

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОКА НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ БЕЗ ВНЕШНИХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОЖОГОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Чернопищук Р.Н.¹, Нагайчук В.И.¹, Назарчук А.А.¹, Сидоренко Л.А.²

¹Винницкий национальный медицинский университет им. Н.И. Пирогова,

²Государственный университет медицины и фармации им.Н.Тестемицану

Винница, Украина

Кишинёв, Республика Молдова

r.chornopyshchuk@gmail.com, ludmila.sidorenco@usmf.md

Продолжается поиск эффективных средств лечения ожогов, способных воздействовать на различные звенья патогенеза, в том числе корректировать ход раневого процесса. Перспективным остается изучение воздействия гальванического тока низкой интенсивности. Полученные в эксперименте результаты позволили подтвердить их способность стимулировать процессы очищения и заживления ран, уменьшая активность воспалительной реакции в организме.

***Ключевые слова:** ожоги; животные; раневой процесс; заживление; токи низкой интенсивности.*

THE USE OF LOW INTENSITY CURRENT WITHOUT EXTERNAL POWER SUPPLIES IN TREATMENT OF BURNS IN AN EXPERIMENT

Chornopyshchuk R.N.¹, Nagaichuk V.I.¹, Nazarchuk A.A.¹, Sidorenko L.A.²

¹National Pirogov Memorial Medical University,

²Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy

Vinnytsya, Ukraine

Chisinau, Republic of Moldova

The search for effective treatment methods for burn injuries capable of affecting various links of pathogenesis, including correcting the course of wound process, continues. Effects of low-intensity galvanic current remains a prospective study. The results obtained in an experiment make it possible to increase their ability to stimulate the processes of wound cleaning and healing, reducing the activity of inflammatory reactions in the organism.

***Key words:** burns; animals; wound process; healing; microcurrent.*

Ожоги остаются серьезной проблемой медицины с высоким уровнем заболеваемости и смертности [1]. Значительные затраты на лечение пациентов с тяжелыми ожоговыми травмами часто становятся серьезным финансовым испытанием для пострадавшего, его семьи и системы здравоохранения в целом [2]. Особенно напряженной ситуация остается в странах с низким и средним уровнем благосостояния, где регистрируется свыше 95% летальных случаев от сверхкритических ожогов пламенем, а экономическая ситуация не позволяет в полной мере обеспечить полноценное финансирование подобного контингента больных [3]. Не следует забывать и о серьезных последствиях в отдаленном периоде, которые не только ограничиваются органическими нарушениями, но и нуждаются в длительной реабилитации [4]. Достаточно часто перенесенные

эмоциональные переживания становятся причиной серьезных психических расстройств, в частности депрессий (61%), тревог (47%), посттравматических стрессовых расстройств (30%) [5]. Вместе с тем одними из самых серьезных остаются инфекционные осложнения, прогрессирование которых может привести к развитию сепсиса, септического шока и полиорганной недостаточности [6]. Именно поэтому приоритетным направлением комплексного лечения пациентов с термическими травмами остается борьба с агрессивными инфекционными агентами [7]. Существующие препараты и средства, в том числе местного применения, не способны в полной мере обеспечить надежное антимикробное действие [8]. Учитывая это не прекращается поиск эффективных антимикробных средств, которые, к тому же, были бы доступны с ценовой позиции. Значительный интерес представляет местное использование электрического тока различных свойств. С тех пор, как в 1972 году Rowley В. А. Впервые описал воздействие электрического тока на рост культуры *Escherichia coli*, было проведено немало исследований, которые авторитетно подтвердили не только бактерицидное действие этого физического фактора в опытах *in vitro* и *in vivo*, но и способность его положительно влиять на другие этиопатогенетические звенья течения раневого процесса [10]. Речь идет о способности тока стимулировать ангиогенез за счет ангиогенных факторов и улучшать кровоток в области повреждения [11, 12]. Несмотря на очевидные преимущества использования электрического тока для коррекции раневого процесса, он не обрел широкого клинического применения и используется в большинстве случаев для лечения хронических ран [13]. Отсутствие в доступной литературе сведений о возможности использования этого метода при лечении ран ожогового генеза способствовало проведению данного исследования.

Цель: экспериментально изучить эффективность применения тока низкой интенсивности без внешних источников питания при лечении ожогов на животных.

