

Возможности высокочастотной электростимуляции в лечении пролежней

Э. Г. Османов¹, А. М. Шулутко¹, С. Е. Хмырова¹, Е. Л. Алтухов², А. Е. Шестопалов², А. А. Яковлев²,
А. В. Яковлева², Ю. К. Данилейко³

¹ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России
Россия, 119048, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

² ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии»
Россия, 107031, Москва, ул. Петровка, д. 25, стр. 2

³ ФГБУН «Институт общей физики им. А.М. Прохорова» Российской академии наук
Россия, 119991, Москва, ул. Вавилова, д. 38

Контактное лицо: Евгений Леонидович Алтухов, ealtuhov@fnkcrr.ru

Лечение глубоких пролежней остается актуальной проблемой современной гнойной хирургии в связи с тем, что не отмечается ни уменьшения количества пациентов, ни процента рецидивов.

Цель исследования — оптимизация протокола лечения пролежней у пациентов в хроническом критическом состоянии церебрального генеза.

Материал и методы исследования. В работу включены 63 пациента в возрасте от 21 до 74 лет в хроническом критическом состоянии с декубитальными язвами разной глубины и локализации, пролеченными с применением технологии высокочастотной электростимуляции, глубиной поражения II–III степени по классификации Agency For Health Care Policy and Research (1992). Подробно изложены методика стимуляции, а также технологическое сопровождение. Объективный контроль включал в себя бактериологическое и морфологическое исследования, а также шкалу Bates-Jensen.

Результаты исследования. Полученные данные анализировали с таковыми у 34 лиц группы сравнения (стандартная терапия), сопоставимой по демографическим и клиническим критериям. Высокочастотная электростимуляция способствовала качественному ускорению репаративных процессов в хронических ранах, сокращению общих сроков лечения и реабилитации.

Заключение. Применение высокочастотной электростимуляции может быть рекомендовано в качестве дополнительного метода физического воздействия при хроническом течении раневого процесса у пациентов в хроническом критическом состоянии.

Ключевые слова: пролежни, декубитальные язвы, высокочастотная электростимуляция ран, хроническое критическое состояние, церебральная катастрофа, репаративные процессы.

Для цитирования: Османов Э. Г., Шулутко А. М., Хмырова С. Е., Алтухов Е. Л., Шестопалов А. Е., Яковлев А. А., Яковлева А. В., Данилейко Ю. К. Возможности высокочастотной электростимуляции в лечении пролежней. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2024; 11 (1): 42-48.

DOI: 10.25199/2408-9613-2024-11-1-42-48

cc by 4.0

The effectiveness of high-frequency electrical stimulation for treating pressure ulcers

E. G. Osmanov¹, A. M. Shulutko¹, S. E. Khmyrova¹, E. L. Altukhov², A. E. Shestopalov², A. A. Yakovlev², A. V. Yakovleva²,
Yu. K. Danileiko³

¹ State Education Institution of Higher Professional Training The First Sechenov Moscow State Medical University under Ministry of Health of the Russian Federation

8/2 Trubetskaya Str., Moscow, 119048, Russia

² Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology

25/2 Petrovka Str., Moscow, 10731, Russia

³ Prokhorov General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences

38 Vavilova Str., Moscow, 119991, Russia

Management of deep pressure ulcers remains an actual problem in modern purulent surgery because there is neither decrease in the number of patients nor in the relapse percentage.

Objective: optimization of the treatment protocol for pressure ulcer management in patients with chronic critical state of cerebral origin.

Material and methods. 63 patients, aged 21–74, in chronic critical state and with decubital ulcers of varying depth and location were treated using high-frequency electrical stimulation. Lesion depth was equal to degree II–III by the classification of Agency for Health Care Policy and Research (1992). The stimulation technique and its technological support are described in details. Objective control included bacteriological and morphological tests and Bates–Jensen scale.

Research result s. The data obtained from the studied group of patients (demographic and clinical parameters) were compared to the similar data of 34 patients from the comparison group who had standard therapy. High-frequency electrical stimulation promoted qualitative acceleration of reparative processes in chronic wounds, thus reducing the overall time of treatment and rehabilitation.

Conclusion. High-frequency electrical stimulation can be recommended as an additional physical action at chronic wound processes in patients in chronic critical condition.

