УДК 616-001.17:537.5

С.Б. Богданов[1,2*], Е.В. Зиновьев[3,5], К.Ф. Османов[5], А.В. Каракулев[2], А.В. Поляков[1,4], А.А. Попов[5], И.М. Лопатин[5]

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В МЕСТНОМ ЛЕЧЕНИИ ОЖОГОВЫХ РАН

[1] ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В.Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар, Россия
[2] кафедра хирургии №1 ФПК и ППС, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Краснодар, Россия
[3] ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия
[4] кафедра общей хирургии, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Краснодар, Россия
[5] научно-исследовательская лаборатория экспериментальной хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Санкт-Петербург, Россия
✉ *С.Б. Богданов, НИИ – ККБ №1, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, e-mail: bogdanovsb@mail.ru

ЦЕЛЬ Определить эффективность снижения микробного обсеменения ожоговых ран после применения низкотемпературной воздушной плазмы дугового разряда атмосферного давления.

МАТЕРИАЛЫ AND METHODS В статье приведены результаты оценки эффективности применения низкотемпературной воздушной плазмы дугового разряда атмосферного давления при лечении ожогов кожи II и III степени (МКБ-10). Ожоги имели различную этиологию (пламя, кипяток, контактный) и площадь. Определялось изменение микрофлоры ожоговых ран после однократного применения установки ПЛАЗМОРАН в трёх группах больных, в зависимости от вида оперативного лечения (дермабразии, ранние некрэктомии с пластикой и пластика на гранулирующие раны).

РЕЗУЛЬТАТЫ Установлено, что при обработке ожоговых ран установкой ПЛАЗМОРАН результаты анализа бактериологических исследований свидетельствует о снижении бактериальной обсемененности или полной санации ран после воздействия плазмы, что снижает риск развития гнойного воспаления и ускоряет сроки эпителизации ожоговых ран.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ Установлено на основании анализа бактериологических исследований, что применение низкотемпературной воздушной плазмы дугового разряда атмосферного давления уменьшает обсемененность ран патогенной микрофлорой.

Ключевые слова: ожоги кожи, низкотемпературная аргоновая плазма, хирургическое лечение.

ORCID ID
С.Б. Богданов, https://0000-0001-9573-4776
Е.В. Зиновьев, https://0000-0002-2493-5498
К.Ф. Османов, https://0000-0002-3424-6549
А.В. Каракулев, https://0000-0002-5477-5755
А.В. Поляков, https://0000-0003-1065-1352
А.А. Попов, https://0000-0001-8992-6536
И.М. Лопатин, https://0000-0002-2076-4628

S.B. Bogdanov[1,2*], E.V. Zinoviev[3,5], K.F. Osmanov[5], A.V. Karakulev[2], A.V. Polyakov[1,4], A.A. Popov[5], I.M. Lopatin[5]

DEVELOPMENT OF PHYSICAL FACTORS IN LOCAL TREATMENT OF BURN WOUNDS

[1] Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital #1, Krasnodar, Russia
[2] Department of Surgery #1 ATF, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia
[3] Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, Saint Petersburg, Russia
[4] Department of general surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia
[5] Scientific Research Laboratory of Experimental Surgery, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

✉ *S.B. Bogdanov, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital #1, 350086, Krasnodar, 167, 1st May str., e-mail: bogdanovsb@mail.ru

BACKGROUND To define efficiency of decreased microbial dissemination in burn wounds after low temperature argon plasma of the arc discharge of atmospheric pressure.

MATERIALS AND METHODS In the present article we described results of efficiency analysis after usage of low-temperature argon plasma of the arc discharge of atmospheric pressure for skin burn treatment Degree II - III (MKB-10). Burns had various etiology (flame, boiled water, contact) and area. We defined change in microflora of burn wounds after single administration of the PLAZMORAN installation in three groups of patients, depending on a surgical treatment type (dermabrasion, early necrotomy with plasty and plasty on the granulating wounds).

