



В. В. Бойко, Ю. В. Иванова,
В. А. Прасол, Е. В. Мушенко,
Е. М. Климова,
И. С. Пуляева, А. В. Чинилин

ГУ «Институт общей
и неотложной хирургии
им. В. Т. Зайцева НАМНУ»,
г. Харьков

© Коллектив авторов

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ В КОМПЛЕКСЕ ЛЕЧЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ С МИННО-ВЗРЫВНЫМИ И ОСКОЛОЧНЫМИ РАНЕНИЯМИ ПРИ ИНФЕКЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЯХ ПОВРЕЖДЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ СОСУДОВ

Резюме. Работа основана на оценке результатов лечения 9 пострадавших с минно-взрывными, огнестрельными и осколочными ранениями с повреждением магистральных сосудов конечностей. В комплекс лечения больных, помимо оказания специализированной ангиохирургической помощи, были включены ФТ и ФДТ. Для лечения пострадавших были использованы фотонные матрицы Коробова «Барва-флекс» с длинами волн 660, 470, 525, 405 нм. В качестве фотосенсибилизатора использован димегин. ФТ в процессе лечения применена у всех пострадавших, ФДТ – у 3-х пострадавших с выявленной полирезистентной раневой микрофлорой.

Антибактериальный эффект ФДТ снижает риск несостоятельности сосудистого анастомоза и развития аррозивного кровотечения, что существенно влияет на летальность и количество вторичных ампутаций. Применение разработанного подхода рекомендовано у пациентов с мультирезистентной раневой микрофлорой, особенно проблемной группы «ESKAPE».

Ключевые слова: минно-взрывная травма, ранения сосудов, хирургическое лечение, раневая инфекция, фототерапия, фотодинамическая терапия.

Введение

Огнестрельные и минно-взрывные повреждения характеризуются обширностью площади ран, контузией и размозжением тканей, кровотечениями, а также наличием инородных тел и загрязнений, приводящих к инфицированию. Некротические ткани являются питательной средой для размножения микроорганизмов, развития раневой инфекции. Отек тканей приводит к расстройствам микроциркуляции, гипоксии, способствуя угнетению фагоцитоза [1, 2, 4, 9].

По данным различных авторов, инфекционные осложнения минно-взрывных и осколочных ранений и травм встречаются у 25 % пострадавших и нередко являются причиной смерти последних [5, 6]. В этой связи ранняя хирургическая обработка — иссечение некрозов в пределах здоровых, нормально кровоснабжаемых тканей — важный фактор профилактики раневой инфекции [6, 7].

Антибактериальная терапия раневой инфекции, основанная на характере предполагаемого возбудителя, не отменяет ранней хирургической обработки. Профилактика и максимально раннее хирургическое лечение имеют ведущее значение в лечении пострадавших и способствуют предотвращению генерализации

инфекции. Результаты лечения минно-взрывных повреждений значительно ухудшаются при наличии сопутствующих заболеваний, особенно сахарного диабета, гипотрофии, расстройств метаболизма [3, 8].

За период проведения АТО на востоке Украины с 2014 по 2015 г. из 13037 раненых и травмированных (среди них 5842 раненых) у 208 (1,6 %) были диагностированы ранения магистральных сосудов. Ранения кровеносных сосудов головы и шеи были у 3,2 %, верхних конечностей — у 38,5 %, нижних конечностей — у 56,6 %, груди — у 0,6 %, таза и живота — у 1,2 % пострадавших [13].

Одним из основных компонентов снижения количества санитарных потерь, а также возвращения бойцов в строй является этапность и преемственность оказания медицинской помощи. Современная военно-медицинская доктрина Украины подразумевает 6 этапов оказания медицинской помощи [14].

Сводные данные о характере оперативных вмешательств при повреждении сосудов, полученные на основании анализа результатов оказания медицинской помощи пострадавшим за период проведения АТО в 2014-2015 г., проведенный специалистами Главного военного госпиталя, представлены в таблице 1 [13].

Таблиця 1
Характер оперативних втручань на сосудах

Назва операції	Кількість операцій	%
Вазоррафія	21	7,1
Аутовенозне протезування	142	48,3
Аутовенозна пластика дефекта	11	3,7
Аллопротезування	14	4,8
Перев'язка судина в рані	11	3,7
Операції на сосудах по приводу пізніх ускладнень ран	27	9,2
Ампутація по первичним показанням	21	7,1
Ампутація по вторичним показанням	47	16,1
Всього	294	100

Вместе с тем данных о спектре возбудителей инфекции представлено не было.

Следует отметить, что вторичные ампутации выполнялись у пострадавших на фоне тяжелой постгеморрагической анемии при наличии сочетанных и комбинированных повреждений; в 2 случаях имел место краш-синдром. У всех этих пострадавших отмечено позднее поступление в медицинские учреждения по различным причинам (табл. 2) [13].