Key words: bedsores, decubital ulcers, high-frequency electrical stimulation, wounds, chronic critical state, cerebral catastrophe, reparative processes.

For citation: Osmanov E. G., Shulutko A. M., Khmyrova S. E., Altukhov E. L., Shestopalov A. E., Yakovlev A. A., Yakovleva A. V., Danileiko Yu. K. The effectiveness of high-frequency electrical stimulation for treating pressure ulcers. Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2024; 11 (1): 42–48.

Введение

Лечение ран под повязками в 1–2-й фазах раневого процесса имеет особенности, а именно наличие в начале процесса белкового (гнойного) отделяемого, которое требует удаления, при одновременном содержании патогенной микрофлоры.

Инфицированные дефекты мягких тканей — один из наиболее сложных разделов в лечении ран. Учитывая нарушение строгой последовательности этапов течения раневого процесса в длительно незаживающих мягкотканых дефектах и возникающие ограничения для их полноценной обработки, актуальность создания и внедрения в клиническую практику доступной биоинженерной технологии, позволяющей создавать материалы, используемые с минимальным риском развития осложнений для пациента и одновременно оказывающие синергичное регионарное воздействие на разные патогенетические звенья процесса, не вызывает сомнений.

Поэтому концепция создания нового лечебного материала — патогенетически преемственное неинвазивное воздействие на поврежденные ткани компонентов, обладающих способностью атравматичного механического и энзимного растворения тканевого детрита, антимикробной активностью, влиянием на кислотность среды в ране, высокой сорбционной способностью в сочетании с перифокальной защитой кожных покровов, а также стимулирующим действием на регенерацию тканей.

Цель исследования — разработка ранозаживляющего материала на текстильной основе, односторонне содержащей гидрогелевую полимерную композицию, включающую активные компоненты для заживления ран.

Материалы и методы исследования

В работе обобщен совместный опыт комплексного лечения 63 человек с пролежнями в условиях хирургического отделения ФНКЦ реаниматологии и реабилитации за период с 2020 по 2022 г. Из них 36 мужчин и 27 женщин в возрасте от 21 до 74 лет (средний возраст составил 47,5 лет). У всех пациентов выборки определяли ХКС, причиной которого были обширный инсульт по ишемическому типу (39), тяжелая черепно-мозговая травма (18), реже — радикальные операции по удалению новообразований головного мозга (6). Глубина поражения мягких тканей в зоне пролежней соответствовала II–III степени по классификации Agency For Health Care Policy and Research (1992), т. е. деструкция до собственной фасции, но не глубже. Среди зон локализации лидировали крестцовая и ягодичная области, область седалищных бугров (всего 46 случаев из 63). У 15 (23,8 %) пациентов отмечены одномоментно 2–3 декубитальные язвы.

Общее лечение включало мероприятия по коррекции анемии, нарушений водно-электролитного и белкового баланса, нейротропную и антибактериальную терапию (по показаниям) и пр. Местное лечение начинали с хирургической обработки раны, направленной на удаление явно нежизнеспособных тканей, с последующим применением фаза-ориентированных раневых покрытий и мазей на полиэтиленоксидной основе.

Во всех наблюдениях лечение включало в себя процедуры высокочастотной электростимуляции (ВЧЭС), которое осуществляли с помощью специализированного устройства для активации репаративных процессов (РП) — экспериментального электрохирургического аппарата «Генератор ЛТР 6,78 МГц» (рис. 1). Прибор разработан в Институте общей физики РАН

на базе ЭХВЧ-250 «КиК Медимастер» в 2021 г. Данное устройство прошло стендовые технические испытания (ГОСТ Р 50444-92, ГОСТ Р 50267.0-92 (МЭК601-1-88), ГОСТ ИЕС60601-2-2-2011, ГОСТ Р 51318.11-99), получено одобрение на применение (протокол этического комитета ФГБНУ «ФНКЦ реаниматологии и реабилитологии» № 135/21 от 22.04.2021).