RESULTS We noticed that treatment of burn wounds with Plasmoran showed results confirming decreased bacterial dissemination or complete wound sanitation after plasma effect and it reduced risk of possible purulent inflammation and speeded up terms of wound epithelialization.

CONCLUSION Basing on the bacteriological researches analysis it was determined that use of low-temperature air plasma of the arc discharge of atmospheric pressure reduces dissemination of wounds by pathogenic microflora.

Keywords: skin burn, low-temperature argon plasma, surgical treatment.

ORCID ID
S.B. Bogdanov, https://0000-0001-9573-4776
E.V. Zinoviev, https://0000-0002-2493-5498
K.F. Osmanov, https://0000-0002-3424-6549
A.V. Karakulev, https://0000-0002-5477-5755
A.V. Polyakov, https://0000-0003-1065-1352
A.A. Popov, https://0000-0001-8992-6536
I.M. Lopatin, https://0000-0002-2076-4628

ВВЕДЕНИЕ

Ожоговый травматизм в нашей стране составляет от 3 до 4% всех видов травм. Каждый год в России около 400.000 человек получают ожоги различной этиологии (термические, электрические, химические), различной глубины и локализации, 1\3 из которых нуждается в стационарном лечении [1].

Мультидисциплинарный подход – это то, что требуется для оказания помощи таким больным. Данный подход реализуется с учетом особенностей течения раневого процесса, а также патогенеза ожоговой болезни. При этапном хирургическом лечении имеется ряд недостатков: высокая частота лизирования аутодермотрансплантатов; долгое этапное лечение и частые перевязки с общим обезболиванием; высокая частота локальных и генерализованных инфекционных осложнений; длительность периода реабилитации. В России, как и в других странах, приоритетной является система активного хирургического лечения больных с тяжелой ожоговой травмой [1, 2].

Хирург в своем арсенале, помимо традиционных методов восстановления кожного покрова обожженного, имеет ряд способов воздействия физическими факторами на ожоговые раны, к которым относятся: облучение ультрафиолетом, ультразвуком, магнитно-лазерная терапия, гидротерапия и другие [3-5]. Благодаря им происходит достижение антибактериального, пролиферативного эффекта, стимулирование капиллярного кровообращения, улучшение микроциркуляции и стимулирование метаболизма тканей [6].

Применение плазмы является одной из перспективных физических методик воздействия на рану [7]. Она представляет собой ионизированный газ высокой температуры, который состоит из заряженных частиц, свободных электронов, ионов, радикалов, инфракрасного, ультрафиолетового излучений [8]. Кроме высокой температуры и электромагнитных полей, весомым фактором воздействия являются компоненты плазмы, которые способны повреждать цитоплазматические мембраны патогенных микроорганизмов и вирусов, воздействуя на их системы жизнедеятельности [8].

В конце прошлого века впервые появились сообщения о результатах применения плазменного потока гелия для обработки ожоговых ран. Воздействие на раны осуществлялось с помощью устройства (аппарат СУПР-М), который уменьшал сроки очищения ран и стимулировал их регенерационные процессы, а также способствовал приживлению аутодермотрансплантатов [9].

В практике при лечении ожоговых ран активно используют ряд плазменных генераторов как российского, так и иностранного производства. К ним отно-

Рис. 1. Пациент с термическим ожогом (кипятком) туловища I ст.

