

## Струйная кислородо-сорбционная обработка в лечении гнойных ран мягких тканей

© Д.В. АРХИПОВ<sup>1</sup>, А.А. АНДРЕЕВ<sup>1</sup>, Д.А. АТЯКШИН<sup>2</sup>, А.А. ГЛУХОВ<sup>1</sup>, А.П. ОСТРОУШКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, ул. Студенческая, д. 10, Воронеж, 394036, Российская Федерация

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт экспериментальной биологии и медицины, Московский пр-т, д. 185а, Воронеж, 394036, Российская Федерация

**Актуальность.** Традиционное лечение гнойных ран мягких тканей нередко приводит к развитию осложнений, обуславливающих более 30% летальных исходов после оперативных вмешательств. Ведущую роль в патогенезе гнойных процессов отводится окислительному и бактериальному компонентам.

**Целью исследования** явилась разработка метода лечения гнойных ран, основанного на сочетании струйных технологий, кислородо- и сорбционной терапии, изучить эффективность его применения.

**Материалы и методы.** Исследования проведены на 120 белых крысах линии Wistar с гнойными ранами мягких тканей в 4-х группах: 3-х контрольных и одной опытной. В 1-й контрольной группе лечение не проводилось. В остальных группах выполнялись ежедневные перевязки, которые во 2-й контрольной группе были дополнены обработкой раны потоком кислорода; в 3-й контрольной группе – нанесением сорбента на раневую поверхность; в опытной группе – струйной кислородо-сорбционной обработкой (СКСО) раневой поверхности. Изучение эффективности метода СКСО проводили с использованием объективных, гистологических, гистохимических, бактериологических и статистических методов.

**Результаты.** Наиболее выраженная положительная динамика раневого процесса была отмечена при проведении струйной кислородо-сорбционной обработки раневой поверхности, где исчезновение гиперемии отмечалось на 23,1%, окончание некролиза – на 25,7%, появление грануляций на 24,3%, эпителизация раны – на 17,0% быстрее, по сравнению с данными 1-й контрольной группы. Проведенный анализ позволил говорить, об ускорении скорости течения раневого процесса в основной группе в среднем 1,2–1,4 раза, по сравнению с данными полученными в 1-й контрольной группе.

**Заключение.** Применение методики струйной кислородо-сорбционной обработки в лечении гнойных ран мягких тканей позволило сократить площадь раны к 10-м суткам – на 43,9% по сравнению с данными 3-й контрольной группы.

**Ключевые слова:** гнойные раны; местное лечение; кислородо-сорбционная обработка

## Inkjet Oxygen-Sorption Treatment in Local Treatment Purulent Soft Tissue Wounds

© D.V. ARKHIPOV<sup>1</sup>, A.A. ANDREEV<sup>1</sup>, D.A. ATYAKSHIN<sup>2</sup>, A.A. GLUKHOV<sup>1</sup>, A.P. OSTROUSHKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>N.N. Burdenko Voronezh state medical University, Voronezh, Russian Federation

<sup>2</sup>Research Institute of Experimental Biology and Medicine, Voronezh, Russian Federation

**Relevance.** Traditional treatment of septic wounds of soft tissues often leads to the development of complications, causing more than 30% of deaths after surgery. The oxidative and bacterial components have a key role in the pathogenesis of septic processes.

**The aim of the study** was to develop a method of treatment of septic wounds, based on a combination of jet technologies, oxygenation and sorption therapy, and also to study the effectiveness of its use.

**Materials and methods.** Studies were conducted on 120 white Wistar rats with septic wounds of soft tissue. There were 4 groups: 3 control and 1 experimental. There was no treatment in the 1st control group. Bandages and treatment of the wound with oxygen flow were performed in the 2nd control group. In the 3rd control group, bandages were performed, and the sorbent was applied to the wound surface. In the experimental group, in addition to dressings, jet oxygen-sorption treatment of the wound surface was carried out. The study of the effectiveness of the method was carried out using objective, histological, histochemical, bacteriological and statistical methods.

**Result.** During the jet oxygen-sorption treatment of the wound surface, the disappearance of hyperemia was noted by 23.1%, the end of necrolysis - by 25.7%, the appearance of granulation - by 24.3%, wound epithelization - by 17.0% faster, compared with the data of the 1st control group.

