация [3, 6, 15–18]. Что касается доз АМП, приведенных в работах, то, несмотря на рекомендацию производителя АМП Geko™ о непрерывных сеансах 12 ч/сут, в исследованиях использовались и иные режимы воздействия, в том числе, например, режим титрации с началом 2 ч/сут с постепенным повышением с шагом 2 ч/сут/неделя. Хотя большинство авторов отмечают дозозависимый эффект АМП (чем дольше сеанс, тем более выраженный клинический ответ), тем не менее ими в расчет берутся вопросы улучшения комплаенса пациентов и переносимости АМП, что на практике ведет к преобладанию субоптимальных режимов. Длительность курсов физиотерапии, как правило, ограничивалась стоимостью одноразового АМП Geko™, который был использован авторами всех представленных исследований. И только совсем недавно, в 2024 г.,

был завершен расчет экономической эффективности добавления АМП Geko™ в медицинскую технологию заживления хронических ран, который убедительно показал сокращение общих затрат на 15 % с учетом повышения скорости заживления на 68 % по сравнению с только стандартной терапией [26].

Во всех работах отмечается удовлетворительная переносимость АМП пациентами. Из нежелательных явлений упоминаются контактный дерматит в форме местного покраснения и/или раздражения в месте контакта электродов, которые легко преодолеваются позиционированием АМП чуть ниже или чуть выше головки малоберцовой кости по ходу малоберцового нерва и рутинной местной терапией в промежутках между сеансами физиотерапии.

Обсуждение

Одной из причин очевидного дефицита доказательств в поддержку вмешательств по заживлению ран является настойчивое требование полного заживления

как результата и дизайн рандомизированных клинических исследований (РКИ) в качестве стандарта доказательств [14]. Неоднородность язв и их траекторий [30] затрудняет сопоставление контрольных и интервенционных групп. Для решения проблемы было предложено использовать альтернативные конечные точки, такие как скорость закрытия раны [31, 32]. Измерение скорости заживления можно проводить в течение нескольких недель, тогда как время до полного закрытия может составлять много месяцев или даже лет. Это повышает шансы сделать исследование осуществимым. С другой стороны, эта метрика позволяет избежать и запутанности от сбивающей с толку гетерогенности между экспериментальной и контрольной группами, заменив золотой стандарт РКИ, дизайном «до-после», то есть проведя ее измерение у каждого участника дважды – до тестируемого воздействия и после [14].

Имеются последовательные доказательства улучшения скорости и объема кровеносного потока и микроциркуляции как у здоровых субъектов, так и у пациентов с сосудистыми заболеваниями, осложненными наличием хронических язв и ран. В некоторых из изученных когорт улучшения не были статистически значимыми, что отчасти может быть связано с их небольшими размерами.

Растет количество доказательств того, что использование АМП в дополнение к стандартному лечению действительно ускоряет заживление хронических язв и ран. Исследования, которые продемонстрировали улучшение заживления ран с помощью АМП в сочетании со стандартной терапией по сравнению с одной только стандартной терапией, подчеркивают роль функции насоса икроножных мышц, достигаемое за счет нейромышечной стимуляции малоберцового нерва. Важным является то, что АМП обеспечивает непрерывное улучшение функции насоса икроножных мышц, независимо от того, ходит пациент или отдыхает. Улучшение же функции икроножных мышц с помощью компрессии происходит только во время периодической нагрузки икроножной мышцы [3].

Раны под действием устройств АМП демонстрировали более высокую скорость заживления, сокращение перевязок, что приводило к снижению потребности в услугах среднего медицинского персонала, улучшение качества жизни пациента и обеспечение контроля боли и отеков. Важно, что устройство АМП надевается чуть ниже колена, что позволяет ему быть совместимым с оптимальной компрессионной терапией, повышая ее эффективность. Это было продемонстрировано двух-трехкратным увеличением кровотока при использовании устройства АМП в сочетании с компрессией [33].