Таблиця 2

Частота ампутацій в залежності від термінів надходження поранених на етап спеціалізованої ангіохірургічної допомоги

Час до надходження (години)	Кількість поранених (%)	Кількість ампутацій (%)
До 3	4,7	—
Від 3 до 6	25,4	4,1
Від 6 до 12	48,5	15,3
Від 12 до 24	7,3	44,5
Вище 24	14,1	25,5

Частота місцевих гнійно-воспалительних ускладнень висока і становить 25-30 %, що пояснюється характером поранень і поранюючого агента, ішемією тканин, наявністю обширних гематом, розвитком ішемічеськи/реперфузійного синдрому.

Успіх надання ангіохірургічної допомоги напряму залежить від розвитку інфекційних ускладнень. Тому профілактика і лікування інфекційних ускладнень ран повинні здійснюватися на всіх етапах медичної евакуації.

Ранені з гострими формами ранової інфекції не підлягають дальній евакуації до усунення ускладнень.

При цьому антибіотикотерапія або антибіотикопрофілактика є найважливішим ланкою патогенетичного лікування як в перед-, так і в післяопераційному періоді. Однак останні роки ознаменовані постійно зростаючою антибіотикорезистентністю, а також відсутністю принципово нових

класів антибактеріальних препаратів, що вимагає пошуку нових і удосконалення існуючих методів боротьби з патогенною мікрофлорою. Проведені дослідження А. М. Коробова і співавторів показали позитивний вплив фототерапії (ФТ) при різних захворюваннях, зокрема при травмах [15]. При цьому основні ефекти впливу світла на організм реалізуються за рахунок реактивації супероксиддимутази з утворенням вільного кисню; подавлення мітохондріальної дисфункції і нормалізації клітинного дихання, що призводить до покращення біоенергетичного потенціалу клітин; інтенсифікації проліферації клітин. Реалізація цих ефектів на субклітинному і клітинному рівнях призводить до наступних клінічних ефектів: регенераторний, імуномодулюючий, протизапальний, протизапальний, десенсибілізуючий, болюзаспокійливий, бактеріцидний. Крім того, в роботах Ф. Е. Шина і співавторів [16] в експерименті показано можливість застосування фотодинамічної терапії (ФДТ) при вогнепальних пораненнях. При цьому позитивні результати лікування пояснюються вираженим бактеріцидним ефектом ФДТ.

Ціль роботи

Удосконалення результатів лікування гнійних ускладнень у поранених з пошкодженням магістральних судин кінцівок, шляхом раціональної хірургічної тактики, а також застосування в комплексі лікування поранених фізических методів впливу на осередки ураження, зокрема ФТ і ФДТ.

Матеріали і методи досліджень

За період проведення АТО в клініці ГУ «Інститут загальної і неотложної хірургії імені В. Т. Зайцева НАМНУ» (ІОНХ) надана спеціалізована допомога 9 пораненим з міні-взривними, вогнепальними і осколочними пораненнями з пошкодженням магістральних артерій.

Серед 9 поранених 8 були чоловічої статі (88,9 %). Вік поранених становив від 23 до 58 років (середній вік (34,2±3,7) років). В 5 (55,6 %) випадках були осколочні поранення, в 1 (11,1 %) випадку поранення були кульові, в 3 (33,3 %) — міні-взривна травма. В 2 (22,2 %) випадках спостерігалися одиночні поранення, в 7 (77,8 %) — множинні. Сочетанні і комбіновані поранення були у 5 поранених (55,6 %).

Характер судинної травми був наступним: у 5 поранених (55,6 %) були поранення магістральних артерій нижніх кінцівок, у 2 — поранення вен (22,2 %),



у 2 – посттравматические аневризмы подключичных артерий (22,2 %).

Помощь, оказанная на предыдущих этапах медицинской эвакуации, была следующей. На *первом* этапе оказания медицинской помощи жгут накладывался 4 пострадавшим. На *втором и третьем* этапах осуществлялся контроль жгута; одной пострадавшей выполнено временное шунтирование общей подвздошной артерии, остальным пострадавшим временный гемостаз осуществлялся путем наложения гемостатических повязок. Внеочаговый металлоостеосинтез выполнен трем пострадавшим. Операции на органах брюшной полости выполнялись в двух случаях, в одном случае выполнено дренирование плевральной полости по Бюлау.

При поступлении в клинику ИОНХ общее состояние оценивалась у 7 пострадавших как удовлетворительное, у 2 – как тяжелое, у одного – как крайне тяжелое.

Двум пострадавшим с изолированными повреждениями магистральных вен выполнена их перевязка. Четырем пострадавшим с повреждениями магистральных артерий нижних конечностей (рис. 1) выполнялись аутовенозные шунтирования (у трех – бедренно-подколенные шунтирования, у одной – подвздошно-бедренное). Одному пострадавшему с явлениями продолжающегося кровотечения из подколенной артерии после ее ревизии в связи с признаками необратимой ишемии выполнена ампутация на уровне бедра.



Рис. 1. Компьютерное-томографическое исследование в ангиорежиме. Повреждение подколенной артерии

Пострадавшим с посттравматическими аневризмами подключичных артерий выпол-

нялись резекции аневризм с аллопротезированием (рис. 2-4).