**Conclusion.** Use of the method the jet oxygen-sorption treatment for the treatment of septic wounds of soft tissues reduced the wound area by 1 day – by 4.8%, 3 day – by 6.7%, to 7-days – 19.1% and to 10-day – 43.9% compared to the 3rd control group.

**Keywords:** purulent wounds; local treatment; oxygen-sorption treatment

Гнойные раны мягких тканей традиционно занимают одно из ведущих мест в структуре гнойной патологии, а их традиционное лечение нередко приводит к развитию осложнений, обуславливающих более 30% летальных исходов после оперативных вмешательств [2, 8]. В последние годы проблема хирургической инфекции становится еще более актуальной на фоне ро-

ста числа патогенных микроорганизмов, устойчивых не только к антибиотикам, но и к антисептикам [4, 6, 12]. Важную роль при ликвидации гнойной инфекции традиционно отводят местному лечению, которое предусматривает использование механических, физических, химических и биологических воздействий [1, 4, 5, 6, 11, 10]. Но до настоящего времени остаются

ся значительными сроками и стоимостью лечения данной патологии. Ведущую роль в патогенезе гнойных процессов отводится окислительному и бактериальному компонентам, высокую эффективность при купировании которых демонстрирует применение сорбентов и кислорода [2, 5, 9, 10].

**Цель**

Разработать метод хирургического лечения гнойных ран мягких тканей, основанный на сочетании струйных технологий, кислородно- и сорбционной терапии, изучить эффективность его экспериментального применения.

**Материалы и методы**

Исследования выполнены на базе НИИ экспериментальной биологии и медицины ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Эксперименты проведены на 120 белых крысах линии Wistar с гнойными ранами мягких тканей в 4-х равных по числу животных группах: 3-х контрольных и опытной. В 1-й контрольной группе лечение не проводилось. В остальных группах выполнялись ежедневные перевязки (промывание ран 10 мл 0,9% раствора хлорида натрия и наложение ватно-марлевых повязок), которые во 2-й контрольной группе были дополнены обработкой раны потоком кислорода; в 3-й контрольной группе – нанесением сорбента на раневую поверхность; в опытной группе – струйной кислородно-сорбционной обработкой раневой поверхности (табл. 1).

Моделирование гнойных ран проводили под общим обезболиванием золетилом (8 мг/кг, внутримышечно) путем иссечения кожи, подкожной клетчатки и поверхностной фасции в области холки, диаметр дефекта составлял около 1,5 см. Далее в дефект вводили суточную культуру *St. aureus* (1 мл, 10<sup>9</sup> микробных тел) и рана ушивалась. На 2-е сутки от момента бакте-

риального загрязнения в ране определялись признаки воспаления: отек и гиперемия мягких тканей; на 3-и сутки наблюдалось гнойное воспаление ран. Лечение ран начинали на 3-и сутки от начала эксперимента со снятия швов, при котором отмечалось выделение до 3-х мл гнойного отделяемого. Применяемая методика позволила смоделировать в исследуемых группах гнойные раны со средней площадью 120,7±9,4 мм<sup>2</sup> (табл. 6). Метод кислородно-сорбционной обработки гнойных ран мягких тканей основан на сочетанном применении кислородного воздействия, сорбционной терапии и струйных технологий. Для реализации метода было разработано оригинальное устройство. Воздействие производилось один раз в сутки и продолжалось до закрытия раны. Изучение эффективности метода струйной кислородно-сорбционной обработки проводили с использованием объективных (общее состояние животных, местные проявления воспаления /болезненность, отечность, гиперемия в проекции раны, паравульварная температура, количество и характер экссудации, сроки появления грануляций и эпителизации, закрытия раны); гистологических, гистохимических, бактериологических и статистических методов. Показатели течения раневого процесса оценивали сразу, на 1, 3, 5, 7 и 14-е сутки после моделирования гнойных ран. Статистическая обработка данных производилась с помощью метода вариационной статистики, критерия Стьюдента (достоверным считалось различие при значении  $p \leq 0,05$ ), критерия Вилкоксона; сравнение не связанных выборок осуществлялось с применением критерия Манна-Уитни; для оценки связи между признаками проведен анализ Спирмена. При оформлении и проведении расчетов статистических данных использовался пакет прикладных компьютерных программ MSExcel 2007.

