

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО
ИМПУЛЬСНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ОБЛУЧЕНИЯ В ЛЕЧЕНИИ
ИНФИЦИРОВАННЫХ РАН**

1. Хирургическое отделение.

ГБУЗ Московский клинический научно-практический центр имени А.С. Логинова

ДЗМ, г. Москва

2. Кафедра факультетской хирургии №2

ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, г. Москва

3. Кафедра морфологии человека

ФГБОУ ВО "Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), г. Москва

4. Кафедра факультетской хирургии, кафедра анатомии, гистологии и эмбриологии

ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, Тверь, Россия

EGOROV V.S., FILIMONOV A.YU, CHUDNYKH S.M., ABDUVOSIDOV KH.A.

**EXPERIMENTAL RATIONALE FOR THE APPLICATION OF HIGH-INTENSE PULSE
BROADBAND IRRADIATION IN THE TREATMENT OF INFECTED WOUNDS**

1. Surgical department.

Moscow Clinical Scientific Center n.a. A.S. Loginov, Moscow

2. Department of Faculty Surgery No. 2.

FSBEI HE «Russian University Of Medicine» of MOH of Russia, Moscow

3. Department of Human Morphology

FSBEI HE «Russian Biotechnological University», Moscow, Russia

4. Department of Faculty Surgery; Department of Anatomy, Histology and Embryology.

FSBEI HE «Tver State Medical University» of MOH of Russia, Tver, Russia

Резюме: Повсеместное использование антимикробных препаратов привело к широкому распространению резистентных штаммов бактерий, что сильно затрудняет лечение раневой инфекции. Применение импульсного высокоинтенсивного широкополосного облучения инфицированных ран в эксперименте показало снижение контаминации грамотрицательными и грамположительными патогенными микроорганизмами в более ранние сроки в отличие от традиционных медикаментозных методов местного лечения и традиционного ультрафиолетового облучения ран.

Ключевые слова: инфицированные раны, высокоинтенсивное импульсное широкополосное облучение, местное лечение ран, экспериментальное исследование.

Abstract: The widespread use of antimicrobial drugs has led to the widespread distribution of resistant strains of bacteria, which greatly complicates the treatment of wound infections. The use of pulsed high-intensity broadband irradiation of infected wounds in an experiment showed a decrease in contamination with gram-negative and gram-positive pathogenic microorganisms at an earlier time, in contrast to traditional medicinal methods of local treatment and traditional ultraviolet irradiation of wounds.

Key words: infected wounds, high-intensity pulsed broadband irradiation, local treatment of wounds, experimental study.

Актуальность. В современной хирургии важным вопросом были и остаются профилактика и лечение инфекций, связанных с хирургическим вмешательством. Борьба с бактериальной инфекцией часто затруднена как в связи с устойчивостью к антибактериальным препаратам, так и сокрытием бактериальных клеток внутри биопленок, что требует разработки инновационных подходов в лечении.

Цель исследования. Изучить эффективность высокоинтенсивного импульсного широкополосного облучения при лечении инфицированных ран.

Материалы и методы исследования. Экспериментальное исследование выполнено на половозрелых крысах-самцах линии Vistar. Под общим обезболиванием в асептических условиях моделировали инфицированную рану в области холки, размерами 20x20 мм, иссекая кожу и подкожную клетчатку до мышечной фасции. Далее в рану вносили триггер в виде взвеси смеси культур из контрольных штаммов *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans* в равных объемах и разведениях, содержащей в 1 мл 10^9 микробных тел. Через сутки после ушивания моделированной раны снимали швы. Впоследствии все животные случайным образом разделены на три группы по тридцать особей.

Животным 1-й группы (n=30) в послеоперационном периоде после снятия швов проводили ежедневный туалет раны раствором хлоргексидина 0,1% с последующим высокоинтенсивным импульсным широкополосным облучением аппаратом, разработанным НИИ энергетического машиностроения МГТУ им. Н.Э. Баумана. Принцип работы изделия основан на импульсном облучении пораженных участков высокоинтенсивным оптическим излучением сплошного спектра, генерируемым импульсной ксеноновой лампой типа ИНП 5/60, которая работает в импульсно-периодическом режиме с частотой импульсов 5 Гц и средней электрической мощностью 100 Вт. Средняя мощность излучения лампы в УФ-С диапазоне спектра (200-280 нм) составляла 3 Вт,

импульсная мощность УФ-С излучения – 24 кВт. После облучения на рану накладывалась повязка с раствором хлоргексидина 0,1%. Срок облучения составлял 10 дней.

Животным 2-й группы (n=30) после ежедневного туалета раны раствором хлоргексидина 0,1% проводили традиционное УФ облучение (облучение ртутной лампой низкого давления) и наложение на рану повязки с раствором хлоргексидина 0,1%. Облучение проводилось также в течение 10 дней.