Figure 1. Patient with a thermal burn (boiling water) of the body I degree

Рис. 2. Обработка раны установкой Плазморан

Figure 2. Wound management with Plasmoran device

Рис. 3. Эпителизация ран

Figure 3. Wound epithelialization

сятся аппараты: «Плазон» (РФ), «НПЦ Плазма» (РФ), «The J-Plasma System» «США» и «Neoplas Tools» (Германия) [10-16]. В первом и втором плазменных генераторах лечебное воздействие осуществляется путем подвода к биологическим тканям газовых потоков атмосферного воздуха с оксидом азота («Плазон») и аргона («НПЦ Плазма») различной температуры (от температуры окружающей среды до 4000 °С). В аппаратах иностранной компании «The J-Plasma System» (США) используется самый легкий из стабильных, благородных газов – гелий, ионизация которого может быть достигнута при очень низкой энергии. Гелиевый газ, проходящий сквозь возбужденный электрод, образует сфокусированный плазменный поток [12, 13]. Аналогом аппарата является установка компании «Neoplas Tools» (Германия), которая сконструировала первый плазменный генератор, в котором используется аргон. Данный аппарат был сертифицирован Евросоюзом для лечения хронических ран и гнойных поражений кожи [16].

Вышеперечисленный список медицинских плазмогенераторов имеет ряд недостатков: зоны охвата составляют от 2 до 10 мм, что ограничено техническими характеристиками данного оборудования; для использования необходим ряд дополнительных комплектующих, представленных баллонами с инертными газами (аргон, гелий); при работе аппаратов невозможно обеспечить мгновенной коагуляции микрососудов, имеющих диаметр более 2-3 мм.

Применение низкотемпературной воздушной плазмы дугового разряда атмосферного давления способствует улучшению процессов репаративной регенерации. Происходит комплексный эффект: антимикробный, гемостатический, пролиферативный; при этом температура плазмы [12] колеблется в диапазоне ±50 °С. При работе аппарата в качестве рабочего газа при генерации плазмы используется атмосферный воздух. Метод способен обеспечивать достижения устойчивого гемостаза, при этом, в отличие от электро- или аргоноплазменной коагуляции, не происходит высокотемпературного повреждения окружающих тканей. Остановка кровотечения достигается за счет ускорения агрегации тромбоцитов и формирования фибринового сгустка. Обработка раневой поверхности плазменным факелом не только её стерилизует, но и предохраняет от микробного загрязнения из окружающей среды за счет формируемой нанопленки из тончайшего слоя коагулированного белка раневого экссудата.

Применение низкотемпературной воздушной плазмы дугового разряда атмосферного давления для лечения ожогов кожи требует углубленного изучения.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить эффективность снижения микробного обсеменения ожоговых ран после применения низкотемпературной аргоновой плазмы дугового разряда атмосферного давления.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ожоговом отделении ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1 имени профессора С.В. Очаповского» с 2018 года для лечения ожоговых ран применяется Установка плазменно-дуговая хирургическая для лечения ран Плазморан. Установка Плазморан основана на генерации низкотемпературной аргоновой плазмы с целью последующего использовании ее основных физико-технических факторов: газодинамического эффекта – потока аргона с высоким теплосодержанием; рекомбинационного излучения с широким спектром – от области вакуумного ультрафиолета до ближнего инфракрасного диапазона; рабочий газ аргон, обладающий выраженными каталитическими свойствами для ряда важных биохимических реакций.

Нами проанализированы результаты лечения 40 пострадавших в возрасте от 19 до 60 лет с ожогами II и III степени (МКБ-10) различной этиологии (пламя, кипяток, контактный) и площади, находившихся на лечении в ожоговом отделении ГБУЗ «НИИ – ККБ

Рис. 4. Обработка раны установкой Плазморан

Figure 4. Wound management with Plasmoran device

Рис. 5. Аутодермопластика на обработанные раны

Figure 5. Autodermoplasty on the treated wounds

Рис. 6. Приживление кожных трансплантатов на 7-е сутки

Figure 6. Engraftment of skin grafts, 7 postoperative day

№ 1 имени профессора С.В. Очаповского». Оценивали изменения микробного качественного и количественного состава в ожоговой ране до и после однократного применения установки Плазморан на ожоговых ранах на площади до 5% поверхности тела.