Исследования проведены в строгом соответствии с Европейской Конвенцией о защите позвоночных жи-

**Таблица 1.** Характеристика групп исследования

**Table 1.** Characteristics of study groups

Группа исследования / Research group	Характеристика группы исследования
1-я контрольная / 1st control	Без лечения / Without treatment
2-я контрольная / 2st control	Обработка потоком кислорода, наложение повязки / Processing flow of oxygen, bandaging
3-я контрольная / 3st control	Нанесение сорбента, наложение повязки / Application of sorbent, dressing
основная / basic	СКСО, наложение повязки / inkjet Oxygen-Sorption Treatment, dressing

**Таблица 2.** Средние сроки купирования симптомов раневого процесса в группах исследования, сутки

**Table 2.** The average time of relief of symptoms of wound process in the study groups, day

Симптомы раневого процесса / Symptoms of wound process	Группы исследования / Research group			
	Контрольные / control			основная / basic
	1	2	3	
Некролиз / Necrolysis	3,5±0,2	3,3±0,2	2,8±0,2*	2,6±0,2*
Гиперемия кожи / Dermahemia	3,9±0,2	3,7±0,2	3,3±0,2*	3,0±0,2*
Отек / Edema	3,9±0,2	4,0±0,3	3,6±0,2	3,4±0,2*

Примечания: \* – достоверность различий по сравнению с 1-й контрольной группой,  $p < 0,05$ .

Note: \* - reliability of differences in comparison with the 1st control group,  $p < 0.05$ .

**Таблица 3.** Средние сроки купирования и появления симптомов течения раневого процесса в группах исследования, сутки

**Table 3.** The average time of relief and the appearance of symptoms of the wound process in the study groups, day

Симптомы раневого процесса / Symptoms of wound process	Группы исследования / Research group			
	Контрольные / control			основная / basic
	1-я	2-я	3-я	
Фибринолиз / Fibrinolysis	5,2±0,3	4,8±0,2*	4,4±0,3*	3,9±0,3*
Появление грануляций / The appearance of granulation	3,7±0,3	3,5±0,2	3,1±0,2*	2,8±0,2*
Начало эпителизации / Beginning of epithelialization	5,3±0,3	5,1±0,3	4,8±0,3*	4,4±0,3*
Отделяемое раны <sup>1</sup> / Detachable body <sup>1</sup>	6,4±0,3	5,5±0,4*	4,9±0,4*	4,6±0,4*

Примечания: <sup>1</sup> – уменьшение отделяемого раны до скудного количества; \* – достоверность различий по сравнению с 1-й контрольной группой p<0,05.

Note: <sup>1</sup> - reduction of wound discharge to a meager amount; \* - reliability of differences compared to the 1st control group p<0.05.

**Таблица 4.** Динамика уровня щелочной фосфатазы в группах исследования, у.е.

**Table 4.** Dynamics of alkaline phosphatase level in study groups, u.e.

Группа исследования / Research group	1 сутки / 1 day	3 сутки / 3 day	5 сутки / 5 day	7 сутки / 7 day
1-я контрольная / 1st control	27,2±2,1	37,9±2,3 <sup>1</sup>	44,0±2,5 <sup>1</sup>	47,1±2,5 <sup>1</sup>
2-я контрольная / 2st control	28,6±2,1	36,8±2,1 <sup>1</sup>	45,0±2,3 <sup>1</sup>	49,5±2,5 <sup>1</sup>
3-я контрольная / 3st control	43,8±2,5 <sup>2</sup>	52,7±2,6 <sup>1,2</sup>	60,3±2,8 <sup>1,2</sup>	62,0±2,9 <sup>1,2</sup>
основная / basic	51,9±2,6 <sup>2</sup>	57,4±2,7 <sup>1,2</sup>	65,0±2,7 <sup>1,2</sup>	75,6±3,1 <sup>1,2</sup>

Примечания: <sup>1</sup> – достоверность различий по сравнению с 1-и сутками, p<0,05; <sup>2</sup> – достоверность различий по сравнению с данными 1-й контрольной группы, p<0,05.

Note: <sup>1</sup> - reliability of differences in comparison with the 1st day, p<0.05; <sup>2</sup>-reliability of differences in comparison with the data of the 1st control group, p<0.05.