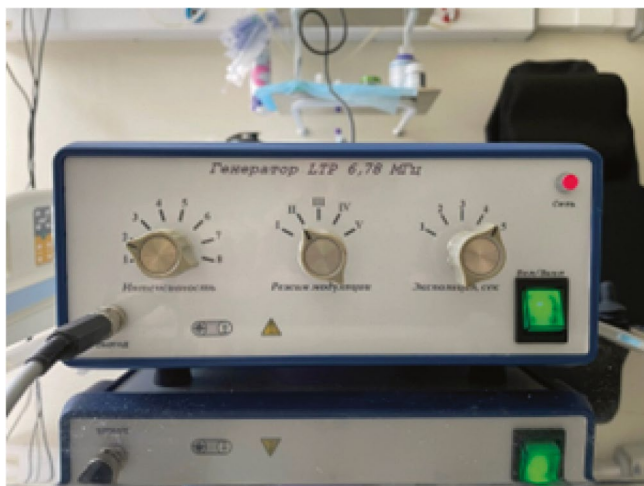


Рис. 1. Электрохирургический аппарат «Генератор LTP 6,78 МГц»
Fig. 1. Electrosurgical device "Generator LTP 6.78 MHz"

Аппликатор представляет собой держатель сменных игольчатых электродов (рис. 2). В качестве последних использовались иглы для мезотерапии и микроинъекций Mesoram RI.MOS (Италия) 30G длиной 3,0 и 6,0 мм, диаметром 0,3 мм, которые вводились на всю длину в заранее намеченные зоны (малоизмененная кожа по краю декубитальной язвы, гранулирующие участки в дне раны) (рис. 3, 4). Расстояние между точками ввода электродов в мягкие ткани варьировало от 1 до 3 см. Предварительно поверхность пролежня орошалась растворами неагрессивных антисептиков.

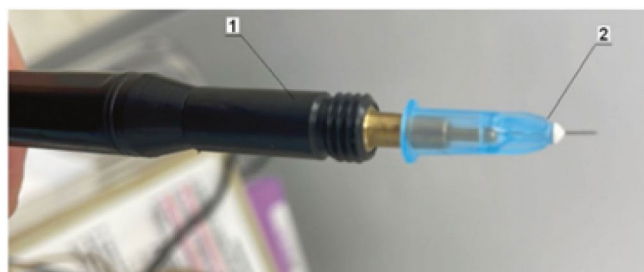


Рис. 2. Рабочая часть аппликатора-держателя с игольчатым электродом: 1 — держатель электрода, 2 — игольчатый электрод
Fig. 2. Working part of the applicator-holder with a needle electrode: 1 — electrode holder, 2 — needle electrode

В качестве нейтрального электрода использовалась электропроводящая пластина площадью 120,0 см², либо роль нейтрального электрода выполняли внешние элементы цепи тела пациента (рис. 5).

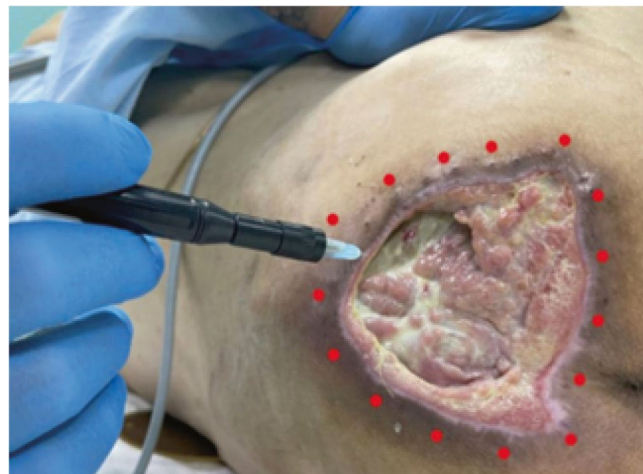


Рис. 3. Высокочастотная электростимуляция паравульварной зоны: красными точками отмечены зоны введения игольчатого электрода
Fig. 3. High-frequency electrical stimulation of the paravulnar zone: red dots mark areas where the needle electrode is inserted