Все пациенты были разделены на 3 группы в зависимости от выбора методики хирургического лечения. Первая группа – пациентам проводилась дермабразия в первые 2-7 дней после ожогов II степени (13 человек). Вторая группа – ранняя тангенциальная некрэктомия ран с одномоментной аутодермопластикой (12 человек), третья группа – тангенциальное иссечение гранулирующих ран с одномоментной аутодермопластикой (15 человек).

У пациентов первой группы (13 человек) перед началом операции производился мазок из раны для бактериологического исследования. Затем осуществляли дермабразию (рис. 1) и производили обработку раны установкой Плазморан (1 см^2 – 30 секунд) (рис. 2). После этого повторно производили мазок из раны для бактериологического исследования. На рану накладывали синтетические или биологические раневые покрытия, которые не снимали (7-9 дней) до полной эпителизации ран (рис. 3).

У пациентов второй группы (12 человек) перед началом операции производился мазок из раны для бактериологического исследования. Затем происходила обработка раны установкой Плазморан (1 см^2 – 30 секунд) (рис. 4). Далее ранняя тангенциальная некрэктомия ран и дно раны для гемостаза обрабатывали установкой Плазморан. После этого производился мазок из дна раны для бактериологического исследования. Выполнялась аутодермопластика (рис. 5). Через неделю наблюдалось полное приживление кожных трансплантатов (рис. 6).

Клиническое наблюдение

Пациент С., 43 года, поступил в ожоговое отделение ГБУЗ «НИИ – ККБ №1 им. проф. С.В. Очаповского» с диагнозом: Термический ожог (пламенем) головы, шеи, туловища, ягодиц, конечностей 21% I-II-III степени, термоингаляционная травма, ожоговая болезнь (рис. 7). Перед началом операции производился мазок из раны для бактериологического исследования. Затем осуществлялась обработка раны установкой Плазморан (1 см^2 – 30 секунд). Выполнена фасциальная некрэктомия (рис. 8). Установкой Плазморан выполнена обработка фасции и коагуляция сосудов (рис. 9). После этого выполнена аутодермопластика на обработанные раны (рис. 10) с на-

Рис. 7. Пациент с термическим ожогом (пламя) туловища III ст.

Figure 7. Patient with a thermal burn (fire) of the body III degree

Рис. 8. Фасциальная некрэктомия термического ожога 3 ст.

Figure 8. Fascial necrectomy of the thermal burn III degree

Рис. 9. Обработка раны установкой Плазморан

Figure 9. Wound management with Plasmoran device

Рис. 10. Аутодермопластика на обработанные раны

Figure 10. Autodermoplasty on the treated wounds

Рис. 11. Приживление кожных трансплантатов на 4-е сутки

Figure 11. Engraftment of skin grafts, 4 postoperative day

ложением атравматического раневого покрытия «ВоскоПран». На 4-е сутки после операции раневое покрытие было удалено, наблюдали приживление и адаптацию расщепленных кожных трансплантатов на 10-й день после операции (рис. 11), признаков гнойного воспаления не наблюдалось. Пациент был выписан на 23-е сутки после травмы после полного восстановления поврежденного ожогом кожного покрова и заживления донорских ран. Наблюдали полное приживление кожного трансплантата без осложнений.

У пациентов третьей группы (15 человек) перед началом операции производился мазок из раны для бактериологического исследования. Далее тангенциальное иссечения гранулирующих ран. Затем происходила обработка раны установкой Плазморан (1 см^2 – 30 секунд) (рис. 13). После этого производился мазок из раны для бактериологического исследования и выполнялась аутодермопластика (рис. 14) с наложением раневого покрытия «ВоскоПран». Перевязки проводились через 2-3 дня до полной эпителизации ран (рис. 15).

