

ИНСТИТУТ МЕДИЦИНЫ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

На правах рукописи

ЦУЦКИРИДЗЕ БАДРИ НИКОЛАЕВИЧ

КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ КОНЕЧНОСТЕЙ

(экспериментально-клиническое исследование)

14. 00. 27 – хирургия

ВЕСТНИК

диссертации на соискание академической степени  
доктора наук по медицине

ТБИЛИСИ – 2007

Работа выполнена в 367 военном госпитале  
Группы Российских войск в Закавказье

Научный руководитель: доктор медицинских наук, профессор С. В. ДЖАИАНИ  
Научный консультант: доктор медицинских наук, профессор Г. И. МГАЛОБЛИШВИЛИ

Эксперты:

- доктор медицинских наук, профессор Н. Качарава;
- доктор медицинских наук, профессор Б. Сургуладзе;
- доктор медицинских наук, профессор С. Каджая
- доктор медицинских наук, профессор Э. Гонгадзе
- кандидат медицинских наук, доцент Г. Чахунашвили

Защита диссертации состоится “ 21 ” декабря 2007 г. в 15 часов  
на заседании научно-аттестационного совета при Институте критической медицины.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тбилисского  
государственного медицинского университета.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность проблемы.

Проблема улучшения результатов лечения боевых травм конечностей является одной из самых сложных и приоритетных задач в хирургии. В современных войнах и военных конфликтах наблюдается значительное утяжеление повреждений практически всех органов и систем, оружие новых поколений вызывает ранения с обширными и глубокими зонами повреждений тканей, сложным строением раневого канала и сопутствующим поражением других органов и систем. Все больший удельный вес занимают множественные и сочетанные повреждения. Минно-взрывные ранения (МВР) в совокупности с осколочными ранениями становятся преобладающими видами боевой огнестрельной травмы, достигая в вооруженных конфликтах последних десятилетий 80 – 85% (И.А. Ерюхин, 1996; Н.А. Ефименко и др., 1999; Ю.Н. Фокин, 2001; S. Jankovic et al., 1998; M.S. Baker, P.A. Ryals, 1999).

Большую практическую важность в военно-полевой хирургии, в связи со значительным изменением структуры санитарных потерь, представляет лечение ранений конечностей. Во всех войнах XX века в общей структуре боевых повреждений количество раненых в конечности оставалось на высоком уровне, достигая 55 – 70% от числа санитарных потерь хирургического профиля. В ряде войн и военных конфликтах последнего десятилетия ранения конечностей, в т. ч. множественные и сочетанные, встречались еще чаще, достигая 75 – 80%. При этом утяжеление травм определяется особым характером повреждений современными ранящими снарядами с повреждением костей, сосудов и нервов, часто наблюдаемыми разможениями и отрывами конечностей (П.Г. Брюсов, В.И. Хрупкин, 1996; А.Е. Девяткин и др., 2003; А.Н. Бенько, 2006; S. Soldo, D. Puntarić, 1998; C. G. Batty, 1999).

По данным многих авторов результаты лечения данной категории раненых и пострадавших остаются на недостаточном уровне и нуждаются в дальнейшем улучшении. Сохраняется высокий уровень инфекционных, гнойно-септических и других осложнений, увольняемости и инвалидизации среди военнослужащих, значительная продолжительность лечения и трудопотери. По отдаленным данным часто отмечают неудовлетворительные функциональные возможности конечностей. Авторы связывают данные тенденции с тяжестью и обширностью современной боевой травмы, особенно при МВР, сочетанным и множественным характером повреждений (С.С. Ткаченко, 1992; А.В. Ширяшкин, М.М. Федосеев, 1996; Н.А. Ефименко и др., 1999; Е.К. Гуманенко, 2006; S.W. Al-Harbi, 1996; C.G. Blood, 1999).

В связи с развитием современных медицинских технологий ряд положений военной медицинской доктрины в настоящее время активно пересматривается. Использование в современной военно-полевой хирургии и медицине катастроф новейших физических, таких как высоко- и низкотемпературные технологии, лазерное излучение и др., а также других методов лечения позволяет добиться улучшения результатов лечения. Но эти методики наряду с положительными свойствами обладают и рядом недостатков, таких как недостаточная эффективность и надежность, сложность применения, высокая стоимость и т.д. (П.Г. Брюсов, 2000; И.В. Зедгенидзе, 2006; В. Hafner, H.P. Becker, 1997; Zh.G. Wand, 1998; R.J. Tefft, 1999).