Животным 3-й группы (n=30) проводили ежедневный туалет раны раствором хлоргексидина 0,1% и наложение на рану повязки с раствором хлоргексидина 0,1%.

Для оценки бактерицидной эффективности применения высокоинтенсивного импульсного широкополосного излучения и традиционного УФ облучения при лечении инфицированных ран в день снятия швов (до лечения), на 3, 7, 10, 14 и 21 дни от начала лечения проводили бактериологическое исследование.

Выполнен анализ контаминации и динамики деконтаминации ран различной микрофлорой на каждом сроке контроля, с учетом количества животных с контаминацией четырех видов микрофлоры (*Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*) 10^8 , 10^6 и $<10^4$ на поверхности ран. Посев проб осуществляли методом секторных посевов (По Голду-Родману) на чашки Петри с кровяным агаром, а также со средами Эндо и Сабуро. Сравнительная оценка качественных признаков внутри групп и между группами выполнялась при помощи критерия χ^2 Пирсона, для чего предварительно строились и оценивались таблицы сопряжения. Признак считался статистически различным при $p < 0,05$. Множественные сравнения проведены с использованием поправки Бонферрони. При сравнении между группами $k=0,05/3=0,0167$, при сравнении показателей внутри групп $k=0,05/5=0,01$.

Результаты и обсуждение. Проведенное бактериологическое исследование показало, что на фоне проводимого лечения имелась положительная динамика на каждом контрольном сроке в виде снижения контаминации или полной деконтаминации ран во всех группах. При этом к 3 дню лечения на фоне импульсного высокоинтенсивного широкополосного облучения ран имелась статистически значимое уменьшение контаминации *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* и *Pseudomonas aeruginosa* по сравнению с третьей группой ($p=0,0003$, $\chi^2=18,6$, $p=0,0025$, $\chi^2=14,3$ и $p=0,01$, $\chi^2=11$ соответственно). Во второй группе, где лечение проводилось традиционным ультрафиолетовым облучением ран, по сравнению с третьей группой, статистически достоверной разницы к 3 дню не выявлено. К 7 дню лечения динамика результатов лечения между группами была статистически разной. В первой и во второй группе в результате лечения у половины или большинства животных наблюдалась полная деконтаминация ран по отношению к *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*. В первой группе животных в большинстве случаев выявлено полное очищение ран от синегнойной палочки. По сравнению с предыдущими сроками контроля к 10 дню практически у всех животных первой группы, отмечалась полная деконтаминация ран от всех видов микрофлоры. В

этот период во второй группе также отмечалось снижение контаминации ран микрофлорой, при этом у большинства животных наблюдали полное очищение. Статистический анализ показал, что результаты снижения контаминации ран к 10 дню лечения в первой и во второй группе по отношению к золотистому стафилококку и клебсиеллы пневмонии значительно отличаются от результатов в третьей группе.

Выводы. Применение импульсного высокоинтенсивного широкополосного облучения ран заявленным способом снижает контаминацию патогенных микроорганизмов, как грамотрицательных, так и грамположительных в более ранние сроки в отличие от традиционных медикаментозных методов местного лечения и традиционного ультрафиолетового облучения ран.

Список литературы:

1. Panzures A.J. 222-nm UVC light as a skin-safe solution to antimicrobial resistance in acute hospital settings with a particular focus on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and surgical site infections: a review. *Appl Microbiol.* 2023;1;134(3):lxad046. doi: 10.1093/jambio/lxad046.
2. Inkaran J, Tenn A, Martyniuk A et al. Does UV Light as an Adjunct to Conventional Treatment Improve Healing and Reduce Infection in Wounds? A Systematic Review. *Cenic A.Adv Skin Wound Care.* 2021;1;34(4):1-6. doi: 10.1097/01.ASW.0000734384.52295.92.PMID: 33739951
3. Goh JC, Fisher D, Hing ECH, et al. Disinfection capabilities of a 222 nm wavelength ultraviolet lighting device: a pilot study. *Wound Care.* 2021;2;30(2):96-104. doi: 10.12968/jowc.2021.30.2.96.
4. Архипов В.П., Багров В.В., Бяловский Я.Ю. и др. Проблемы Социальной Гигиены и Здравоохранения Истор Мед. 2021;29(5):1156-1162. doi: 10.32687/0869-866X-2021-29-5-1156-1162.
5. Marasini S, Zhang AC, Dean SJ et al. Safety and efficacy of UV application for superficial infections in humans: A systematic review and meta-analysis. *Ocul Surf.* 2021;21:331-344. doi: 10.1016/j.jtos.2021.03.002. Epub 2021 Mar 31.