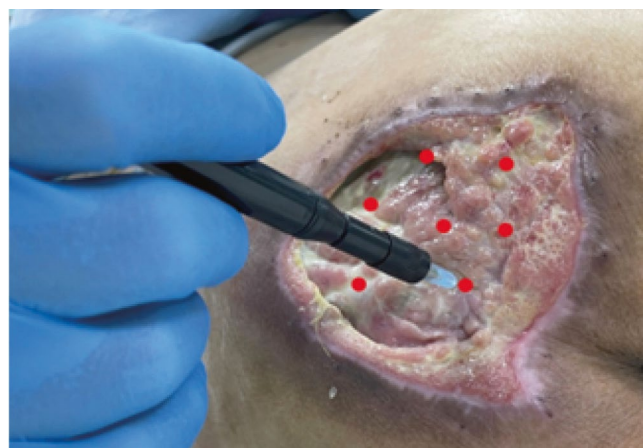


Рис. 4. Высокочастотная электростимуляция дна пролежневой раны: красными точками отмечены зоны введения игольчатого электрода
Fig. 4. High-frequency electrical stimulation of pressure wound bottom: red dots mark sites of needle electrode insertion



Рис. 5. Этап электростимуляции пролежня крестцовой области
Fig. 5. Stage of electrical stimulation of a bedsore in the sacral region

Электростимуляцию осуществляли с экспозицией 4–5 с на 1 зону с установленной мощностью $5,0 \pm 1,5$ Вт, на частоте 6,78 МГц. Диапазон значений параметров позволял подобрать величины тока и напряжения, обеспечивающие оптимальный процесс генерации разрядов низкотемпературной плазмы по критерию минимального деструктивного эффекта термической природы. Во всех наблюдениях периодичность ВЧЭС была следующая: стартовый сеанс активации репаративных потенциалов, далее через каждые 3 сут. Продолжительность 1 сеанса электростимуляции не превышала 15 мин. С учетом площади декубитальных язв данный показатель варьировал от 7 до 22 мин (среднее значение – 14,5 мин). Процедуру ВЧЭС завершали аппликацией мазей, раневых покрытий и иных топических средств, поддерживающих умеренно влажную среду. Период наблюдения составил 1 мес с момента начала комплексного лечения. В ходе ежедневного осмотра контролировали внешний вид раны, состояние окружающих тканей, характер и количество раневого отделяемого. Клинические данные сопоставлялись с результатами цитологического, морфологического и бактериологического исследований.

Результаты исследования

Анализ клинической эффективности ВЧЭС проведен путем сравнения ключевых параметров репарации у 34 пациентов с декубитальными язвами, ранее пролеченными по традиционной методике с использованием антисептиков и многокомпонентных мазей на полиэтиленоксидной основе. Ретроспективно группа была равнозначна по демографическим критериям, частоте локализаций, глубине и площади пролежней (у всех III степень).

Изначально все декубитальные язвы имели вид открытых длительно незаживающих язвенно-некротических дефектов с выраженной воспалительной реакцией и очевидной стагнацией репаративных процессов: налеты фибрина, очаги некроза, редкие локусы отечной грануляционной ткани, ригидность края ран, отсутствие краевой эпителизации и обильная экссудация. Начиная со 2-й нед комплексного лечения получено достоверное улучшение целого ряда параметров регенерации. ВЧЭС содействовала ускоренному некролизису, который у большинства пациентов протекал параллельно росту и созреванию грануляционной ткани в ранах. Динамика регенераторных процессов на фоне периодической ВЧЭС была наиболее выражена при пролежнях II степени (рис. 6, 7).

При более выраженном дефиците мягких тканей, когда дном декубитальной язвы была собственная фасция (пролежни III степени), процессы регенерации и явления раневой контракции протекали не так активно, хотя позитивные сдвиги здесь также были более заметны, чем в группе сравнения (рис. 8).



Рис. 6. Пролежень II степени до начала комплексного лечения
Fig. 6. Stage II bedsore before the complex treatment



Рис. 7. Пролежень II степени спустя 1 мес на фоне комплексного лечения, включающего высокочастотную электростимуляцию
Fig. 7. Stage II bedsore 1 month later under complex treatment, including high-frequency electrical stimulation

Данные таблицы демонстрируют, что способ комплексного консервативного лечения пролежней с использованием технологии ВЧЭС позволил у лиц с отягощенным неврологическим статусом в 1,4–1,6 раза ускорить сроки очищения и заживления хронических ран.