В этом аспекте новые перспективы в хирургии открывает применение компонентов плазменного излучения (собственно потока плазмы, озона, ультрафиолетового излучения и оксида азота). Данные ряда экспериментальных исследований последних десятилетий и немногочисленные клинические данные показали, что использование плазменных потоков (ПП) в хирургии позволяет быстро, эффективно и качественно выполнять гемостаз, холестааз и лимфостаза, надежно герметизировать раневые поверхности, удалять некротически измененные и опухолевые ткани, стерилизовать рану. Было также выявлено выраженное

бактерицидное действие озона и ультрафиолетовых лучей и биостимулирующий эффект оксида азота. Перспективность использования в лечении современной хирургической патологии высокоэнергетических плазменных хирургических установок признаётся многими авторами (В.С. Савельев и др. 1986; А.И. Нечай и др., 1990; С.В. Джаиани, 1993; Л.В. Писаренко, 1994; W.J. Link et al., 1973; J.L. Glover et al., 1982).

Рядом авторов была выявлена высокая эффективность использования ПП в медицине катастроф и военно-полевой хирургии (ВПХ) при огнестрельных и МВР мягких тканей, ряда органов брюшной полости, органов грудной клетки, забрюшинного пространства, черепа, гнойно-септических осложнениях ранений различных локализаций, вялогранулирующих ранах и язвах и т. д. Также сообщалось, что ПП применялись при лечении раненых, имевших множественные осколочные ранения различных локализаций (П.Г. Брюсов, Б.П. Кудрявцев, 1995; Е.Г. Жилиев и др., 1998; Н.А. Ефименко и др., 2001; A. Hawley, 1996).

Представлялось важным определение экономической эффективности при использовании данных методов в длительном и дорогостоящем комплексном лечении боевых травм конечностей. Значительное удорожание лечения заболеваний, травм и ранений становится серьезной социальной общественной и экономической проблемой. Стоимость лечения раненых с огнестрельными и МВР конечностей составляют значительную часть бюджета военно-медицинских учреждений, а лечение гнойно-септических осложнений боевых травм обходится ещё в 3 – 5 раз дороже. Поэтому при определении комплексной эффективности новых медицинских методов и технологий представляется необходимым внедрять современные экономические критерии оценки качества лечения (А.Н. Гуров и др., 1993; П.Ф. Хвещук и др., 1999; Г.М. Петров, А.А. Морецкий, 2000; L. Malek, 1998; R.J. Tefft, 1999).

Все эти данные явились отправным моментом для изучения возможности применения ПХК при лечении боевых повреждений конечностей, в т. ч. с повреждением костей, имеющих наибольший удельный вес в структуре санитарных потерь. При изучении данной проблемы теоретических и практических разработок в этом направлении выявлено не было. Проведенное исследование научно обосновывает применение нового метода лечения огнестрельных и МВР конечностей с использованием ПП, что является актуальным для военно-полевой хирургии и хирургии катастроф.

На основании вышеизложенного исходят основные задачи и цель работы.

#### Цель и задачи исследования.

Целью исследования являлось выяснение возможности улучшения результатов лечения раненых с боевой патологией конечностей при применении в комплексном лечении потока плазменного излучения. В соответствии с поставленной целью исследования были поставлены следующие задачи:

1. Провести сравнительную оценку результатов применения плазменного излучения и традиционных методов лечения боевых травм конечностей в эксперименте, определить наиболее обоснованные методы и объемы оперативных вмешательств.
2. Разработать показания для клинического применения ПП при хирургической обработке конечностей, определить их значимые особенности, определяющие результаты лечения.
3. Изучить результаты клинического применения ПП при огнестрельных и взрывных ранениях конечностей, оценить их экономическую эффективность и значимость
4. Определить перспективность использования плазмы при повреждениях конечностей в медицине катастроф и военно-полевой хирургии на этапах медицинской эвакуации.

#### Научная новизна работы.

1. Экспериментально-клиническими методами доказано, что при применении плазмы происходит достоверное улучшение результатов и снижение сроков лечения раненых с боевой травмой конечностей.
2. Установлено, что все компоненты плазменного излучения (собственно плазма, ультрафиолетовые лучи, озон и оксид азота) в комплексе позволяют получить оптимальный хирургический эффект при лечении огнестрельных и минно-взрывных ранений конечностей.
3. Разработана новая методика применения ПХК и определен объем плазменной хирургии в комплексном лечении огнестрельных повреждений конечностей.
4. Доказана реальная возможность существенного экономического эффекта при использовании ПП в лечении ранений конечностей на всех этапах оказания хирургической помощи.