Клиническое наблюдение

Пациент Т., 19 лет, поступил в ожоговое отделение ГБУЗ «НИИ – ККБ №1 им. проф. С.В. Очаповского» с диагнозом: Термический ожог (пламенем) туловища, н/конечностей 17%, III степени, ожоговая болезнь. Выполнялись ранние некрэктомии с первичными и отсроченными пластиками. Через месяц имелись остаточные гранулирующие раны (рис. 16). Перед началом операции производился мазок из раны для бактериологического исследования. Затем осуществлялась обработка раны установкой Плазморан (1 см^2 – 30 секунд) (рис. 17). После этого – аутодермопластика на обработанные раны (рис. 18) с наложением атравматического раневого покрытия «ВоскоПран». На 3-е сутки после операции раневое покрытие было удалено, наблюдали приживление расщепленных кожных трансплантатов (рис. 19), признаков гнойного воспаления не наблюдалось.

Оценку эффективности анализируемых методик лечения ран при использовании установки Плазморан оценивали на перевязках. Выполняли сбор результа-

Рис. 12. Пациент с гранулирующей раной правой стопы

Figure 12. Patient with granulating wound of the right foot

Рис. 13. Обработка раны установкой Плазморан

Figure 13. Wound management with Plasmoran device

Рис. 14. Аутодермопластика на обработанные раны

Figure 14. Autodermoplasty on the treated wounds

Рис. 15. Приживление кожных трансплантатов на 6-е сутки

Figure 15. Engraftment of skin grafts, 6 postoperative day

Рис. 16. Пациент с остаточными гранулирующими ранами

Figure 16. Patient with residual granulating wounds

Рис. 17. Приживление кожных трансплантатов на 3-е сутки

Figure 17. Engraftment of skin grafts, 3 postoperative day

Рис. 18. Аутодермопластика на обработанные раны

Figure 18. Autodermoplasty on the treated wounds

Рис. 19. Приживление кожных трансплантатов на 3-е сутки

Figure 19. Engraftment of skin grafts, 3 postoperative day

тов бактериологических исследований до и после обработки, осмотр ран, отмечали характер отделяемого, эпителизацию ожоговых ран и адаптацию аутотрансплантатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что при обработке ожоговых ран установкой Плазморан результаты анализа бактериологических исследований свидетельствуют о снижении бактериальной обсемененности или полной санации ран после воздействия плазмы, что снижает риск развития гнойного воспаления и ускоряет сроки эпителизации ожоговых ран. Результаты сравнительной оценки бактериальной обсемененности до и после обработки ран приведены в таблице 1.

В зависимости от характера раны и сроков после травмы в исследуемых группах имелся разный характер возбудителей. У пациентов 1 группы были выявлены 7 патогенных возбудителей: Staphylococcus aureus, Staphylococcus haemolyticus, Staphylococcus hominis, Acinetobacter baumannii, Stenotrophomonas maltophilia, Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus epidermidis (MRSE). У пациентов 2 группы были выявлены 5 патогенных возбудителей: Staphylococcus

Таблица 1.

Сравнительная оценка бактериальной обсемененности до и после обработки ран установкой ПЛАЗМОРАН

Table 1.

Comparative evaluation of the bacterial load before and after wound treatment by Plasmoran device

Возбудитель	Группа 1		Группа 2		Группа 3	
	до	после	до	после	до	после
Corynebacterium striatum					4	2
Pseudomonas aeruginosa					4	4
Staphylococcus aureus	2	1	3	1	3	2
Staphylococcus haemolyticus	3	1			1	0
Staphylococcus hominis	2	1			1	0
Klebsiella pneumoniae					1	0
Staphylococcus capitis			2	1		
Acinetobacter baumannii	1	0	2	1		
Stenotrophomonas maltophilia	1	0				
Staphylococcus epidermidis	2	2	4	2	1	0
Staphylococcus epidermidis (MRSE)	2	1	1	1		

Таблица 2.
Сравнительная оценка изменения характера роста патогенный микрофлоры в баллах до и после обработки установкой ПЛАЗМОРАН

Table 2.
Comparative evaluation in growth pattern alterations of pathogenic flora in points before and after treatment by Plasmoran device