Рис. 2. Посттравматическая аневризма подключичной артерии

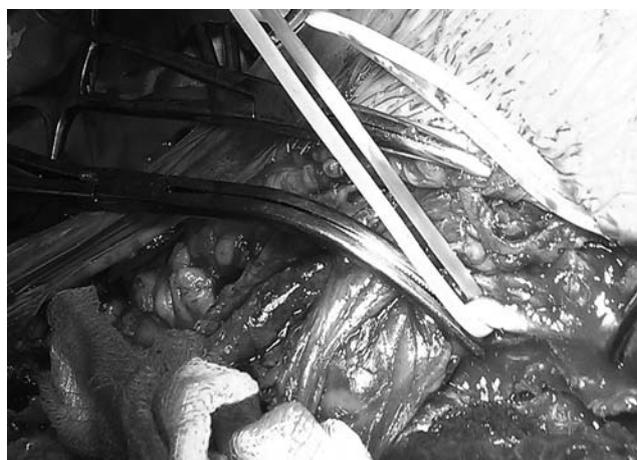


Рис. 3. Посттравматическая аневризма подключичной артерии. Этап операции

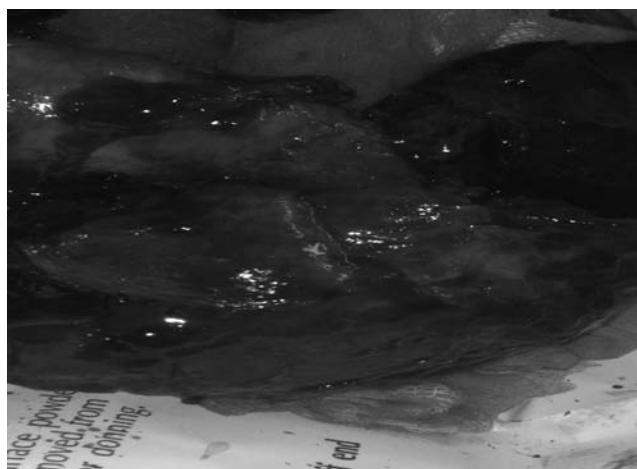


Рис. 4. Посттравматическая аневризма подключичной артерии

Течение послеоперационного периода у двух пострадавших осложнилось развитием гнойно-воспалительных процессов мягких тканей (рис. 5).



Рис. 5. Эпи- и субфасциальная флегмона стопы и голени

Наряду со стандартными методами консервативного и хирургического лечения, в комплекс терапии всех пострадавших, находившихся в клинике, были включены эффективные физические методы, в том числе ФТ, ФДТ.

ФТ была использована в комплексе лечения у всех 9 пострадавших, находившихся на лечении в клинике. Для лечения пострадавших были использованы фотонные матрицы Коробова «Барва-Флекс» с длинами волн излучения светодиодов 660, 470, 525, 405 нм. Это соответствовало красному, синему, зеленому и фиолетовому свету, каждый из которых оказывает различные лечебные эффекты. Теоретическим обоснованием применения физических методов воздействия у данной категории больных являются данные литературы и собственный клинический опыт.

Известно, что в основе биостимулирующего действия света лежат структурно-функциональные перестройки мембранных структур клетки и клеточных органелл, что, по-видимому, обусловлено резонансным поглощением специфическим акцептором в соответствии с областью спектра и возникновением свето-возбужденных состояний, приводящим к изменению уровня ПОЛ и конформации локальных участков мембран, и в последствии, в силу кооперативности ее свойств в целом. В результате создается физико-химическая основа для последующего формирования неспецифических реакций клетки: изменение ионной проницаемости, активности аденилатциклиназной и аденозинотрансферазной (синтез АТФ) систем, что ведет к усилению биоэнергетических и биосинтетических процессов в клетке. Активация иммунной системы характеризуется усилением функциональной активности иммунокомпетентных клеток, повышением синтеза белков (иммуноглобулинов и пр.), что клинически обуславливает выраженный противовоспалительный эффект, особенно при хронических процессах. Кроме того, иммунокорректирующая направ-

ленность действия света определяет и другой клинический эффект – десенсибилизацию.

Одним из наиболее клинически значимых эффектов воздействия света на организм является эффект стимуляции крово- и лимфообращения. Известно, что процессы микроциркуляции тесно связаны с процессами метаболизма, что обуславливает выраженный противоотечный и анальгетический эффекты. Конечным результатом световой биостимуляции является повышение резистентности организма и расширение возможностей его адаптации.

Отмечены следующие эффекты воздействия света различного спектрального диапазона:

Синий свет (470-440 нм):

- выраженный противовоспалительный и противоотечный эффект.
- умеренный бактериостатический эффект;
- умеренный обезболивающий эффект;
- десенсибилизирующий эффект.

Красный свет (660-630 нм):

- улучшение микроциркуляции;
- стимуляция образование АТФ в митохондриях, повышение биоэнергетического потенциала и активность клеточных мембран;
- ускорение очищения ран;
- стимуляция роста грануляций
- умеренный противовоспалительный и противоотечный эффект.