#### Практическая значимость исследования.

1. Определены показания к практическому применению плазменного излучения при лечении раненых с боевыми повреждениями конечностей.
2. Отработаны методики применения ПП, позволяющие добиться надежного гемостаза и герметизации ран при массивных разрушениях тканей и повреждениях костей конечностей.
3. Разработаны и внедрены эффективные и надежные способы стерилизации ран и профилактики раневой инфекции с использованием плазмы, позволяющие снизить количество послеоперационных осложнений при повреждениях конечностей.
4. Разработанные способы применения ПХК доступны широкому кругу хирургов и могут эффективно использоваться в военно-полевой хирургии и в медицине катастроф.

#### Основные положения, выносимые на защиту.

1. Экспериментальным путем установлено положительное действие компонентов плазменного излучения на течение раневых процессов при ранениях конечностей.
2. Применение плазменной хирургии в клинических условиях представляет собой новую прогрессивную методику, значительно улучшающую результаты лечения ранений конечностей и имеющую высокую экономическую значимость.

#### Внедрение результатов работы.

Результаты настоящей работы были внедрены в практическую деятельность 367 Тбилисского военного госпиталя Группы Российских войск в Закавказье (ГРВЗ), 368 военного госпиталя ГРВЗ (г. Батуми), гарнизонного госпиталя 62 Военной базы (г. Ахалкалаки) и Республиканского противосептического центра Грузии (РПЦГ).

#### Апробация работы.

Материалы диссертации докладывались на заседании сотрудников Военно-медицинского факультета Тбилисского государственного медицинского университета в 1995 и 1998 годах, на сборах хирургов ГРВЗ в 1995 – 2005 годах, на конференции «Актуальные проблемы гнойно-септических инфекций в догоспитальном звене» в Российской Военно-медицинской Академии (ВМА) в 1997 году, на конференциях «Актуальные вопросы военной и клинической медицины» врачей ГРВЗ в 1995, 1996, 1997, 1999, 2001, 2003 и 2005 годах.

Основные положения работы были заслушаны на расширенном заседании кафедры хирургических болезней № 3 лечебного факультета ТГМУ с участием членов научно-методического совета 367 военного госпиталя в 2006 году.

#### Публикации.

По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, из них 5 в центральных и международных медицинских сборниках и журналах.

### Структура и объем работы.

Диссертация изложена на 162 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4-х глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и указателя литературы.

Диссертация иллюстрирована 25 таблицами, 12 рисунками и 6 диаграммами.

Библиографический указатель литературы включает 223 источников.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

При выполнении данного исследования ведущими были определены экспериментальный и клинический методы, которые включали опыты на животных и клинические наблюдения. В своей комбинации они наиболее соответствовали основной цели изучаемой проблемы. В работе анализируются результаты экспериментальных исследований и клинического применения ПП, используемых при лечении боевых травм.

В исследовании использовались ПХУ марки «АРИЕЛЬ – 21», которые были разработаны сотрудниками РПЦГ и Ленинградского технологического института. Данные аппараты производились в г. Тбилиси, прошли апробацию, разрешены к применению и используются в лечебных учреждениях на территории Грузии, Российской Федерации, Республики Армения и Республики Беларусь.

С целью определения эффективности использования, разработки способов и методов применения ПП был проведен цикл экспериментальных работ. Они заключались в хирургическом лечении огнестрельных ранений нижних конечностей у животных с использованием в комплексном лечении ПХУ «АРИЕЛЬ – 21». Эксперименты проводились на базе экспериментальной лаборатории 367 военного госпиталя ГРВЗ.

Было определено, что тазовые конечности собак являются адекватным объектом для получения различных по количественным характеристикам структурных элементов боевой раны. Как и при ранении конечностей человека, ведущей характеристикой у них остается общая площадь дефекта ткани.

Материалом для исследования служили здоровые беспородные собаки обоего пола, массой от 8 до 15 кг. Всего использовано в опытах 30 собак, из которых 20 – в составе двух опытных и 10 – в двух контрольных группах. Всего было определено четыре группы животных:

- опытная группа № 1 – 10 животных с огнестрельными ранениями мягких тканей нижних конечностей, без повреждения костей, при лечении которых применялись ПП;
- опытная группа № 2 – 10 животных с огнестрельными ранениями мягких тканей нижних конечностей и повреждением костей, при лечении которых применялись ПП;
- контрольная группа № 1 – 5 животных с огнестрельными ранениями мягких тканей нижних конечностей, без повреждения костей, лечение которых проводилось без применения ПП;
- контрольная группа № 2 – 5 животных с огнестрельными ранениями мягких тканей нижних конечностей и повреждением костей, лечение которых проводилось без применения ПП.