вотных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18.03.1986), Международными рекомендациями (этический кодекс) по проведению медико-биологических исследований с использованием животных (1985), приказом №755 МЗ СССР от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных», приказом №267 МЗ РФ от 19.06.2003 «Правила лабораторной практики в РФ», приказом №742 Министерство высшего и среднего специального образования СССР от 13.11.1984 «Об утверждении Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных», Приказом МЗ РФ № 199Н от 01.04.2016 «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики» и др. [9].

### Результаты и их обсуждение

На 1-е сутки после моделирования гнойной раны поведение животных в группах исследования было однотипным: гиподинамичны, не активны в отношении приема пищи, проявляли беспокойство при пальпации по ходу раны. Повязки пропитаны серозно-гнойным отделяемым, имеется гипертермия и отечность тканей в области дефекта. На 3-и сутки животные основной группы активизировались, промокание повязок серозно-гнойным раневым отделяемым стало незначительным, признаки воспаления менее выражены. В 1-й контрольной группе нормализация общего состояния животных отмечалась к 7-8-м суткам от начала

лечения. Обработка раны потоком кислорода (2-я контрольная группа) приводила к 5-м суткам к более высокой активности животных и улучшению аппетита, к 6-м суткам к ликвидации беспокойства при пальпации в проекции холки. При надавливании на края раны незначительное количество скудного серозного отделяемого продолжало выявляться у отдельных животных. В 3-й контрольной и 1-й основной группах аналогичная картина регистрировалась на 4-и и 5-е сутки после начала лечения, соответственно.

Некролиз в 1-й контрольной группе наблюдался в среднем до 3,5±0,2 суток, во 2-й контрольной в среднем на 5,7%, в 3-й контрольной – на 20,0%, в опытной – на 25,7% быстрее (табл. 2). Гиперемия в 1-й контрольной группе определялась в среднем до 3,9±0,2 суток, во 2-й контрольной группе – на 5,1%, в 3-й контрольной группе – на 15,4%, в опытной группе – на 23,1% меньше. Отек в 1-й контрольной группе купировался в среднем на 3,9±0,2 сутки, во 2-й контрольной группе – на 2,6% позднее, в 3-й контрольной группе – на 7,7%, в опытной группе – на 12,8% быстрее. Длительность фибринолиза в 1-й контрольной группе составила 5,2±0,3 суток, во 2-й контрольной изучаемый показатель был на 7,7%, 3-й контрольной – на 15,4%, в основной группе – на 25,0% меньше (табл. 3). Появление грануляций в 1-й контрольной группе в среднем было отмечено на 3,7±0,3 сутки, во 2-й контрольной – на 5,4%, в 3-й контрольной – на 16,2%, в опытной – на 24,3% раньше. Начало эпителизации в 1-й контрольной группе в сред-

**Таблица 5.** Динамика бактериальной обсемененности в контрольных и опытных группах исследования, микробных тел на мл экссудата

**Table 5.** Dynamics of bacterial contamination in the control and experimental groups of the study, microbial bodies per ml of fluid

Группа исследования / Research group	Бактериальная обсемененность, сутки / Bacterial contamination, day			
	1	3	7	10
1-я контрольная / 1st control	10 <sup>9</sup> -10 <sup>10</sup>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>8</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>
2-я контрольная / 2st control	10 <sup>9</sup> -10 <sup>10</sup>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>7</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup>
3-я контрольная / 3st control	10 <sup>8</sup> -10 <sup>9</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>2</sup>
основная / basic	10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>2</sup>

**Таблица 6.** Динамика изменения площади гнойных ран в группах II блока исследования, мм<sup>2</sup>

**Table 6.** Dynamics of changes in the area of purulent wounds in the groups of the II block of the study, mm<sup>2</sup>

Группа исследования / Research group	Площадь ран после моделирования, мм <sup>2</sup> / Area of wounds after modeling, mm <sup>2</sup>				
	Сразу / Immediately	1 сутки / 1 day	3 сутки / 3 day	7 сутки / 7 day	10 сутки / 10 day
1-я контрольная / 1st control	119,7±9,5	86,8±6,4 <sup>1</sup>	52,1±6,0 <sup>1</sup>	32,0±4,0 <sup>1</sup>	17,8±1,1 <sup>1</sup>
2-я контрольная / 2st control	119,9±9,8	85,0±5,7 <sup>1</sup>	48,2±5,3 <sup>1</sup>	26,9±3,7 <sup>1</sup>	13,2±1,0 <sup>1,2</sup>
3-я контрольная / 3st control	121,8±8,9	82,8±7,3 <sup>1</sup>	46,2±5,3 <sup>1</sup>	22,5±3,6 <sup>1,2</sup>	8,2±1,6 <sup>1,2</sup>
основная / basic	121,5±9,2	78,8±7,1 <sup>1</sup>	43,1±4,6 <sup>1,2</sup>	18,2±4,2 <sup>1,2</sup>	4,6±1,3 <sup>1,2</sup>