Зеленый свет (550-520 нм):

- стимуляция локального и системного иммунного ответа;
- стимуляция регенерации тканей;
- ускорение образования коллагена.

Фиолетовый свет (430-400 нм):

- стимуляция локального иммунитета;
- анальгезирующий эффект;
- умеренный противовоспалительный эффект.

Метод ФДТ основан на комбинированном воздействии фотосенсибилизатора, света и синглентного кислорода на опухолевые ткани или бактерии.

ФТ выполнялась с первых суток поступления в стационар. В зависимости от превалирования патологических изменений использовали различные комбинации матриц: при выраженном гнойно-некротическом процессе лечение начинали с облучения красным светом (рис. 6) с последующим переходом на синий и/или зеленый свет. При выраженном отеке конечности и перифокальном воспалении сначала использовали синий и/или фиолетовый свет с последующим переходом на зеленый (рис. 7) или красный свет. Время воздействия – 20 минут на сеанс. Курс ФТ составлял от 7 до 14 суток.

У 3 пострадавших применялась ФДТ. Показанием к использованию ФДТ у этих пострада-



давших явилось выявление полирезистентной раневой микрофлоры у данных пострадавших и, соответственно, невозможность проведения адекватной антибактериальной терапии. Основанием к применению ФДТ у пострадавших явились результаты бак. посева раневого отделяемого с определением чувствительности выделенной микрофлоры. При этом у 2-х пациентов ФДТ применена с 3-х послеоперационных суток, еще у одного — с 7-х.

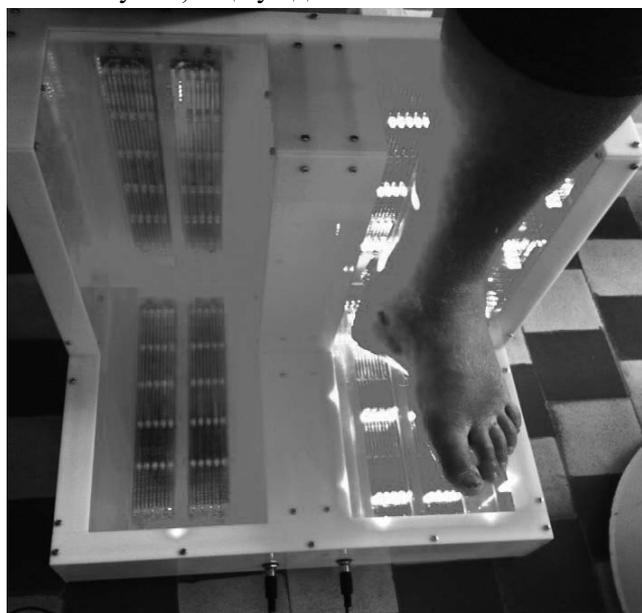


Рис. 6. Облучение красным светом.



Рис. 7. Облучение зеленым светом

В качестве фотосенсибилизатора нами использован димегин, являющийся производным протопорфирина IX. Этот препарат характеризуется длительной элиминацией из организма, что удлиняет его бактерицидный эффект в ране. Однако выраженная кожная фототоксичность димегина требует его осторожного применения и предотвращения попадания на неповрежденные ткани.

ФДТ включала обработку раны фотосенсибилизатором, и через 20 минут — облучение

раны в течение 15-20 минут фотонными матрицами Коробова «Барва-Флекс» с длинами волн излучения светодиодов 470 и 405 нм, что соответствовало синему и фиолетовому свету, и размерами матриц, соответствующими площади ран. Проводились ежедневные сеансы ФДТ до полного очищения раны. При этом у 2-х пациентов продолжительность ФДТ терапии составила 5 суток, у 1-го — 10 суток.



Рис 8. Гнойно-некротическая рана стопы. Рана обработана фотосенсибилизатором

Микробиологические исследования выполнялись в соответствии с рекомендациями, приведенными в руководстве Биргера М. О. [11].

Определение площади поверхности ран выполняли следующим образом: на область раневого дефекта накладывали линейку с минимальной шкалой в 1 мм и фотографировали с помощью цифрового фотоаппарата Nikon D3200, расширение изображений, которые получили, составило 1920x1080. При помощи программы морфометрии «SEO Image Lab 2.0» (г. Сумы, Украина) проводили расчет общей площади дефекта, относительной площади некроза, грануляционной ткани и эпителизации.

Скорость заживления ран оценивалась путем расчета величины относительного заживления ран (V), приведенной в Руководстве М. И. Кузина и соавт. [12], которая определялась по формуле $V = S_0 - S_t / S_0$, где S_0 — начальная площадь раны в день t.

Исследование белковых фракций сывороточных белков выполняли с помощью электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГе) М.В 6000. Треки электрофореграмм обрабатывали с помощью автоматизированной компьютерной программы ImagG, позволяющей качественно и количественно оценить наличие и соотношение паттернов белков сыворотки крови.