По данным гистологических исследований, для исходных микропрепаратов из декубитальных язв типичны обширная зона фибриноидно-некротических изменений, отек межучной ткани, инфильтрация полиморфно-ядерными лейкоцитами с примесью эозинофилов. Через 2 нед в основной группе на фоне ВЧЭС отмечены признаки заметной активации регенераторных процессов; в группе сравнения в те же сроки гистологическая картина практически не изменилась на фоне традиционной терапии. Спустя 1 мес в декубитальных язвах основной группы преобладали

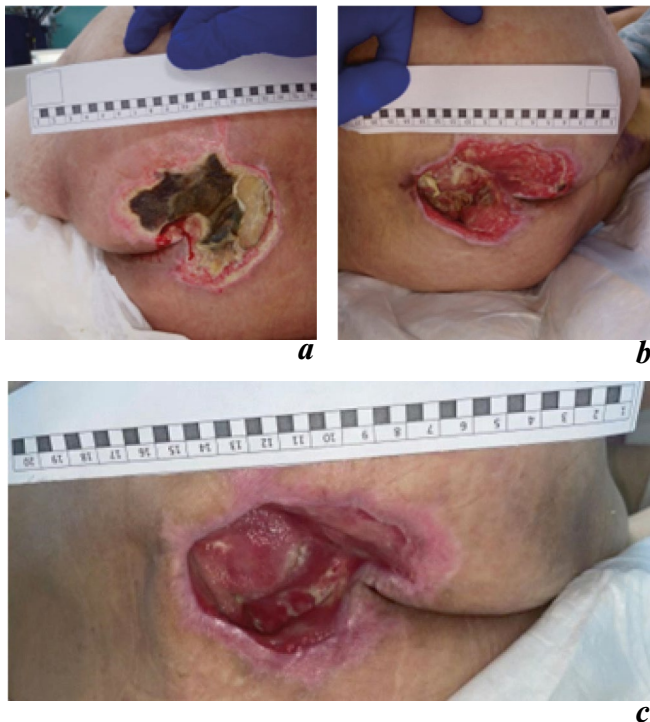


Рис. 8. Динамика заживления пролежня III степени на фоне комплексного лечения, включающего высокочастотную электростимуляцию: гнойно-некротическая рана крестцово-ягодичной области (а), гнойно-гранулирующая рана крестцово-ягодичной области (б), гранулирующая рана крестцово-ягодичной области с выраженной краевой эпителизацией (с)

Fig. 8. Dynamics of pressure ulcer (grade III) healing under the comprehensive management with high-frequency electrical stimulation: purulent-necrotic wound of sacro-gluteal region (a), purulent-granulating wound of sacro-gluteal region (b), granulating wound of sacro-gluteal region with pronounced marginal epithelization (c)

участки созревающей грануляционной ткани; выраженный рост многослойного плоского эпителия с явлениями акантоза и усилением неоваскуляризации капилляров. В те же сроки при стандартном лечении морфологическая картина крайне медленно переходила в фазу структуризации, сохранялись мелкие очаги некроза.

По данным бактериологического исследования, в исходных образцах отделяемого ран доминировали *Klebsiella pneumoniae* и *Proteus mirabilis*, резистентные к большинству антибактериальных препаратов. Качественный состав микрофлоры со временем не претерпевал существенных изменений. Это объясняется тем, что все пациенты, включенные в исследование, пребывали в ХКС, требующем дорогостоящего и длительного поддержания жизненно важных функций (искусственная вентиляция легких, катетеризация мочевого пузыря и пр.). Тяжесть их состояния была обусловлена как тяжелым течением основного заболевания, так и хронической инфекцией (пневмония, уроинфекция, хронический колит). Наличие всех этих факторов приводит к регулярной контаминации декубитальных язв устойчивой внутрибольничной микрофлорой. Показатель бактериальной обсемененности пролежней в обеих группах был примерно одинаковым — в пределах 10^4 микробных тел на 1 г ткани, а межгрупповые различия показателя носили недостоверный характер.