Материалы и методы. Эксперимент проведен на 20 половозрелых крысах самцах породы Wistar весом 240–280 г, с соблюдением существующих положений по защите подопытных животных. Всем животным моделировали ожоги кипятком Iб степени по способу, предложенному Pfurtscheller К. И соавт. Через 24 ч в поднекротический участок инъекционно вводили раствор с суточной культурой *Staphylococcus aureus* (1×10^7 КОЕ/мл). В зависимости от тактики дальнейшего лечения, которое начиналось на 48 час от начала моделирования, животные были разделены на основную и контрольную группы. Животным контрольной группы (10 крыс) участок ожога обрабатывали и накладывали повязку, пропитанную 0,02% раствором декаметоксина. Животным основной группы (10 крыс) дополнительно на повязку с одноименным антисептиком накладывали аппарат для биогаальванизации токами низкой интенсивности без внешних источников питания, содержащий электрод-донор электронов, изготовленный из меди и электрод-акцептор электронов, изготовленный из композита алюминий-магний цинк, соединенных между собой проводником первого рода. Сверху электродов накладывали

поливинилхлоридную пленку, которая фиксировалась лейкопластырными лентами и марлевой повязкой.

На 2, 7, 14 сутки после моделирования патологического процесса проводили оценку внешнего состояния раны, лабораторное исследование крови, цитологическое и микробиологическое изучение раневого содержимого. Определение силы тока между электродами биогальванического аппарата проводили с помощью измерительного устройства VITA-01M.

Статистическая обработка полученных результатов была выполнена с использованием программного пакета «STATISTICA 5.5» с определением среднеарифметической величины и ее погрешности ($M \pm m$), показателя достоверности (p). Достоверными считали различия при $p \leq 0,05$ (95,5%).

Результаты исследования. У животных основной группы в течение 2, 7 суток между электродами, расположенными симметрично на ране и интактной коже измерительный прибор без внешних источников питания регистрировал силу тока на уровне $34,8 \pm 10,5$ мкА и $32,7 \pm 8,9$ мкА соответственно с последующим уменьшением этого показателя до $23,5 \pm 11,3$ мкА на 14 сутки.

При визуальном обследовании участка раны крыс обеих групп на 2 сутки от начала эксперимента в месте нанесения термической травмы наблюдалось формирование некротического струпа серого цвета, вокруг которого были заметны признаки умеренного отека и гиперемии. У всех животных имело место вынужденное положение тела со сгибанием туловища в поврежденную сторону с приведением головы, что могло свидетельствовать об интенсивной боли в области ожога. Начиная с 7 суток у животных основной группы заметной была податливость и частичное отхождение некротических тканей мягко-эластичной структуры с краев раны. В общем, животные были без заметных признаков чрезмерной болевой импульсации. В это же время некротический струп животных контрольной группы сохранял плотную консистенцию, с островками затемнения, плотно фиксирован к поверхности раны. Животные были менее активными, сохранялись признаки щажения поврежденного участка. На 14 сутки у животных, лечение которых предусматривало использование токов низкой интенсивности, имело место полное отхождение омертвевших тканей, очищение раны с четкими признаками ее эпителизации с краев. В то же время, у животных, на фоне исключительно аппликационного использования антисептического раствора, раневая поверхность оставалась частично покрытой некротическими тканями с едва заметными признаками эпителизации. В целом, в этот период животные обеих групп были активными без заметного вынужденного положения тела.

Анализ лейкоцитарной формулы начиная со 2 суток позволил установить общую тенденцию изменений показателей в обеих группах, которые сопровождалась умеренным увеличением абсолютного количества лейкоцитов, а также относительного количества палочкоядерных форм, моноцитов с уменьшением популяции сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов. В дальнейшем гематологические показатели приближались к референтной норме и достоверно не отличались в обеих группах за исключением палочкоядерных лейкоцитов, которые в крови контрольных животных на 7 сутки были выше и составляли $12,9 \pm 1,3\%$ против $9,4 \pm 1,5\%$ в основной группе ($p \leq 0,05$).

Не удалось также установить достоверной разницы в степени микробиологического загрязнения раневой поверхности в обеих группах ($p > 0,05$), которое закономерно, было в основном представлено культурой *Staphylococcus aureus* на 2 сутки с последующей деконтаминацией на 7 сутки. До 14 суток наблюдения количество условнопатогенных микроорганизмов продолжало уменьшаться и сопровождалось появлением *Corynebacterium spp.*

Проведение цитологического исследования оказалось технически сложным для практического выполнения в связи с длительным сохранением некротического струпа на поверхности раны и незначительным раневым отделяемым.

Вывод. Полученные результаты позволили подтвердить высокий потенциал и эффективность использования тока низкой интенсивности без внешних источников питания в комплексном лечении экспериментальных ожогов на животных. Считаю целесообразным проведение дальнейших исследований в этом направлении с перспективой детального изучения механизмов их действия на различные звенья патогенеза раневого процесса.