Примечания: <sup>1</sup> – достоверность различий по сравнению с исходными размерами раны в группе, p < 0,05; <sup>2</sup> – достоверность различий по сравнению с данными 1-й контрольной группы, p < 0,05.

Note: <sup>1</sup>-reliability of differences in comparison with the initial size of the wound in the group, p < 0.05; <sup>2</sup>-reliability of differences in comparison with the data of the 1st control group, p < 0.05.

нем наблюдалось на 5,3±0,3 сутки, во 2-й контрольной – на 3,8%, в 3-й контрольной – на 9,4%, в опытной – на 17,0% раньше. Отделяемое раны в 1-й контрольной группе уменьшалось до скудного в среднем на 6,4±0,3 сутки, во 2-й контрольной – на 14,1%, в 3-й контрольной – на 23,4%, в 1-й опытной – на 28,1% раньше.

При изучении активности щелочной фосфатазы, которая, в том числе, отражает течение раневого процесса и созревание грануляционной ткани было выявлено, что в 1-й контрольной группе изучаемый показатель в 1-е сутки наблюдения составил 27,2±2,1 у.е., постепенно увеличиваясь к 7 суткам до уровня 47,1±2,5 усл.ед. или на 73,2%. Во 2-й контрольной группе отмечалась аналогичная динамика, изучаемый показатель на 1-е сутки был выше данных 1-й контрольной группы на 5,1%, на 3-и сутки – ниже на 2,9%, на 5 сутки – увеличивался на 2,3%, на 7-е сутки – на 5,1%. В 3-й контрольной и опытной группах наблюдались максимальные изменения: изучаемый показатель в указанные сроки увеличивался на 61,0% и 90,8%, 39,1% и 51,5%, 37,0% и 47,7%, 31,6% и 60,5% по сравнению с данными 1-й контрольной группы соответственно. Уровень, достигнутый к 7-м суткам в 1-й контрольной группе, был минимальным, по сравнению с другими группами, что обусловлено недостаточной активностью репаративных процессов в ране. Микробная обсемененность раневой поверхности после разведения краев ран составляла в среднем 10<sup>9</sup>-10<sup>12</sup> микробных тел на мл экссудата. Показатель был минимальным в 3-й контрольной и опытной группах и составил на 1-е сут-

ки исследования – 10<sup>8</sup>-10<sup>9</sup> и 10<sup>7</sup>-10<sup>9</sup>, на 5-е сутки – 10<sup>2</sup>-10<sup>3</sup> и 10<sup>2</sup>-10<sup>3</sup>, на 7-е сутки – 10<sup>1</sup>-10<sup>2</sup> микробных тел на мл экссудата. В 1-й контрольной группе площадь дефекта изначально составила 119,7±9,5 мм<sup>2</sup>, и планомерно уменьшалась к 1-м суткам наблюдения в среднем на 27,5%, к 3-м суткам – на 56,5%, к 7-м суткам – на 73,3%, к 10-м суткам – на 85,1%. Во 2-й контрольной группе изучаемый показатель в указанные сроки составил: 29,1%, 59,8%, 77,6% и 89,0% соответственно. В 4-й контрольной и 1-й опытной группах площадь дефекта достоверно уменьшалась в среднем на 32,0% и 35,1%, 62,1% и 64,5%, 81,5% и 85,0%, 93,3% и 96,2% по сравнению с исходными размерами раны соответственно.