Обсуждение

Как известно, лечение глубоких пролежней у лиц, перенесших катастрофу головного мозга — крайне сложная проблема гнойной хирургии в силу целого ряда трудноразрешимых причин [4, 7]. Не все хирургии

Таблица. Параметры течения раневого процесса в клинических группах*

Table. Parameters of wound healing process in clinical groups*

Показатель / Index (сут / day) ($M \pm m$)	Группа с высокочастотной электростимуляцией / Group with high-frequency electrical stimulation	Группа сравнения / Comparison group
Сроки полного очищения / Terms of complete cleansing	$10,4 \pm 0,5$	$21,8 \pm 0,01$
Время появления первых грануляций в ране / Time of the first granulations in wound	$5,4 \pm 0,2$	$10,0 \pm 0,4$
Заполнение грануляционной тканью на 100 % / 100 % granulation tissue filling	$31,4 \pm 1,0$	$39,7 \pm 0,1$
Начало эпителизации / Epithelization beginning	$22,1 \pm 0,8$	$32,3 \pm 0,6$
Купирование паравульнарного воспаления / Relief of paravulnar inflammation	$24,9 \pm 0,3$	$34,5 \pm 0,1$
Баллы оценки по шкале Bates-Jensen (2019) на 14/21/28-е сут Bates-Jensen (2019) assessment scores on days 14/21/28	31/25/19	31/26/24
Сроки лечения / Duration of treatment, Me [C25; C75]	31 [28; 51]	44 [37; 63]

Примечание. <*> — достоверность межгрупповых различий $p < 0,05$.

Note. <*> — reliability of intergroup differences $p < 0.05$.

готовы выполнить реконструктивно-пластическую операцию с целью закрытия раневой поверхности у этой группы пациентов в условиях раневого истощения, кахексии и ХКС. Неопределенность ситуации и затягивание лечения приводят к реинфицированию пролежней и увеличению размеров раневого дефекта [3, 8]. В то время как ситуация со стартовым этапом лечения декубитальных язв более или менее отработана (хирургическая обработка, вакуум-терапия), то следующий этап лечения требует дальнейших изысканий. Наш опыт показал, что большинство физико-химических методов в условиях осложненного течения раневого процесса неэффективны.

Предлагаемая нами технология ВЧЭС в сочетании с хирургической обработкой позволяет добиться сравнительно быстрого очищения декубитальных язв, способствует раннему формированию грануляционной ткани и запуску процессов регенерации и эпителизации. Ранее различные варианты раневой электростимуляции ран были успешно апробированы как у нас в стране, так и за рубежом [9–12]. Считается, что в основе стимулирующего эффекта ВЧЭС лежат так называемый

избирательный «гальванотаксис» фибробластов, генерация активных форм кислорода и азота в среде, синергизм биоэлектрических полей и высокочастотного электромагнитного излучения [13–16]. Несмотря на положительные выводы об эффективности отдельно взятых вариантов раневой электростимуляции, практически нет публикаций касаясь ВЧЭС импульсными токами именно у лиц с глубокими пролежнями на фоне тяжелых церебральных расстройств. Ограниченность выборки и методологии не позволяют сделать окончательные выводы, однако нами планируется продолжение серии работ в данном направлении.

Заключение

Полученные результаты позволяют позитивно оценить перспективы комплексного подхода в лечении глубоких пролежней у пациентов с тяжелым поражением головного мозга. ВЧЭС обеспечивает оптимизацию регенераторных процессов в хронической ране, сокращает период стационарного лечения и время начала реабилитационных мероприятий, крайне необходимых у лиц данной клинической категории.