Список литературы

1. Yang, C. Efficacy and feasibility of opioids for burn analgesia: An evidence-based qualitative review of randomized controlled trials / C. Yang, X. M. Xu, G. Z. He // *Burns*. – 2018. – Vol. 44, № 2. – P. 241-248. Doi: 10.1016/j.burns.2017.10.012.
2. Severe burn injury in Europe: a systematic review of the incidence, etiology, morbidity, and mortality / N. Brusselaers, S. Monstrey, D. Vogelaers, E. Hoste, S. Blot // *Crit Care*. – 2010. – Vol. 14, № 5. – R. 188. Doi: 10.1186/cc9300.
3. Mortality analysis of burns in a developing country: a CAMEROONIAN experience / N. A. Forbinake, C. S. Ohandza, K. N. Fai, V. N. Agbor, B. K. Asonglefac, D. Aroke, G. Beyiha // *BMC Public Health*. – 2020. – Vol. 20, № 1. – P. 1269. Doi: 10.1186/s12889-020-09372-3.
4. Recent trends in burn epidemiology worldwide: A systematic review / C. Smolle, J. Cambiaso-Daniel, A. A. Forbes, P. Wurzer, G. Hundeshagen, L. K. Branski, F. Huss, L. P. Kamolz // *Burns*. – 2017. – Vol. 43, № 2. – P. 249-257. Doi: 10.1016/j.burns.2016.08.013.
5. Wiechman, S. A. ABC of burns. Psychosocial aspects of burn injuries / S. A. Wiechman, D. R. Patterson // *BMJ*. – 2004. – Vol. 329, № 7462. – P. 391-393. Doi: 10.1136/bmj.329.7462.391.
6. Torres, M. J. M. Detection of Infection and Sepsis in Burns / M. J. M. Torres, J. M. Peterson, S. E. Wolf // *Surg Infect (Larchmt)*. – 2021. – Vol. 22, № 1. – P. 20-27. Doi: 10.1089/sur.2020.348.
7. Greenhalgh, D. G. Management of Burns / D. G. Greenhalgh // *N Engl J Med*. – 2019. – Vol. 380, № 24. – P. 2349-2359. Doi: 10.1056/NEJMra1807442.
8. Infection in Burns / W. Norbury, D. N. Herndon, J. Tanksley, M. G. Jeschke, C. C. Finnerty. *Surg Infect (Larchmt)*. – 2016. – Vol. 17, № 2. – P. 250-255. Doi: 10.1089/sur.2013.134.

9. Efficacy of autologous platelet-rich plasma in treating patients with burn wounds: A protocol for systematic review and meta-analysis / Y. H. Wu, L. M. Zhang, Y. Z. Wang, J. W. Chen, B. Zhang, J. B. Tang, B. Cheng // *Medicine (Baltimore)*. – 2021. – Vol. 100, № 17. – e25650. Doi: 10.1097/MD.00000000000025650.
10. Asadi, M. R. Bacterial Inhibition by Electrical Stimulation / M. R. Asadi, G. Torkaman // *Adv Wound Care (New Rochelle)*. – 2014. – Vol. 3, № 2. – P. 91-97. Doi: 10.1089/wound.2012.0410.
11. Role of sensory and motor intensity of electrical stimulation on fibroblastic growth factor-2 expression, inflammation, vascularization, and mechanical strength of full-thickness wounds / M. R. Asadi, G. Torkaman, M. Hedayati, M. Mofid // *Rehabil Res Dev*. – 2013. – Vol. 50, № 4. – P. 489-498. Doi: 10.1682/jrrd.2012.04.0074.
12. Effects of electrical stimulation on skin blood flow in controls and in and around stage III and IV wounds in hairy and non hairy skin / J. Petrofsky, E. Schwab, T. Lo, M. Cúneo, J. George, J. Kim, A. Al-Malty // *Med Sci Monit*. – 2005. – Vol. 11, № 7. – P. 309-316.
13. Wireless microcurrent stimulation – an innovative electrical stimulation method for the treatment of patients with leg and diabetic foot ulcers / P. G. Wirsing, A. D. Habrom, T. M. Zehnder, S. Friedli, M. Blatti // *Int Wound J*. – 2015. – Vol. 12, № 6. – P. 693-698. Doi: 10.1111/iwj.12204.
14. Pfurtscheller, K. Innovative scald burn model and long-term dressing protector for studies in rats / K. Pfurtscheller, T. Petnehazy, W. Goessler // *J Trauma Acute Care Surg*. – 2013. – Vol. 74, № 3. – P. 932-935. <https://doi.org/10.1097/ta.0b013e31827d0fc3>.