У пациентов с заболеванием периферических артерий и ишемической болью в покое, связанной с

изъязвлением, требуется реваскуляризация с помощью открытых или рентгенэндоваскулярных вмешательств. Однако сосудистая реконструкция может быть невыполнима у некоторых пациентов с заболеваниями периферических артерий, особенно с дистальной локализацией. Этим пациентам может быть полезно добавление терапии с использованием устройства АМП для предотвращения ампутации.

Учитывая способность АМП оптимизировать течение раневого процесса длительно незаживающих ран, эти устройства предлагают потенциально большую возможность экономии средств для систем здравоохранения. Экономия средств может быть особенно выраженной, если начинать терапию с помощью устройства АМП на ранней стадии (≤ 4 нед) лечения ран.

Представленный обзор не лишен недостатков. Он не является систематическим обзором, выполненным по стандартам PRISMA. Оценка однородности групп сравнения в обсервационных наблюдениях невозможна из-за недостаточности приведенных демографических и клинических данных о пациентах. В анализируемых работах остались неизученными эффекты фиктивных устройств АМП в связи с техническими трудностями полноценного ослепления участников.

Несмотря на то, что данный обзор и включенные в него публикации не безупречны в методическом отношении, а также учитывая отсутствие работ по этой тематике в русскоязычном сегменте, автор находит полезным обратить внимание российской аудитории на дополнительный вариант лечения хронических язв и ран нижних конечностей. Не лишним будет упомянуть, что свидетельством признания зрелости метода АМП стало его единогласное включение в 2025 г. как новой технологии в Консенсусное заявление канадских специалистов по управлению ВТЯ [34].

Заключение

Теперь у клиницистов есть возможность использовать АМП в качестве дополнительной терапии для улучшения функции насоса икроножных мышц у пациентов с хроническими язвами и ранами, которые не могут переносить оптимальную компрессионную терапию, у тех пациентов, чьи язвы не заживают должным образом при оптимальной компрессионной терапии, а также группам, которым она противопоказана. Существуют последовательные доказательства того, что АМП действительно улучшает функцию насоса икроножных мышц, заживление ран, и поэтому показан для этих пациентов. Для подтверждения перечисленных преимуществ необходимы дальнейшие, более масштабные, РКИ использования АМП у этих пациентов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки

Funding. The study had no sponsorship.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Bowers S, Franco E. Chronic wounds: evaluation and management. *Am Fam Physician*. 2020;101(3):159-166.
2. Богачев В.Ю., Алухьян О.А., Лобанов В.Н., Ларина А.Р. Принципы местного лечения венозных трофических язв и роль эпидермального фактора роста // *Амбулаторная хирургия*. — 2024. — Т. 21. — №2. — С. 11-20.
[Bogachev VYu, Alukhanyan OA, Lobanov VN, Larina AR. Principles of the local treatment of venous trophic ulcers and the role of epidermal growth factor. *Ambulatornaya khirurgiya = Ambulatory Surgery (Russia)*. 2024;21(2):11-21. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.21518/akh2024-043>
3. Stacey MC, Sibbald RG, Evans R. Continuous muscle pump activation by neuromuscular electrical stimulation of the common peroneal nerve in the treatment of patients with venous leg ulcers: A position paper. *Int Wound J*. 2024;21(9):e70040. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.70040>
4. Lim SLX, Chung RE, Holloway S, Harding KG. Modified compression therapy in mixed arterial-venous leg ulcers: an integrative review. *Int Wound J*. 2021;18(6):822-42. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.13585>
5. Limited F. Speckle imaging showing microcirculatory blood flow at baseline with the geko™ device switched on 2019. URL: <https://www.gekodevices.com/>
6. Das SK, Dhoonmoon L, Bain D, Chhabra S. Microcirculatory changes in venous leg ulcers using intermittent electrostimulation of common peroneal nerve. *J Wound Care*. 2021;30(2):151-155. doi: <https://doi.org/10.12968/jowc.2021.30.2.151>
7. Богачев В.Ю., Голованова О.В., Кузнецов А.Н., Шекоян А.О. Электростимуляция — новый метод лечения хронической венозной недостаточности нижних конечностей // *Флебология*. — 2010. — Т. 4. — №1. — С. 22-27.
[Bogachev VYu, Golovanova OV, Kuznetsov AN, Shekoian AO. Electromuscular stimulation: a new method for the treatment of chronic venous insufficiency in the lower extremities. *Flebologiya [Phlebology]*. 2010;4(1):22-27. (In Russ.)]
8. Богачев В.Ю., Васильев В.Е., Лобанов В.Н. и др. Электростимуляция в лечении венозных трофических язв // *Флебология*. — 2014. — Т. 8. — №3. — С. 18-24.
[Bogachev VYu, Vasil'ev VE, Lobanov VN, et al. The application of electric muscle stimulation for the treatment of venous trophic ulcers. *Journal of Venous Disorders*. 2014;8(3):18-24. (In Russ.)]
9. Griffin MA, Nicolaides AN, Bond D, et al. The efficacy of a new stimulation technology to increase venous flow and prevent venous stasis. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2010;40:766-771. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2010.06.019>
10. Камаев А.А., Булатов В.Л., Вахратьян П.Е. и др. Клинические рекомендации. Варикозное расширение вен // *Флебология*. — 2022. — Т. 16. — №1. — С. 41-108. [Kamaev AA, Bulatov VL, Vakhratyan PE, et al. *Clinical Guidelines. Varicose Veins. Flebologiya*. 2022;16(1):41-108. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.17116/lebo20221601141>
11. Peters EJ, Lavery LA, Armstrong DG, Fleischli JG. Electric stimulation as an adjunct to heal diabetic foot ulcers: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(6):721-725. doi: <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.23780>
12. Ud-Din S, Bayat A. Electrical stimulation and cutaneous wound healing: a review of clinical evidence. *Healthcare (Basel)*. 2014;2(4):445-467. doi: <https://doi.org/10.3390/healthcare2040445>
13. Gianino E, Miller C, Gilmore J. Smart wound dressings for diabetic chronic wounds. *Bioengineering (Basel)*. 2018;5(3):51. doi: <https://doi.org/10.3390/bioengineering5030051>
14. Bull RH, Clements D, Collarte AJ, Harding KG. The impact of a new intervention for venous leg ulcers: a within-patient controlled trial. *Int Wound J*. 2023;20(6):2260-2268. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.14107>
15. Aquil S, Sharma H, Alharbi B, et al. The impact of a muscle pump activator on incisional wound healing compared to standard stockings and compression devices in kidney and kidney-pancreas transplant recipients: a randomized controlled trial. *Can Urol Assoc J*. 2019;13(11):E341-E349. doi: <https://doi.org/10.5489/auaj.5822>
16. Williams KJ, Moore HM, Ellis M, Davies AH. Pilot trial of neuromuscular stimulation in human subjects with chronic venous disease. *Vasc Health Risk Manag*. 2021;17:771-778. doi: <https://doi.org/10.2147/VHRM.S320883>
17. Das SK, Dhoonmoon L, Chhabra S. Neuromuscular stimulation of the common peroneal nerve increases arterial and venous velocity in patients with venous leg ulcers. *Int Wound J*. 2021;18(2):187-193. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.13510>
18. Harding KG, Blow M, Ashton F, Bosanquet DC. Neuromuscular Electrostimulation Increases Microcirculatory Flux in Mixed Etiology Leg Ulcers. *Adv Skin Wound Care*. 2025;38(1):25-30. doi: <https://doi.org/10.1097/ASW.0000000000000261>
19. Bosanquet DC, Ivins N, Jones N, Harding KG. Microcirculatory flux and pulsatility in arterial leg ulcers is increased by intermittent neuromuscular electrostimulation of the common peroneal nerve. *Ann Vasc Surg*. 2021;71:308-314. doi: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.07.030>
20. Harris C, Loney A, Brooke J, et al. Refractory venous leg ulcers: observational evaluation of innovative new technology. *Int Wound J*. 2017;14(6):1100-1107. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.12766>
21. Harris C, Ramage D, Bolorochi A, et al. Using a muscle pump activator device to stimulate healing for non-healing lower leg wounds in long-term care residents. *Int Wound J*. 2019;16(1):266-274. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.13027>
22. Yilmaz S, Mermi EU, Zobaci E, et al. Augmentation of arterial blood velocity with electrostimulation in patients with critical limb ischemia unsuitable for revascularization. *Vascular*. 2017;25(2):137-141. doi: <https://doi.org/10.1177/1708538116649317>
23. Jones NJ, Ivins N, Ebdon V, et al. Neuromuscular electrostimulation on lower limb wounds. *Br J Nurs*. 2018;27(20):S16-S21. doi: <https://doi.org/10.12968/bjon.2018.27.Sup20.S16>
24. Ingves MV, Power AH. Two cases of transcutaneous electrical nerve stimulation of the common peroneal nerve successfully treating refractory, multifactorial leg edema. *J Investig Med High Impact Case Rep*. 2014;2(4). doi: <https://doi.org/10.1177/2324709614559839>
25. Sibbald RG, Geng R, Slomovic J, Stacey M. The muscle pump activator device: from evidence to lived experiences. *Int Wound J*. 2024;21(8):e14949. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.70048>
26. Tuson R, Metry A, Harding K. Cost-effectiveness analysis of the geko™ device (an NMES technology) in managing venous leg ulcers in UK healthcare settings. *Int Wound J*. 2024;21(10):e70048. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.70048>
27. Murray H, Duong R, Bain DS. Healing Rate and Time to Closure of Venous Leg Ul-