На 20 собаках первых двух экспериментальных групп выполнено 2 серии опытов по использованию ПП. В опытах изучались особенности воздействия компонентов плазменной струи на огнестрельную рану конечности с повреждением костей и без костной патологии, отработывалась методика применения, оценивалась степень повреждения тканей в результате этих воздействий.

Контрольные группы составили 10 животных, оперированных по обычной методике проведения первичной хирургической обработки (ПХО) огнестрельной раны, без применения плазмы. Предоперационная подготовка и послеоперационное ведение этих животных соответствовали опытной серии, этапы проведения первичной хирургической обработки раны были аналогичными опытной серии, за исключением этапа применения ПП.

Сравнению подвергались следующие показатели:

- течение и длительность этапов операции и послеоперационного периода;
- надёжность гемостаза, лимфостаза и герметизации раны;
- частота и структура осложнений в послеоперационном периоде;
- степень бактерицидного воздействия ПП на этапах лечения;
- характер морфологических изменений в ране при использовании ПП.

Методика проведения лечения раневых поверхностей с применением ПХУ во всех случаях была однотипной. Животные фиксировались на операционном столе в положении на спине. Все операции проводились с соблюдением всех правил асептики. Проведение опытов сопровождалось обязательной предварительной подготовкой животного. Неукоснительно соблюдались ныне действующие «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных» и международные принципы Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным. После операции животные помещались в виварии, прием воды и пищи разрешали со второго дня, медикаментозные средства не назначались. Сроки наблюдения за животными после операции составляли 15 суток при ранениях мягких тканей и 30 суток при огнестрельных переломах костей.

Отрабатывая методики применения ПХУ, во всех опытах изучалось течение репаративных процессов в области раны, характер морфологических изменений тканей, окружающих рану. Также оценивалась степень повреждений тканей при воздействии на них плазмы. Изучение изменений, образующихся в результате воздействия ПП на раневую поверхность, производилась методом макроскопической оценки и гистологического исследования с использованием световой микроскопии. Морфологические, микробиологические и другие методы исследования выполнялись после ранения, перед и сразу после операции и мере необходимости – на 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20 и 30 сутки.

Всем животным, в т. ч. перед эвтанзией, выполняли макроскопическую оценку, в результате которой оценивались состояние раны и степень заживления, наличие гематом и гнойного содержимого в ране, степень отёка тканей и выраженность воспалительных изменений в области операции. После этого производили забор материала для гистологического исследования.

С целью определения бактерицидного воздействия ПП при проведении опытов делались срезы в области воздействия плазмы на глубину до 1 см с окрашиванием их по Граму на предмет выявления микробных тел. Бактерицидное воздействие оценивалось также путем исследования микрофлоры поверхности раны методом мазков-отпечатков и выполнения посева на кровяной пластинчатый агар и среду Эндо.

Клиническая часть исследования содержала изучение результатов применения плазмы при комплексном хирургическом лечении раненых и пострадавших с огнестрельными и минно-взрывными повреждениями нижних и верхних конечностей. Исследованию подвергались пациенты, находившиеся на лечении в 367 военном госпитале ГРВЗ с 1990 по 2005 годы.

Всего ПП использовались при комплексном лечении 112 раненых и пораженных с боевыми повреждениями конечностей, в том числе 34 с поражениями обеих конечностей. Из них у 46 раненых наблюдались сочетанные повреждения других органов. Специального отбора больных для проведения хирургических обработок ран и других оперативных вмешательств с применением плазменных хирургических установок не проводилось. Предоперационное обследование и подготовка, послеоперационное ведение раненых и пострадавших не отличались от общепринятых методик, проводились с учетом тяжести состояния пациентов, характера и тяжести сопутствующих заболеваний. Общая тактика ведения раненых и пострадавших соответствовала общепринятым и основывалась на требованиях соответствующих руководящих документов.

В качестве сравнительной группы рассмотрены 100 раненых и пораженных с боевыми повреждениями конечностей, лечившихся в 367 военном госпитале ГРВЗ в течение 1985 – 2005 гг. с применением современных методов лечения согласно соответствующих руководств и указаний по военно-полевой хирургии и организации специализированной хирургической помощи в военно-медицинских учреждениях.