Возбудитель	Группа 1		Группа 2		Группа 3	
	до	после	до	после	до	после
Corynebacterium striatum					14	4
Pseudomonas aeruginosa					15	11
Staphylococcus aureus	6	3	7	2	8	4
Staphylococcus haemolyticus	10	2			1	0
Staphylococcus hominis	6	2			3	0
Klebsiella pneumoniae					2	0
Staphylococcus capitis			4	2		
Acinetobacter baumannii	1	0	7	1		
Stenotrophomonas maltophilia	3	0				
Staphylococcus epidermidis	6	4	10	4	3	0
Staphylococcus epidermidis (MRSE)	7	2	3	2		

aureus, Staphylococcus capitis, Acinetobacter baumannii, Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus epidermidis (MRSE). У пациентов 3 группы были выявлены 7 патогенных возбудителей: Corynebacterium striatum, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Staphylococcus haemolyticus, Staphylococcus hominis, Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus epidermidis.

Данные таблицы 1 позволяют заключить, что ожоговые раны облигатно контаминированы широким спектром патогенной микрофлоры, вызывающим выраженную воспалительную реакцию и, как следствие, возможное осложненное течение раневого процесса. После обработки экспериментальных ран установкой Плазморан в первой группе было зафиксировано снижение бактериальной обсемененности у 7-ми пациентов (54%) и полная санация ран у 6-ти пациентов (46%); во второй группе было зафиксировано снижение бактериальной обсемененности у 6-ти пациентов (50%) и полная санация ран у 6-ти пациентов (50%); в третьей группе было зафиксировано отсутствие динамики бактериальной обсемененности у 1-го пациента (6%), снижении бактериальной обсемененности у 7-ми пациентов (47%) и полная санация ран у 7-ми пациентов (47%).

Для оценки изменения характера и количества роста патогенный микрофлоры до и после обработки по результатам анализа бактериологических исследований нами условно были обозначены результаты роста флоры в баллах: 4 балла – обильный рост, 3 балла – умеренный рост, 2 балла – скудный рост, 1 балл – единичные колонии, 0 баллов – рост микрофлоры не выявлен. Результаты оценки изменения характера роста патогенный микрофлоры до и после обработки приведены в таблице 2.

Данные таблицы 2 позволяют заключить, что установка Плазморан влияет на характер роста патогенной микрофлоры после обработки ран с уменьшением интенсивности, что говорит о бактерицидном действии. В первой группе снижение на 5 и более баллов отмечается у двух возбудителей (29%), на 4 балла – у одного возбудителя (14%), на 3 балла – у двух возбудителей (29%), на 2 балла – у одного возбудителя (14%), на 1 балл и менее – у одного возбудителя (14%). Во второй группе снижение на 5 и более баллов отмечается у трех возбудителей (60%), на 2 балла – у одного возбудителя (20%), на 1 балл и менее – у одного возбудителя (20%). В третьей группе снижение на 5 и более баллов отмечается у одного возбудителя (14%), на 4 балла – у двух возбудителей (29%), на 3 балла – у двух возбудителей (29%), на 2 балла – у одного возбудителя (14%), на 1 балл и менее – у двух возбудителей (14%).

В ряде наблюдений после обработки установкой Плазморан отмечается полное отсутствие возбудителя, который определялся до обработки. У 1 пациента из первой группы отмечается до обработки: Staphylococcus epidermidis (умеренный рост) и Stenotrophomonas maltophilia (умеренный рост), а по-

сле обработки – Staphylococcus epidermidis (скудный рост). У пациента 3-ей группы отмечается до обработки: Staphylococcus hominis (умеренный рост) и Pseudomonas aeruginosa (умеренный рост), а после обработки – Pseudomonas aeruginosa (умеренный рост). У пациента 3-ей группы отмечается до обработки: Pseudomonas aeruginosa (обильный рост, резистентость ко всем антибиотикам), Pseudomonas aeruginosa (обильный рост, чувствительность к цефепиму и цефтазидиму), Klebsiella pneumoniae (скудный рост), а после – Pseudomonas aeruginosa (обильный рост, резистентость ко всем антибиотикам), Pseudomonas aeruginosa (обильный рост, чувствительность к цефепиму и цефтазидиму).