Результаты исследований и их обсуждение

Сроки лечения зависели от состояния ран. На фоне проводимого лечения к 2-3-м суткам уменьшался перифокальный отек, к 5-7-м суткам существенно улучшались качество грану-

ляций и степень эпителизации ран. Площадь поверхности ран до начала лечения составила в среднем $(391,3 \pm 100,42)$ см², к 5-7-м суткам – $(364,7 \pm 44,21)$ и к 10-12-м суткам лечения – $(63,95 \pm 20,2)$ см² ($p < 0,01$). Скорость заживления ран к 5–7-м суткам лечения составила $(1,58 \pm 0,44)$ %, к 10-12-м суткам – $(4,72 \pm 0,63)$ % ($p < 0,01$).

Результаты микробиологического исследования раневого отделяемого пострадавших, представленные в табл. 3, свидетельствуют о наличии у пострадавших до начала лечения бактериальной контаминации с преобладанием условно-патогенной грамположительной микрофлоры, которая выделялась в основном (84,3 %) в монокультуре.

Таблица 3
Результаты микробиологического исследования ран в динамике

Вид микроорганизмов	Число пациентов		
	До лечения	5-7-е сутки	10-12-е сутки
<i>St. aureus</i>	3	—	—
<i>St. haemolit.</i>	2	—	—
<i>Ps. aeruginosa</i>	2	1	—
<i>E. coli</i>	1	—	—
<i>Enterococcus spp.</i>	1	—	—
<i>Acinetobacter spp.</i>	2	1	—
<i>Enterobacter spp.</i>	1	—	—

В ходе проводимого лечения на 5–7-е сутки у 80 % пострадавших удалось достигнуть эрадикации раневой микрофлоры, а к 10–12-м суткам после начала лечения эрадикация отмечалась у всех пациентов.

Чувствительность раневой микрофлоры, идентифицированной у пострадавших, к различным антибактериальным препаратам бы-

ла определена до начала лечения (табл. 4) и на 5-7-е сутки от начала лечения (табл. 5).

Приведенные в табл. 5 данные свидетельствуют о том, что на 5–7-е сутки после начала лечения у 1 больного при микробиологическом исследовании раневого отделяемого идентифицирована *Ps. aeruginosa*, у 1 – *Acinetobacter spp.* При этом отмечено появление чувствительности возбудителей к антибиотикам, к которым до начала лечения возбудители были резистентны (у *Ps. aeruginosa* – к офлоксацину, цефтазидиму, полимиксину; у *Acinetobacter spp.* – к сульбактомаксу).

Закрытие ран считали возможным только при условии их очищения, отсутствии признаков перифокального воспаления, адекватности сопоставления краев раны. Трех пострадавшим выполнены аутодермопластики, двум – ксенотрансплантация свиной кожи (рис. 9), двум – вторичные швы (рис. 10).

Результаты анализа электрофореграмм паттернов сывороточных белков, содержащих низкомолекулярные преальбуминовые фракции ингибиторных и адаптерных белков показали, что на стадии регенерации низкомолекулярные адаптерные белки и ингибиторы деструкции коллагена, способствуют заживлению раны без образования выраженных келоидных рубцов, что особенно важно при локализации повреждений в области суставов (рис. 11).

Хирургическое лечение и реабилитация пострадавших с минно-взрывными и осколочными ранениями конечностей представляет собой

Таблица 4
Результаты определения чувствительности раневой микрофлоры, идентифицированной у пострадавших до начала лечения, к различным антибактериальным препаратам

Лекарственный препарат	Область торможения роста, мм				
	<i>St. aureus</i>	<i>St. haemolit.</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>	<i>Acinetobacter spp</i>
Оксациллин	0	0	0	0	0
Левомецетин	0	0	0	0	0
Далацин	0	18,1±1,8	0	0	0
Гентамицин	0	0	0	0	0
Амикацин	0	0	16,2±2,2	18,8±5,5	0
Цефазолин	0	0	0	0	0
Офлоксацин	0	0	0	0	0
Сульбактомакс	21,3±3,5	0	0	0	18,8±5,5
Цефоперазон	0	0	0	0	0
Цефалексин	0	0	0	0	0
Цефтазидим	0	0	0	0	0
Цефепим	18,8±2,6	0	8,7±0,9	0	0
Полимиксин	0	0	0	0	0
Меронем	0	20,8±2,3	14,4±2,5	16,7±2,9	20,8±3,1
Имипенем	0	16,2±2,2	16,7±2,9	15,6±2,9	10,7±2,9
Эртапенем	0	0	18,6±3,5	19,8±2,5	0
Ванкомицин	20,8±2,3	0	0	0	0
Линезолид	20,2±2,3	20,1±2,3	0	0	0
Тигацил	22,6±1,3	20,5±1,3	0	20,8±2,3	0



Таблица 5

Результаты определения чувствительности раневой микрофлоры пострадавших к различным антибактериальным препаратам на 5-7-е сутки от начала лечения