Специализированное лечение данной группы раненых и пострадавших проводилось по общепринятым схемам лечения и включало, наряду с хирургическим вмешательством, полный комплекс лечебных мероприятий. При этом особое внимание уделялось макроскопическим характеристикам раны, морфологическим и микробиологическим данным и на количество и качественный состав отделяемого из раны.

Всем раненым и пострадавшим проводился ряд клинико-лабораторных исследований:

- общеклинические анализы крови и мочи;
- биохимические показатели крови (глюкоза, электролиты, билирубин и его фракции, аланин-аминотрансфераза, аспартат-аминотрансфераза, общий белок, азот мочевины) по общепринятым методикам;
- коагулологические свойства крови: длительность свертывания, время кровотечения, протромбин, фибриноген.

На основании полученных данных вычислялись лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) по Кальф-Калифу. Для определения и оценки иммунологического статуса изучались специальные тесты.

Раненым и пострадавшим по показаниям выполнялись микробактериологические исследования в динамике. Проводилось исследование крови, поверхности поврежденных тканей, отделяемого инфицированных ран, в том числе содержимого дренажных трубок. Идентификации подвергались аэробные грамположительные микроорганизмы, аэробные грамотрицательные микроорганизмы и анаэробные неклостридиальные микроорганизмы. Отдельно, при необходимости, определялся также характер грибковых колоний.

При определении военно-экономической эффективности в основу расчетов было положено определение экономии при применении ПХУ в лечении раненых и пораженных с боевыми ранениями конечностей на различных этапах оказания медицинской помощи, в т. ч. в военно-полевых условиях. Изучение основной экономии материальных средств и стоимости лечения проводилось в основном за счет следующих факторов:

- изменения общих сроков лечения военнослужащих, гражданского персонала, других категорий раненых и пораженных, находившихся на лечении в госпитале;
- снижение инвалидизации и увольняемости среди военнослужащих;
- увеличения пропускной способности хирургических подразделений госпиталя;
- экономии расхода медикаментов, в том числе особо дорогих – импортного производства, перевязочных средств, других материальных средств.

Статистическая обработка материала проведена с привлечением пакета прикладных программ Microsoft Excel 2003 с помощью  $t$  – критерия Стьюдента. Достоверность различий оценивали с уровнем значимости  $p < 0,05$ .



## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Для выяснения особенностей воздействия компонентов плазменной струи на огнестрельную рану, сравнительного изучения течения репаративных процессов и заживления ран конечностей были проведены серии хронических опытов на собаках. В опытах проводилось изучение:

- использования новых методик применения ПХУ при хирургической обработке огнестрельных ран конечностей;
- степени повреждения тканей и особенностей течения раневых процессов при использовании в лечении ПП;
- временных характеристик этапов проведения хирургической обработки и гемостаза при использовании ПХУ;
- характера морфологических изменений тканей конечностей при воздействии на них ПП;
- микробиологической динамики раневой инфекции при обработке раны потоками плазменной струи.

В серии опытов с 20 животными проведены исследования по изучению использования ПП при хирургической обработке огнестрельных повреждениях конечностей животных. Результаты подвергались сравнению с данными лечения контрольной группы, состоящей из 10 животных, у которых аналогичное лечение проводилось без применения ПП.

ПХО огнестрельной раны конечностей животным опытных групп осуществлялась в асептических условиях по следующей методике:

1. Первым этапом производилось рассечение и иссечение входного и выходного отверстия стальным скальпелем на расстоянии до 15 мм от их края с последующим рассечением мягких тканей по ходу раны. Фасция рассекалась за пределами операционной раны в проксимальном и дистальном направлении Z-образно для декомпрессии фасциальных футляров. На этом этапе методика проведения операции в опытных и контрольных группах была идентичной.

2. На втором этапе выполнялось механическое удаление инородных тел, кровяных сгустков и некротических тканей. Для этой цели использовались 3% раствор перекиси водорода и раствор фурацилина, удаление содержимого производилось с помощью электроотсоса. В опытных и контрольных группах этот этап проходил без каких-либо отличий.

3. Третьим этапом выполнялась ревизия раневого хода с удалением нежизнеспособных тканей, то есть иссечение зоны первичного некроза и той зоны вторичного некроза, где ткани имели сомнительную жизнеспособность. На этом этапе в опытной группе использовался новый метод – плазменными потоками в режиме «деструкция» производилось испарение некротических тканей по ходу раны с образованием тонкого коричневого струпа. В среднем на эту манипуляцию уходило до 2 – 2,5 мин. Затем вся полость раны обрабатывалась в режиме «коагуляция» для тщательного гемостаза и бактерицидного воздействия. Время экспозиции ПП при этом режиме составляло 0,5 – 2,5 мин.