### Заключение

Наиболее выраженная положительная динамика раневого процесса была отмечена при проведении струйной оксигено-сорбционной обработки раневой поверхности (основная группа), где исчезновение гиперемии отмечалось на 23,1%, отека кожи – на 12,8%, окончание некролиза – на 25,7%, длительности фибринолиза – на 25,0%, появление грануляций на 24,3%, эпителизация раны – на 17,0%, сокращение отделяемого до скудного – на 28,1% быстрее, по сравнению с данными 1-й контрольной группы. Проведенный анализ позволил говорить, об ускорении скорости течения 1-й и 2-й фаз раневого процесса в основной группе в среднем на 1,2–1,4 и 1,2–1,3 раза, соответственно, по сравнению с данными полученными в 1-й контроль-

ной группе. В совокупности, струйной оксигено-сорбционной обработки в лечении гнойных ран мягких тканей позволило сократить площадь раны к 1-м суткам – на 4,8%, 3-м суткам – на 6,7%, к 7-суткам – на 19,1% и к 10-м суткам – на 43,9% по сравнению с данными 3-й контрольной группы.

### Список литературы

1. Андреев А.А., Глухов А.А., Лобас С.В., Остроушко А.П. Экспериментальная апробация метода программной барботажной санации ран. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2016; 9:4 (33):314-321.
2. Закиев Т.З., Туйсин С.Р., Галимов О.В. Изучение процессов свободнорадикального окисления у пациентов с гнойно-воспалительными заболеваниями мягких тканей. *Казанский медицинский журнал*. 2015; 96: 3: 302-306.
3. Луцевич О.Э., Тамразова О.Б., Шкинунова А.Ю. Современный взгляд на патофизиологию и лечение гнойных ран. *Хирургия*. 2011; 5: 72-77.
4. Салмина Т.А., Цыгипало А.И., Шкода А.С. Опыт применения пиобактериофага поливалентного очищенного для лечения гнойных ран при длительном и неэффективном лечении антибактериальными препаратами. *Трудный пациент*. 2016; 14: 10-11: 23-29.
5. Смотровин С.М., Ославский А.И., Меламед В.Д., Гракович П.Н. Сорбционно-дренажные устройства в комплексном лечении гнойных ран и абсцессов мягких тканей. *Новости хирургии*. 2016; 24: 5: 457-464.
6. Толстов А.В., Колсанов А.В., Новиков И.В., Подсевалова И.В. Анализ местного лечения ожоговых ран с применением раневых покрытий в эксперименте. *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины*. 2016; 6: 3: 119-125.
7. Третьяков А.А., Петров С.В., Неверов А.Н., Шетинин А.Ф. Лечение гнойных ран. *Новости хирургии*. 2015; 23: 6: 680-687.
8. Ялаева И.Г., Киршина О.В., Конавалов П.П. Комбинация оксид-азотной терапии и низкочастотного ультразвука в лечении гнойных ран. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2015; 2 (50): 82-86.
9. Ткаченко П.В., Липатов В.А., Привалова И.Л., Северинов Д.А., Хмаро Н.И. Этико-правовые аспекты экспериментальной практики. *Электронный научный журнал «Innova»*. 2016; 1 (2): 29-35.
10. Fakayode OJ, Tsolekile N, Songca SP, Oluwafemi OS. Applications of functionalized nanomaterials in photodynamic therapy. *Biophys*. 2018; 10: 1: 49-67. doi: 10.1007/s12551-017-0383-2.
11. Bhutani S., Vishwanath G. Hyperbaric oxygen and wound healing. *Indian J Plast Surg*. 2012; 45: 2: 316-24. doi: 10.4103/0970-0358.101309.
12. Kallstrom G. Are Quantitative Bacterial Wound Cultures Useful? *Journal of Clinical Microbiology*. 2014; 51: 2753-2756. DOI: 10.1128/JCM.00522-14.

### Информация об авторах

1. Архипов Дмитрий Валерьевич - аспирант кафедры общей хирургии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н.Бурденко, e-mail: sugery@mail.ru
2. Андреев Александр Алексеевич - д.м.н., профессор кафедры общей хирургии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н.Бурденко, e-mail: sugery@mail.ru
3. Атякшин Дмитрий Андреевич - к.м.н., директор Научно-исследовательского института экспериментальной биологии и медицины, e-mail: earth-mars38@yandex.ru
4. Глухов Александр Анатольевич - д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей хирургии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н.Бурденко, e-mail: sugery@mail.ru
5. Остроушко Антон Петрович - к.м.н., доцент кафедры общей хирургии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н.Бурденко, e-mail: antonostroushko@yandex.ru

### Цитировать:

Архипов Д.В., Андреев А.А., Атякшин Д.А., Глухов А.А., Остроушко А.П. Струйная кислородо-сорбционная обработка в местном лечении гнойных ран мягких тканей. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии* 2020; 13: 1: 41-45. DOI: 10.18499/2070-478X-2020-13-1-41-45.