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. Алексеева Г. В., Радаев С. М., Лосев В. В., Боттаев Н. А. Результаты реабилитации больного с тяжелой патологией мозга и выраженными гнойно-воспалительными нарушениями. Клиническая анестезиология и реаниматология. 2004; (3): 26–34. [Alekseyeva G. V., Radaev S. M., Losev V. V., Bottaev N. A. Results of rehabilitation of a patient with severe brain pathology and severe purulent-inflammatory disorders = Alekseyeva G. V., Radaev S. M., Losev V. V., Bottaev N. A. Rezul'taty reabilitatsii bol'nogo s tyazhelyoy patologiyey mozga i vyrazhennymi gnoyno-vospalitel'nymi narusheniyami. Klinicheskaya anesteziologiya i reanimatologiya. 2004; (3): 26–34. (In Russ.)]
2. Дибиров М. Д. Пролежни: профилактика и лечение. Амбулаторная хирургия. 2016; (1): 55–63. [Dibirov M. D. Bedsores: prevention and treatment = Dibirov M. D. Prolezhni: profilaktika i lecheniye. Ambulatornaya khirurgiya. 2016; (1): 55–63. (In Russ.)]
3. Ахтямова Н. Е. Лечение пролежней у малоподвижных пациентов. Российский медицинский журнал. 2015; (26): 1549–1552. [Akhtyamova N. E. Treatment of bedsores in sedentary patients = Akhtyamova N. E. Lecheniye prolezhney u malopodvizhnykh patsiyentov. Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal. 2015; (26): 1549–1552. (In Russ.)]
4. Liao X., Ju Y., Liu G., et al. Risk Factors for Pressure Sores in Hospitalized Acute Ischemic Stroke Patients. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2019; 28 (7): 2026–2030.
5. Verdú-Soriano J., Berenguer-Pérez M., Quesada J.A. Trends in mortality due to pressure ulcers in Spain, over the period 1999–2016. J Tissue Viability. 2021; 30 (2): 147–154.
6. Sprigle S., McNair D., Sonenblum S. Pressure Ulcer Risk Factors in Persons with Mobility-Related Disabilities. Adv Skin Wound Care. 2020; 33 (3): 146–154.
7. Polak A., Kucio C., Kloth L.C., et al. A randomized, controlled clinical study to assess the effect of anodal and cathodal electrical stimulation on periwound skin blood flow and pressure ulcer size reduction in persons with neurological injuries. Ostomy Wound Manage. 2018; 64 (2): 10–29.
8. Alam W., Hasson J., Reed M. Clinical approach to chronic wound management in older adults. J Am Geriatr Soc. 2021; 69 (8): 2327–2334.
9. Пшеленская А. И. Применение высокочастотной электростимуляции в лечении открытых ран промежности и крестцово-копчиковой области: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2014. 24 с. [Pshelenskaya A. I. Application of high-frequency electrical stimulation in the treatment of open wounds of the perineum and sacrococcygeal region = Pshelenskaya A. I. Primeneniye vysokochastotnoy elektrostimulyatsii v lechenii otkrytykh ran promezhnosti i kresttsovo-kopchikovoy oblasti: avto-ref. diss. ... kand. med. nauk. M., 2014. 24 s. (In Russ.)]
10. Строкина О. С., Васильева Т. С. Динамическая электростимуляция в комплексном лечении гнойных ран мягких тканей. В кн.: Материалы II Всероссийской конференции молодых ученых им. Н. Н. Бурденко. Воронеж, 2009. Т. 2. С. 89–91. [Strokina O. S., Vasilyeva T. S. Dynamic electrical stimulation in the complex treatment of purulent wounds of soft tissues = Strokina O. S., Vasilyeva T. S. Dinamicheskaya elektrostimulyatsiya v kompleksnom lechenii gnoynykh ran myagkikh tkaney. V kn.: Materialy II Vserossiyskoy konferentsii molodykh uchenykh im. N. N. Burdenko. Voronezh, 2009. T. 2. S. 89–91. (In Russ.)]
11. Li L., Wei G., Juan D., et al. Electric fields guide migration of epidermal stem cells and pro-

mote skin wound healing. Wound Repair Regen. 2012; 20 (6): 840–851.

12. Bora Karsli P., Gurcay E., Karaahmet O. Z., Cakci A. High-Voltage Electrical Stimulation Versus Ultrasound in the Treatment of Pressure Ulcers. Adv Skin Wound Care. 2017; 30 (12): 565–570.

13. Arora M., Harvey L.A., Glinsky J.V., et al. Electrical stimulation for treating

pressure ulcers. Cochrane Database Syst Rev. 2020; 1 (1): CD012196.

14. Palmieri B., Vadalà M., Laurino C. Electromedical devices in wound healing management: a narrative review. J Wound Care. 2020; 29 (7): 408–418.

15. Girgis B., Duarte J.A. High Voltage Monophasic Pulsed Current (HVMP) for stage II–IV pressure ul-

cer healing. A systematic review and meta-analysis. J Tissue Viability. 2018; 27 (4): 274–284.