Лекарственный препарат	Область торможения роста, мм				
	<i>St. aureus</i>	<i>St. haemolit.</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>	<i>Acinetobacter spp</i>
Ампициллин	—	—	0	—	0
Левомецетин	—	—	0	—	0
Далацин	—	—	0	—	0
Гентамицин	—	—	0	—	0
Амикацин	—	—	20,9±2,8	—	16,8±2,3
Цефазолин	—	—	0	—	0
Офлоксацин	—	—	16,81,5	—	0
Цефотаксим	—	—	0	—	0
Цефоперазон	—	—	0	—	0
Сультбактомакс	—	—	0	—	20,7±1,5
Цефтазидим	—	—	25,8±3,5	—	0
Цефепим	—	—	8,7±0,9	—	0
Полимиксин	—	—	18,2±2,4	—	0
Имипенем	—	—	16,7±2,9	—	10,7±2,9
Меропенем	—	—	14,4±2,5	—	20,8±3,1
Эртапенем	—	—	18,6±3,5	—	0
Ванкомицин	—	—	0	—	0
Линезолид	—	—	0	—	0
Тигацил	—	—	0	—	20,8±3,1



Рис. 9. Ксенотрансплантация кожи



Рис. 10. Этапы кожной пластики

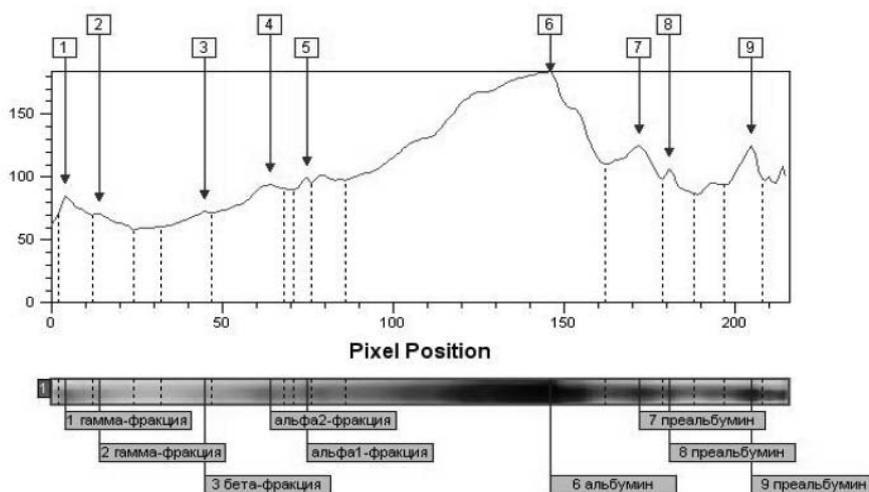


Рис 11. А — Результаты электрофореза сывороточных белков в полиакриламидном геле (ПААГ) пострадавшего С., 36 л. Б — электрофореграмма белков, на которой видны дополнительные преальбуминовые фракции регуляторных адаптерных белков того же пострадавшего

достаточно сложную и окончательно нерешенную проблему. С одной стороны тяжелый характер повреждений, наличие множественных, сочетанных и комбинированных травм, а с другой – трудности в своевременной эвакуации и микробная контаминация ран, присоединение госпитальной флоры приводят к высокому проценту как ранних, так и поздних ампутаций. Сопутствующая сосудистая травма усугубляет тяжесть течения посттравматического периода, а развивающийся ишемически-реперфузионный синдром даже при своевременной хирургической коррекции повреждений значительно удлиняет сроки заживления ран. Так, в работе Родивилова Б. Б. показано, что при традиционном лечении минно-взрывных и осколочных ранений без повреждения сосудов средние сроки заживления ран составили 14-17 сут. [17]. В работе коллектива авторов [18] показана существенная роль группы «проблемных» мультирезистентных организмов «ESKAPE» в развитии раневых осложнений при минно-взрывной травме. В других работах показана возможность использования антибактериальной ФДТ для лечения антибиотикорезистентных инфекций, в частности использования синего света после фотомодификации ран при боевой травме [19, 20]. Улучшение кровотока в тканях, повышение иммунореактивности тканей, противовоспалительный и противоотечный эффект показан в работе А. М. Коробова и соавт. [15], что также подтверждается результатами наших исследований.

Необходимо отметить, что при микробном повреждении тканей происходит индукция антигенспецифических реакций в ответ на эндотоксины и компонентами мембраны, которые высвобождаются при разрушении микроорганизма.

В инфицированных ранах при воспалении происходит взаимодействие антигенов и антител в межклеточном матриксе. Антигенами являются, образующиеся при воспалении фрагменты коллагена, фибриногена и иммунные комплексы. В очагах повреждения также высвобождаются гидролитические ферменты и метаболиты арахидоновой кислоты (простагландины), возрастает инфильтрация лимфоцитами, макрофагами. Функция антигенпрезентирующих макрофагов сопровождается бурным окислительным метаболизмом, который сопровождается образованием свободных кислородных радикалов. Миграция макрофагов в очаг воспаления сопровождается высвобождением металлопротеиназ (МПП).

В индукции развития и ингибирования воспалительных реакций участвуют цитокины и низкомолекулярные адаптерные белки. Важнейшим активатором деструкции ткани является ИЛ-1 и МПП. Металлопротеиназы участвуют в ремоделировании межклеточного матрикса.