4. Четвёртым этапом являлась ПХО кости (при её повреждении), перевязка сосудов и проведение окончательного гемостаза раневой поверхности. В опытах с огнестрельными переломами костей, при ПХО свободно лежащие костные фрагменты удалялись, далее использовался новый метод – края кости и кровоточащие участки раневой поверхности обрабатывались плазменными потоками в режиме «коагуляция». На эти манипуляции уходило в среднем до 5 – 7 минут. В дальнейшем, при необходимости, выполнялся накостный остеосинтез с помощью пластинок. В конце этого этапа ПХО проводилась обработка потоками плазмы всей раневой поверхности в режиме «плазменное облучение» для дополнительного бактерицидного действия за счёт таких компонентов потоков плазмы, как пучки ультрафиолетовых лучей и озон. Время экспозиции потоков плазмы в этом режиме составляло от 3 до 4 минут.

5. Пятым этапом, при необходимости, являлось дренирование раны одно- или двухпросветной трубкой, что позволяло создать адекватные условия для оттока раневого отделяемого. При этом особое внимание уделялось на количество и качественный состав отделяемого по дренажам из раны экссудата.

6. Шестым этапом было закрытие раны. С учетом особенностей огнестрельной раны первичный шов после ПХО раны не накладывался. Рана заполнялась введением в неё марлевых салфеток, смоченных антисептическими растворами, в виде «фитилей», мазевыми повязками (мази типа «Левосин» и «Левомиколь») с параллельной установкой резинового выпускника.

В контрольных группах проведение ПХО отличалось тем, что на 3 этапе иссечение нежизнеспособных тканей проводилось традиционно, только с использованием стального скальпеля, а гемостаз – с применением электрохирургического прибора «ЭН – 57 М» и наложением лигатур. В этих же группах на 4 этапе обработка раневой поверхности, кости и окончательный гемостаз производилась без использования ПП.

Для использования ПХУ в режиме «деструкция» плазменный луч фиксировался на некротически измененных тканях в течение 5 – 10 секунд, вызывая их мгновенное испарение, без образования задымления и возгорания раневой поверхности.

Плазменная обработка проводилась путём равномерного перемещения плазменного луча, глубина испарения находилась в прямой пропорции от времени экспозиции плазменного потока на поверхности раны и в обратной пропорции от скорости передвижения плазматрона. При истечении крови из более крупных сосудов время экспозиции сфокусированного луча в точке применения увеличивалось на 3 – 4 секунды.

С целью стерилизации раневой поверхности проводилась дополнительная обработка поверхности раны и раневой полости в режиме «коагуляция» путем последовательного перемещения ПП в течение 15 – 20 секунд. Разновидностью плазменной коагуляции являлся режим плазменного облучения, когда при определенных условиях раневая поверхность обдувалась с расстояния 8 – 20 см от сопла микроплазматрона невидимыми ПП. При этом температура струи плазмы в месте контакта с раневой поверхностью не превышала 40<sup>0</sup> С по осевой линии. После плазменного облучения раневая поверхность покрывалась полуматовой пленкой сконцентрированного остатка раневого отделяемого, что являлось критерием достаточности экспозиции. Этот режим широко использовался в целях заживления раны: интраоперационно – при ушивании раны, в послеоперационный период лечения, при очередных перевязках открытых раневых дефектов (вплоть до полного их заживления).

В дальнейшем ежедневно в течение первых трех суток, и далее через день, проводились перевязки раны с использованием ПП в режиме «плазменное облучение», время экспозиции варьировалось от 20 сек. до 2 мин. При этом в случае выявления на 3 – 4 сутки очагов некротических тканей, потоки плазмы использовались для испарения этих тканей в режиме «деструкция». В этих случаях манипуляции проводились под местной инфильтрационной анестезией (Sol. Novocaini 0,25 – 0,5%). Также при этом проводилось взятие

морфологического материала и микробиологических анализов. В контрольных группах перевязки проводились по аналогичной методике, но без использования ПП.