### To cite this article:

Arkhipov D.V., Andreev A.A., Atyakshin D.A., Glukhov A.A., Ostroushko A.P. Inkjet Oxygen-Sorption Treatment in Local Treatment Purulent Soft Tissue Wounds. *Journal of experimental and clinical surgery* 2020; 13: 1: 41-45. DOI: 10.18499/2070-478X-2020-13-1-41-45.

### Дополнительная информация

#### Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

### References

1. Andreev AA, Glukhov AA, Lobas SV, Ostroushko AP. Experimental approbation of the method of software bubbling rehabilitation of the wounds. *Vestnik eksperimental'noi i klinicheskoi khirurgii*. 2016; 9:4 (33):314-321. (in Russ.)
2. Zakiev TZ, Tuisin SR, Galimov OV. Study of free radical oxidation processes in patients with purulent-inflammatory soft tissue diseases. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*. 2015; 96: 3: 302-306. (in Russ.)
3. Lutsevich OE, Tamrazova OB, Shkunova AYU. Modern view on pathophysiology and treatment of purulent wounds. *Khirurgiya*. 2011; 5: 72-77. (in Russ.)
4. Salmina TA, Tsygipalo AI, Shkoda AS. Experience in the use of polyvalent purified piobacteriophage for the treatment of purulent wounds with prolonged and ineffective treatment with antibacterial drugs. *Trudnyi patsient*. 2016; 14: 10-11: 23-29. (in Russ.)
5. Smotrin SM, Oslavskii AI, Melamed VD, Grakovich PN. Sorption-drainage devices in complex treatment of purulent wounds and soft tissue abscesses. *Novosti khirurgii*. 2016; 24: 5: 457-464. (in Russ.)
6. Tolstov AV, Kolsanov AV, Novikov IV, Podsevalova IV. Analysis of local treatment of burn wounds using wound coatings in the experiment. *Krymskii zhurnal eksperimental'noi i klinicheskoi meditsiny*. 2016; 6: 3: 119-125. (in Russ.)
7. Tret'yakov AA, Petrov SV, Neverov AN, Shchetinin AF. Treatment of purulent wounds. *Novosti khirurgii*. 2015; 23: 6: 680-687. (in Russ.)
8. Yalaeva IG, Kirshina OV, Konovalov PP. Combination of nitric oxide therapy and low-frequency ultrasound in the treatment of purulent wounds. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*. 2015; 2 (50): 82-86. (in Russ.)
9. Tkachenko PV, Lipatov VA, Privalova IL, Severinov DA, Khmaro NI. Ethical and legal aspects of experimental practice. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Innova»*. 2016; 1 (2): 29-35. (in Russ.)
10. Fakayode OJ, Tsolekile N, Songca SP, Oluwafemi OS. Applications of functionalized nanomaterials in photodynamic therapy. *Biophys*. 2018; 10: 1: 49-67. doi: 10.1007/s12551-017-0383-2.
11. Bhutani S., Vishwanath G. Hyperbaric oxygen and wound healing. *Indian J Plast Surg*. 2012; 45: 2: 316-24. doi: 10.4103/0970-0358.101309.
12. Kallstrom G. Are Quantitative Bacterial Wound Cultures Useful? *Journal of Clinical Microbiology*. 2014; 51: 2753-2756. DOI: 10.1128/JCM.00522-14.

### Information about the Authors

1. Dmitry Valerievich Arkhipov - post-graduate student of the Department of General surgery of N.N. Burdenko Voronezh state medical University, e-mail: sugery@mail.ru
2. Alexander Alekseevich Andreev - M.D., Professor of the Department of General surgery of N.N. Burdenko Voronezh state medical University, e-mail: sugery@mail.ru
3. Dmitry Andreevich Atyakshin - Ph. D., Director Of the research Institute of experimental biology and medicine, e-mail: earth-mars38@yandex.ru
4. Aleksandr Anatol'evich Glukhov - M.D., Professor, head of Department of General surgery of N.N. Burdenko Voronezh state medical University, e-mail: sugery@mail.ru
5. Anton Petrovich Ostroushko - Ph.D., associate Professor of the Department of General surgery of N. N. Burdenko Voronezh state medical University, e-mail: antonostroushko@yandex.ru