- cers: A Real-World Service Evaluation of Neuromuscular Electrostimulation as an Adjunct to Compression Therapy. *Advances in Skin & Wound Care*. 2025;38(5):246-250. doi: <https://doi.org/10.1097/ASW.000000000000299>
28. Collarte A, Dee N. Muscle pump activation for hard-to-heal leg ulcers. *Journal of Community Nursing*. 2025;39(1).
29. Bosanquet DC, Blow M, Ashton F, Harding K. Neuromuscular Electrostimulation of the Common Peroneal Nerve Increases Microvascular Flux in the Wound bed of Diabetic Foot Ulcers. *Int J Low Extrem Wounds*. 2025;15347346251331254. doi: <https://doi.org/10.1177/15347346251331254>
30. Robson MC, Hill DP, Woodske ME, Steed DL. Wound healing trajectories as predictors of effectiveness of therapeutic agents. *Arch Surg*. 2000;135(7):773-777. doi: <https://doi.org/10.1001/archsurg.135.7.773>
31. Gelfand JM, Hoffstad O, Margolis DJ. Surrogate endpoints for the treatment of venous leg ulcers. *J Invest Dermatol*. 2002;119(6):1420-1425. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2002.19629.x>
32. Driver VR, Gould LJ, Dotson P, et al. Identification and content validation of wound therapy clinical endpoints relevant to clinical practice and patient values for FDA approval. Part 1. Survey of the wound care community. *Wound Rep and Reg*. 2017;25(3):454-465. doi: <https://doi.org/10.1111/wrr.12533>
33. Warwick D, Shaikh A, Worsley P, et al. Microcirculation in the foot is augmented by neuromuscular stimulation via the common peroneal nerve in different lower limb postures: a potential treatment for leg ulcers. *Int Angiol*. 2015;34(2):158-165.
34. Stacey MC, Sibbald, RG, Evans, R et al. Canadian Consensus Statement for the Management of Venous Leg Ulcers. *Int Wound J*. 2025;22:e70415. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.70415>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Михайлов Владимир Геннадьевич – заведующий отделом, ГАУЗ Свердловской области «Свердловская областная клиническая больница №1», Екатеринбург, Россия
ORCID: 0009-0008-7846-8793

Vladimir G. Mikhaylov – Head of Department of the Clinical hospital № 1 of Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Russia

Авторы: В. Г. Михайлов

Authors: V. G. Mikhaylov

Участие авторов:

Концепция и дизайн – В. Г. Михайлов
Сбор и обработка материала – В. Г. Михайлов
Написание текста – В. Г. Михайлов
Редактирование – В. Г. Михайлов

Authors' contribution:

*Concept and design – V. G. Mikhaylov
Material collection and processing – V. G. Mikhaylov
Text writing – V. G. Mikhaylov
Editing – V. G. Mikhaylov*