16. Wang Y., Rouabhia M., Zhang Z. Pulsed electrical stimulation benefits wound healing by activating skin fibroblasts through the TGFβ1/ERK/NF-κB axis. Biochim Biophys Acta. 2016; 1860 (7): 1551–1559.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Османов Эльхан Гаджихан оглы — доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской хирургии № 2 Института клинической медицины им. Н. В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-1451-1015

Elkhan Hajikhan ogly Osmanov — MD, Dr. Sc. (Med.), Professor at the department of faculty surgery No. 2 in Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Sechenov State Medical University, Moscow, Russia

Шулутко Александр Михайлович — доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской хирургии № 2 Института клинической медицины им. Н. В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия
ORCID: 0000-0002-8001-1601

Alexander M. Shulutko — MD, Dr. Sc. (Med.), Professor at the Department of Faculty Surgery No. 2 in Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Sechenov State Medical University, Moscow, Russia

Хмырова Светлана Евгеньевна — кандидат медицинских наук, профессор кафедры факультетской хирургии № 2 Института клинической медицины им. Н. В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-4455-6716

Svetlana E. Khmyrova — MD, Cand. Sc. (Med.), Professor at the Department of Faculty Surgery No. 2 in Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Sechenov State Medical University, Moscow, Russia

Алтухов Евгений Леонидович — врач-хирург хирургического отделения с дневным стационаром НИИ реаниматологии ФГБНУ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Россия
ORCID: 0000-0001-8306-2538

Evgeniy L. Altukhov — MD, surgeon of the surgical department with a day hospital at the Research Institute of Reanimatology, Federal State Budgetary Institution Federal Scientific and Clinical Center for Reanimatology and Rehabilitation, Moscow, Russia

Шестопалов Александр Ефимович — доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории инновационно-реабилитационных технологий ФГБНУ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия
ORCID: 0000-0002-5278-7058

Alexander E. Shestopalov — MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Innovative Rehabilitation Technologies, Federal Scientific and Clinical Center for the Reanimatology and Rehabilitation, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

Яковлев Александр Алексеевич — кандидат медицинских наук, заместитель руководителя НИИ реаниматологии ФГБНУ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Россия
ORCID: 0000-0002-8482-1249

Alexander A. Yakovlev — MD, Cand. Sc. (Med.) Deputy Head of the Research Institute of Reanimatology, Federal State Budgetary Scientific Institution, Federal Scientific and Clinical Center for Reanimatology and Rehabilitation, Moscow, Russia

Яковлева Александра Витальевна — научный сотрудник лаборатории инновационно-реабилитационных технологий ФГБНУ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Россия
ORCID: 0000-0001-9903-7257

Alexandra V. Yakovleva — MD, Researcher, Laboratory of Innovative Rehabilitation Technologies of the Federal Scientific and Clinical Center for Reanimatology and Rehabilitation, Moscow, Russia

Данилейко Юрий Константинович — доктор физико-математических наук, профессор, зав. лабораторией, ФГБУ науки Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН
ORCID: 0000-0002-4712-9632

Yuri K. Danileiko — Dr Sc. (Phys.-Math.), Sciences, Professor, head Laboratory, Federal State Budgetary Institution of Science Institute of General Physics named after. A. M. Prokhorov RAS

Авторы:

Э. Г. Османов, А. М. Шулутко, С. Е. Хмырова, Е. Л. Алтухов, А. Е. Шестопалов, А. А. Яковлев, А. В. Яковлева, Ю. К. Данилейко

Authors:

E. G. Osmanov, A. M. Shulutko, S. E. Khmyrova, E. L. Altukhov, A. E. Shestopalov, A. A. Yakovlev, A. V. Yakovleva, Yu. K. Danileiko

Участие авторов:

ККонцепция и дизайн — Э. Г. Османов, А. М. Шулутко
Сбор и обработка материала — Е. Л. Алтухов, А. Е. Шестопалов, А. А. Яковлев, А. В. Яковлева, Ю. К. Данилейко
Написание текста — Э. Г. Османов, Е. Л. Алтухов
Редактирование — А. М. Шулутко

Author's contribution:

Concept and design — E. G. Osmanov, A. M. Shulutko
Material collection and processing — S. E. Khmyrova, E. L. Altukhov, A. E. Shestopalov, A. A. Yakovlev, A. V. Yakovleva, Yu. K. Danileiko
Text writing — E. G. Osmanov, E. L. Altukhov
Editing — A. M. Shulutko