На рис. 12 представлены основные компоненты клеточного и межклеточного метаболизма, которые участвуют в деградаци и ремоделировании, а также процессах регене-



Рис. 12. Взаимодействие клеточных факторов и медиаторов, участвующих в воспалении, повреждении тканей и клеточном метаболизме, обеспечивающим регенерацию и ремоделирование межклеточного матрикса в соединительной ткани



рации соединительной ткани. Под действием цитокинов и факторов роста макрофаги и фибробласты в соединительной ткани продуцируют протеолитические ферменты (МПП), которые влияют на миграцию, деградацию, мобилизацию факторов роста и ангиогенез.

При этом ФТ индуцирует синтез белков (тенасцин TN-C и тромбоспондин TSP-2), которые являются ингибиторами металлопротеиназ и предотвращают избыточную деструкцию, а также пролиферацию соединительнотканых клеток.

Использование комплексного лечения пострадавших, включавшего ангиохирургическую коррекцию сосудистых повреждений минно-взрывных и осколочных повреждений конечности на этапе оказания специализированной помощи наряду с применением ФТ и ФДТ, позволяет ускорить темпы заживления ран, сократить сроки очищения ран, что позволяет подготовить раны к закрытию, и соответственно, сократить сроки заживления ран на 21,4 %.

Выводы

Применение разработанного подхода лечения пострадавших с минно-взрывной травмой конечностей с повреждением магистральных

артерий с применением ФТ и ФДТ позволили добиться сокращения сроков очищения ран за счет выраженного антибактериального действия, противоотечного и противовоспалительного эффектов облучения.

Улучшение микроциркуляции в поврежденной конечности, что особенно важно при повреждении магистральных сосудов и развитии ишемически-реперфузионного синдрома после восстановления кровотока на фоне ФТ позволяет ускорить темпы заживления ран.

Антибактериальный эффект ФДТ снижает риск несостоятельности сосудистого анастомоза и развития аррозивного кровотечения, что существенно влияет на летальность и количество вторичных ампутаций.

Использование в комплексном лечении ФТ позволяет формировать более мягкий рубец за счет стимуляции выработки белков-ингибиторов металлопротеиназ, которые предотвращают избыточную деструкцию, а также пролиферацию соединительнотканых клеток

Применение разработанного подхода рекомендовано у пациентов с мультирезистентной раневой микрофлоры, особенно проблемной группы «ESKAPE».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко В.В. Политравма: Руководство для врачей. В 4-х томах / В.В.Бойко, П.Н.Замятин.- Харьков-Черновцы, 2009.- 1267 с.
2. Бойко В.В. Политравма: Руководство для врачей. В 2-х томах / В.В.Бойко, П.Н.Замятин.- Харьков: Фактор, 2011.- 859 с.
3. Быков И.О. Организационные аспекты медицинского обеспечения войск в локальных вооруженных конфликтах / И.О.Быков, В.И.Хрупкий, И.А.Зубков // Медицина катастроф.- 2000.- №4.- С.25-32.
4. Военно-полевая хирургия: Учебник / Под ред. Н.А.Ефименко.- М.: Медицина, 2002.- 528 с.
5. Военно-полевая хирургия: Учебник / Под ред. Е.К.Гуманенко.- 2-е издание.- ГЭОТАР-Медиа, 2008.- 768 с.
6. Грицанов А. И. Взрывные поражения мирного и военного времени - общемедицинская проблема / А. И. Грицанов, В. М. Шаповалов // Актуальные проблемы современной тяжелой травмы: Тезисы докладов Всероссийской научной конференции.- СПб., 2001.- С.34-35.
7. Гуманенко Е. К. Тенденции развития военно-полевой хирургии в вооруженных конфликтах второй половины XX века / Е. К. Гуманенко, И. М. Самохвалов, А. А. Трусов // Военно-медицинский журнал.- 2001.- Т.322, №10.- С.15-22.
8. Миннулин И. П. Лечение огнестрельных взрывных ранений / И. П. Миннулин, Д. М. Сурувикин.- СПб., 2001.- 198 с.
9. Нечаев Э. А. Взрывные поражения: Руководство для врачей и студентов / Под ред. Э. А. Нечаева / Э. А. Нечаев, А. И. Грицанов, И. П. Миннулин и др.- СПб.: Фолиант, 2002.- 656 с.
10. Генина Э. А. Методы биофотоники: Фототерапия. – Саратов: Новый ветер, 2012. – 119 с.: ил.
11. Биргер М.О. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / Биргер М.О. – М.: Медицина, 1967. – 267 с.
12. Кузин М.И. Раны и раневая инфекция: Руководство для врачей. Издание второе, переработанное и дополненное / М.И. Кузин, Б.М. Костюченко - М.: Медицина, 1990. – 592 с.
13. Кукуруз Я.С. Вогнепальні поранення магистральних судин кінцівок / Я.С. Кукуруз, В.В. Гачковський, В.М. Роговський // Збірник наукових праць II-ї всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю “Політравма – сучасна концепція надання медичної допомоги”. Київ, 2015.- С. 98-101.
14. Белый В.Я. Очерки хирургии боевой травмы живота / В.Я. Белый, Я.Л. Заруцкий, А.И. Желтоножко, С.А.Асланян - Киев, 2016. - 211 с.
15. Коробов А.М. Фототерапевтические аппараты Коробова серии «Барва». Издание второе, переработанное и дополненное /А.М. Коробов, В.А. Коробов, Т.А. Лесная – Харьков, 2008. - 175 с.
16. Фотодинамическая терапия в лечении огнестрельных ран мягких тканей / Ф.Е. Шин, П.И. Толстых, И.Ю. Кулешов [и др.] // Российский биотерапевтический журнал. – 2007. – Т.7, №4. – С. 16-19.
17. Родивилов Б. Б. Применение аллогенных фибробластов в комплексном лечении огнестрельных ран : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. мед. Наук : спец. 14.00.27 «Хирургия» / Б.Б. Родивлов. – М., 2007. - 19 с.