Время, затрачиваемое на проведение ПХО в опытных группах (группы 1 и 3), было в среднем на 14 – 16 минут (20 – 25%) меньше, чем в контрольных (группы 2 и 4), что объясняется уменьшением времени проведения коагуляции и некрэктомии при использовании ПП. В группах с огнестрельными повреждениями костей (группы 3 и 4) разница во времени проведения хирургической обработки была наибольшей. Это объясняется быстрым достижением при хирургической обработке надежного гемостаза, в т. ч. из краев поврежденной кости и эффективным удалением некротически измененных тканей. Также отмечалось уменьшение времени проведения перевязок в послеоперационном периоде, как за счет стерилизующего действия ПП, так и подсушивания раны и быстрого удаления вторично-некротических тканей.

При необходимости (в восьми случаях) выполнялась вторичная хирургическая обработка раны (ВХО) – оперативное вмешательство, направленное на лечение развившихся в ране осложнений. Такими осложнениями являлись раневая инфекция (в шести случаях) и прогрессирующий некроз тканей (в двух случаях). Все эти случаи имели место в группах 3 и 4, т.е. при сопутствующем повреждении костей. Объём ВХО зависел от характера и степени выраженности развившихся в ране осложнений и проводился в такой же последовательности, с теми же этапами, что и ПХО. В четырех случаях (опытная группа) плазменные потоки использовались на третьем и четвертом этапах ВХО в режимах «деструкция» и «коагуляция», в дальнейшем при проведении каждой перевязки в режиме «плазменное облучение». Еще в четырех случаях (контрольная группа) ВХО и перевязки проводились без применения ПП. Общее уменьшение временных показателей сроков проведения ВХО составило до 22 – 25%.

Важнейшим критерием эффективности воздействия ПП был определен гемостаз, проблема надёжности которого остро стоит в военно-полевой хирургии, особенно при минно-взрывных травмах, развитие гнойных осложнений и летальность. Показатели надёжности гемостаза, а также частота гнойных осложнений и послеоперационная летальность при проведении экспериментальных работ приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнимые показатели опытных и контрольных групп (в абсолютных числах и процентах от количества животных в группе).

<b>Сравнимые показатели</b>	<b>Опытная группа № 1</b>	<b>Контрольная группа № 1</b>	<b>Опытная группа № 2</b>	<b>Контрольная группа № 2</b>
<b>Всего животных</b>	<b>10 (100%)</b>	<b>5 (100%)</b>	<b>10 (100%)</b>	<b>5 (100%)</b>
<b>Кровотечение в п/о периоде</b>	<b>1 (10%)</b>	<b>2 (40%)</b>	<b>2 (20%)</b>	<b>3 (60%)</b>
<b>Надёжность гемостаза по ходу операции</b>	<b>9 (90%)</b>	<b>3 (60%)</b>	<b>8 (80%)</b>	<b>2 (40%)</b>
<b>Гнойные осложнения в раннем п/о периоде</b>	<b>1 (10%)</b>	<b>2 (40%)</b>	<b>1 (10%)</b>	<b>3 (60%)</b>
<b>Гнойные осложнения, всего</b>	<b>3 (30%)</b>	<b>3 (60%)</b>	<b>4 (40%)</b>	<b>4 (80%)</b>
<b>Ранняя п/о летальность</b>	<b>–</b>	<b>2 (40%)</b>	<b>–</b>	<b>1 (20%)</b>

По всем сравниваемым показателям результаты лечения в опытных группах были значительно лучше, особенно по таким критериям, как гнойные осложнения в раннем послеоперационном периоде и надежность гемостаза. Летальность в обеих опытных группах отсутствовала.

Важным аспектом также является то, что общее уменьшение временных показателей сроков проведения ВХО составило в среднем 22 – 25%.

Временные показатели, характеризующие быстроту заживления огнестрельных ран конечностей в послеоперационном периоде у животных, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Динамика заживления ран конечностей (в днях).

<b>Сравниваемые показатели</b>	<b>Опытная группа № 1</b>	<b>Контрольная группа № 1</b>	<b>Опытная группа № 2</b>	<b>Контрольная группа № 2</b>
<b>Сроки завершения очищения раны</b>	<b>8 – 10</b>	<b>11 – 13</b>	<b>8 – 10</b>	<b>12 – 13</b>
<b>Сроки появления свежих грануляции</b>	<b>7 – 9</b>	<b>9 – 11</b>	<b>8 – 10</b>	<b>10 – 12</b>
<b>Сроки заживления чистых ран</b>	<b>16 – 18</b>	<b>18 – 22</b>	<b>17 – 19</b>	<b>22 – 25</b>
<b>Сроки заживления нагноившихся ран</b>	<b>18 – 23</b>	<b>20 – 25</b>	<b>21 – 26</b>	<b>27 – 30</b>
<b>Сроки восстановления опороспособности</b>	<b>20 – 24</b>	<b>23 – 27</b>	<b>25 – 28</b>	<b>27 – 30</b>