ВЫВОДЫ

Таким образом, полученные результаты позволяют заключить, что применение низкотемпературной воздушной плазмы дугового разряда атмосферного давления при лечении пострадавших от ожогов является перспективным методом, позволяющим оптимизировать раневой процесс в зоне дефектов кожи, в том числе и глубокого ожога. Применение данной методики уменьшает обсемененность ран патогенной микрофлорой, способствует местному гемостазу после некрэктомий, что позволяет снизить частоту развития гнойных осложнений и улучшить течение раневого процесса.

ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Богданов С.Б., Афаунова О.Н. Использование раневых покрытий при раннем хирургическом лечении пограничных ожогов конечностей в функционально активных областях. *Врач-аспирант*. 2016;6(79):4-9. [Bogdanov SB, Afaunova ON. Usage of wound dressings in early surgical treatment for extremities border burns in functionally active areas. *Postgraduate physician*. 2016;6(79):4-9. (In Russ.)].

2. Филимонов К.А. Совершенствование местного лечения ран у больных с локальными ожогами: дис. … канд. мед. наук. Самара, 2013. 144 с. [Filimonov KA. Improvement of local burn injuries in patients with local burns. Cand. med. sci. diss. Samara, 2013. 144 p. (In Russ.)].

3. Знаменский Г.М., Скворцов Ю.Р. Первый опыт применения аппарата «Плазон» в лечении ожогов и ран. II съезд комбустиологов России: сб. науч. трудов. М., 2008. С. 225. [Znamensky GM, Skvortsov YP. First application of Plason device for burn injuries treatment. Second meeting of combustiologists: scientific articles. M., 2008. p. 225. (In Russ.)].

4. Крылов К.М. и др. Современные возможности местного лечения ожогов. *Амбулаторная хирургия. Стационарозамещающие технологии.* 2010;1:30-35. [Krylov KM. et al. Modern possibilities for local burns treatment. *Outpatient surgery. Technologies for hospital replacing.* 2010;1:30-35. (In Russ.)].

5. Сергеева Е.Н. Применение монохромного некогерентного светодиодного излучения в комплексном лечении ожогов кожи у детей: дис. … канд. мед. наук. СПб., 2008. 142 с. [Sergeeva EN. Application of monochrome non-coherent light diode emission for complex treatment of skin burns in children. SPb., 2008. 142 p. (In Russ.)].

6. Герасимова Л.И. Лазеры в хирургии и терапии термических ожогов: руководство для врачей. М.: Медицина, 2000. 224 с. [Gerasimova LI. Lasers in surgery and therapy for thermal burns: guidelines for doctors. M.: Medicine, 2000. 224 p. (In Russ.)].

7. Подойницына М.Г., Крюкова В.В. и др. Применение магнитоплазменной терапии для подготовки ожоговых ран к дерматомной пластике. Актуальные проблемы клинической и экспериментальной медицины: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 60-летию Читинской гос. мед. академии. Чита, 2013. С. 137-138. [Podoynitsina MG, Krukova VV et al. Magnetic plasmic therapy for burn injuries management to dermatomal plasty. Actual issues in clinical and experimental medicine: Russian scientific conference dedicated to 60th anniversary of Chitinskaya medical academy. Chita, 2013. p. 137-138. (In Russ.)].

8. Васильева Т.М. Плазмохимические технологии в биологии и медицине: современное состояние проблемы. *Тонкие химические технологии.* 2015;10(2):6-9. [Vasilieva TM. Plasmic chemical technologies in biology and medicine: modern state-of-the-art. *High chemical technologies.* 2015;10(2):6-9. (In Russ.)].