18. Cole MR. Recycling antibiotics into gumbos: A new combination strategy to combat multidrug-resistant bacteria / Cole MR, Hobden JA, Warner IM. // *Molecules*. – 2015. – №20. – P. 6466-6487.
19. Antibacterial photodynamic therapy: overview of a promising approach to fight antibiotic-resistant bacterial infections / Yao Liu, Rong Qin, Sebastian A. J. Zaat [et al.] // *Journal of Clinical and Translational Research*. – 2015. – №1(3). – P. 140-167.
20. Antimicrobial Blue Light Therapy for Multidrug-Resistant *Acinetobacter baumannii* Infection in a Mouse Burn Model: Implications for Prophylaxis and Treatment of Combat-related Wound Infections / Yunsong Zhang, Yingbo Zhu, Asheesh Gupta [et al.] // *The Journal of Infectious Diseases*. – 2014. – №209. – P.1963–1971.

**ФОТОДИНАМІЧНА
ТЕРАПІЯ У КОМПЛЕКСІ
ЛІКУВАННЯ
ПОСТРАЖДАЛИХ
З МІННО-ВИБУХОВИМИ
ТА ОСКОЛКОВИМИ
ПОРАНЕННЯМИ
ПРИ ІНФЕКЦІЙНИХ
УСКЛАДНЕННЯХ
ПОШКОДЖЕНЬ
МАГІСТРАЛЬНИХ СУДИН**

***V. V. Boyko, Yu. V. Ivanova,
V. O. Prasol, E. V. Mushenko,
O. M. Klimova, I. S. Pulyaeva,
A. V. Chinilin***

Резюме. Робота базується на оцінці результатів лікування 9 постраждалих з мінно-вибуховими, вогнепальними та осколковими пораненнями з ушкодженнями магістральних судин кінцівок. У комплексі лікування хворих, крім надання спеціалізованої хірургічної допомоги, були використані фототерапія та фотодинамічна терапія. Для лікування постраждалих були використані фотонні матриці Коробова «Барва-флекс» з довжиною хвилі 660, 470, 525 та 405 нм. У якості фотосенсибілізатора використовували димегін. Фототерапія у процесі лікування використана у всіх постраждалих, фотодинамічна терапія – у 3 постраждалих, у було виявлено полірезистентну ранову мікрофлору.

Антибактеріальний ефект фотодинамічної терапії зменшує ризик неспроможності судинного анастомозу та розвитку арозивної кровотечі, що суттєво впливає на летальність та кількість вторинних ампутацій. Використання розробленого підходу рекомендовано у пацієнтів з мультирезистентною мікрофлорою, особливо проблемної групи «ESKAPE».

Ключові слова: *мінно-вибухова травма, поранення судин, хірургічне лікування, ранова інфекція, фототерапія, фотодинамічна терапія.*

**PHOTODYNAMIC THERAPY
IN COMPLEX TREATMENT
OF INJURED WITH MINE-
BLAST AND SHRAPNEL
WOUNDS COMBINED
WITH PURULENT
COMPLICATIONS OF
GREAT VESSELS DAMAGES**

***V. V. Boyko, Yu. V. Ivanova,
V. A. Prasol, E. V. Mushenko,
E. M. Klimova, I. S. Pulyaeva,
A. V. Chinilin***

Summary. The research is based on analysis of results of treatment of 9 patients with mine-blast, gunshot and shrapnel injuries and great vessels damages of limbs. Specialized angiosurgical treatment, phototherapy and photodynamic therapy were used for complex treatment. Korobov's photonic matrixes "Barva-flex" with wave lengths 660, 470, 525 and 405 μm were used for treatment of injured. Dimegin was used for photosensibilization. Phototherapy was used for treatment of all wounded, while photodynamic therapy was used in 3 patients with multidrug resistant wound microflora.

The antibacterial effect of photodynamic therapy decreases risk of vessel anastomosis' incompetence and arrosive bleeding appearance, that influence significantly on mortality and quantity of secondary amputations. The using of suggested approach is recommended in injured with multidrug resistant wound microflora, especially if problem group "ESKAPE" is present.

Key words: *mine-blast trauma, vessels injury, surgical treatment, wound infection, phototherapy, photodynamic therapy.*