9. Яськов И.М. и др. Применение плазменного потока гелия для заживления глубоких ожоговых ран. *Медицинская техника.* 2010;2:43-46. [Yaskov I.M. et al. Usage of helium plasma flow for deep burn wound healing. *Medical equipment.* 2010;2:43-46. (In Russ.)].

10. Братийчук А.Н. и др. Применение аппарата «Плазон» при лечении больных с гнойной хирургической инфекцией в поликлинике. *Военно-медицинский журнал.* 2009;3:72-73. [Bratiychuk AN. et al. Usage of Plason device in patients with purulent surgical infection in out-patient hospital. *War medical journal.* 2009;3:72-73. (In Russ.)].

11. Ермаков А.М. и др. Активация регенерации планарий низкотемпературной аргоновой плазмой, генерируемой плазменным скальпелем. *Биофизика*. 2012;13:547-555. [Ermakov AM. et al. Activation of planaria regeneration by low temperature argon plasma regenerated by a plasma scalpel. *Biophysics*. 2012;13:547-555. (In Russ.)].

12. Patent 054534 Switzerland, PCT/IB2017/054534 Tissue tolerable plasma generator and method for the creation of protective film from the wound substrate. O.V. Borisov; 26. July 2017.

13. Pedroso J et al. Comparative thermal effects of j-plasma, monopolar, argon and laser electrosurgery in a porcine tissue model. *Journal of Minimally Invasive Gynecology.* 2014;21(6):59.

14. Reuter S et al. Detection of ozone in a MHz argon plasma bullet jet. *Plasma Sources Science and Technology.* 2012;21(3):45-50.

15. Stolz W. Low-temperature argon plasma for sterilization of chronic wounds: from bench to bedside. Conf. on Plasma Med. Corpus Christi, 2007. p. 134.

16. Weltmann KD. Atmospheric pressure plasma jet for medical therapy: plasma parameters and risk estimation. *Contributions to plasma physics.* 2009;49(9):631-640.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Богданов С.Б., д.м.н., заведующий ожоговым центром, НИИ – ККБ №1 им. проф. С.В. Очаповского, профессор кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). E-mail: bogdanovsb@mail.ru.

Зиновьев Е.В., д.м.н., профессор, старший научный сотрудник отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия). E-mail: evz@list.ru.

Османов К.Ф., лаборант отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия). E-mail: spb-o.k@mail.ru.

Каракулев А.В., ординатор кафедры хирургии №1 ФПК и ППС, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). E-mail: karakulev797@gmail.com.

Поляков А.В., к.м.н., врач-хирург ожогового отделения, НИИ – ККБ №1 им. С.В. Очаповского, доцент кафедры общей хирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). E-mail: 350007@mail.ru.

Попов А.А., лаборант отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия). E-mail: popov@reabmed.ru.

Лопатин И.М., лаборант отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия). E-mail: lopatin124@gmail.com.

Конфликт интересов отсутствует.

Статья поступила 01.03.2019 г.

AUTHOR CREDENTIALS

Bogdanov S.B., PhD, head of the burns center, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital #1, professor of the Department of Orthopedics, Traumatology and Military Field surgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russia). E-mail: bogdanovsb@mail.ru.

Zinoviev E.V., PhD, professor, senior staff scientist of thermal injuries unit, Saint – Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia). E-mail: evz@list.ru.

Osmanov K.F., lab technician in thermal injuries unit, Saint – Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia). E-mail: spb-o.k@mail.ru.

Karakulev A.V., medical resident of surgery department #1 ATF, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russia). E-mail: karakulev797@gmail.com.

Polyakov A.V., CMS, surgeon of burn unit, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital #1 assistant professor of general surgery department, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russia). E-mail: 350007@mail.ru.

Popov A.A., lab technician in thermal injuries unit, Saint – Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia). E-mail: popov@reabmed.ru.

Lopatin I.M., lab technician in thermal injuries unit, Saint – Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia). E-mail: lopatin124@gmail.com.

Conflict of interest: none declared.

Accepted 01.03.2019