Сравнивая сроки заживления ран в опытной группе животных, по сравнению с контрольной группой, можно констатировать, что средние сроки лечения при применении плазменных потоков уменьшились в среднем на 5 – 10 суток, заживление, в основном, происходило без нагноения, летальных исходов не было. В послеоперационном периоде у животных опытных групп, по сравнению с контрольными группами, наблюдался выраженный анестезирующий эффект, животные вели себя спокойнее, меньше обращая внимание на рану, раньше начинали активные движения, опорная функция конечности, в среднем, восстанавливалась на 4 – 5 дней раньше.

Оценивая течение послеоперационного периода по данным визуального осмотра и оценке состояния раны по данным измерения окружности конечности, мы пришли к следующим выводам:

- в опытных группах воспалительная реакция развивалась не в ранние сроки, как при использовании электроножа и скальпеля в контрольных группах, а к 6 – 8 суткам;
- степень воспалительной реакции была значительно слабее.

Проведенные экспериментальные исследования показали возможность применения плазменных потоков при операциях на конечностях, в том числе и с повреждением костных структур, нервных стволов, при ампутациях, при гнойных осложнениях, т.е. практически при всех возможных вариантах боевых повреждениях конечностей и их последствиях. При этом было установлено, что образующееся в результате генерации плазменной струи ультрафиолетовое излучение для данного типа плазменных установок находится в пределах безопасности в отношении хирургов и пациента, а также обеспечивает бактерицидное

действие плазменных потоков. Отмечен был также и анестезирующий эффект плазменных потоков.

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили, что при воздействии плазменных потоков на поверхности биологической ткани формируется область термических изменений, которая представлена характерными зонами. При высокоинтенсивном нагреве поверхность ткани обезвоживается и образуется пористый слой – зона губчатого слоя некроза, обуглившаяся наружная часть которого представляет зону карбонизированного слоя некроза. Между зоной губчатого слоя некроза и неповрежденной тканью за счет теплопроводности располагается зона компактного слоя некроза, образование которой происходит вследствие денатурации белковых соединений.

Было подтверждено, что при воздействии плазменных потоков с биологическими тканями имеет место явление ускоренного (на один – два порядка) формирования на поверхности зоны губчатого слоя некроза. Это явление обусловлено высоким процентным содержанием в биологических тканях жидкого компонента и связано с объемным характером поглощения части энергии плазменного потока обезвоженным пористым каркасом и ускорением испарения жидкого компонента биологической ткани за счет оставшейся энергии плазменной струи. Такое ускоренное формирование губчатого слоя некроза при воздействии потока плазмы на биологическую ткань имеет название «биоплазменного эффекта».

Практическое его значение состоит в том, что с его помощью можно значительно быстрее сформировать на раневой поверхности органа коагуляционный термический струп, обеспечивающий надежную остановку кровотечения. Необходимо отметить, что толщина карбонизированного слоя на начальных этапах коагуляции всегда превышает его размеры после окончания. Это явление объясняется распылением и уплотнением поверхностного угольного слоя под механическим воздействием атомов инертного газа. Подобный эффект отсутствует у всех других видов теплового воздействия, применяемых в настоящее время в хирургической практике.

По результатам морфологических исследований выявлено, что для достижения окончательного гемостаза поверхности раны играет большую роль уплотнение непосредственно лежащих под коагуляционной термической пленкой некротически измененных слоев клеток с разрушенной и испаренной цитоплазмой, что приводит к поверхностной деформации ткани, спадению просвета сосудов и секторных потоков. За счет нарушения реологических свойств и формирования внутрисосудистых тромбов происходит замедление циркуляции и стаз крови. Этот механизм гемостаза носит в данном случае вспомогательный характер.

Проведенные исследования по изучению репаративных процессов показали, что заживление после воздействия ПП протекает по типу продуктивного асептического воспаления и происходит в ускоренные сроки. Зона повреждения тканей при использовании плазменным скальпелем узкая и по характеру изменения ткани соответствует термическому воздействию.

Данные морфологических исследований подтвердили, что при использовании плазменных потоков при лечении боевых повреждениях конечностей всегда имеет место определенная стадийность течения раневого процесса, основанная на классических представлениях. Морфологическими особенностями при плазменном облучении являлись отсутствие выраженной лейкоцитарной инфильтрации и уменьшение степени выраженности демаркационного вала.

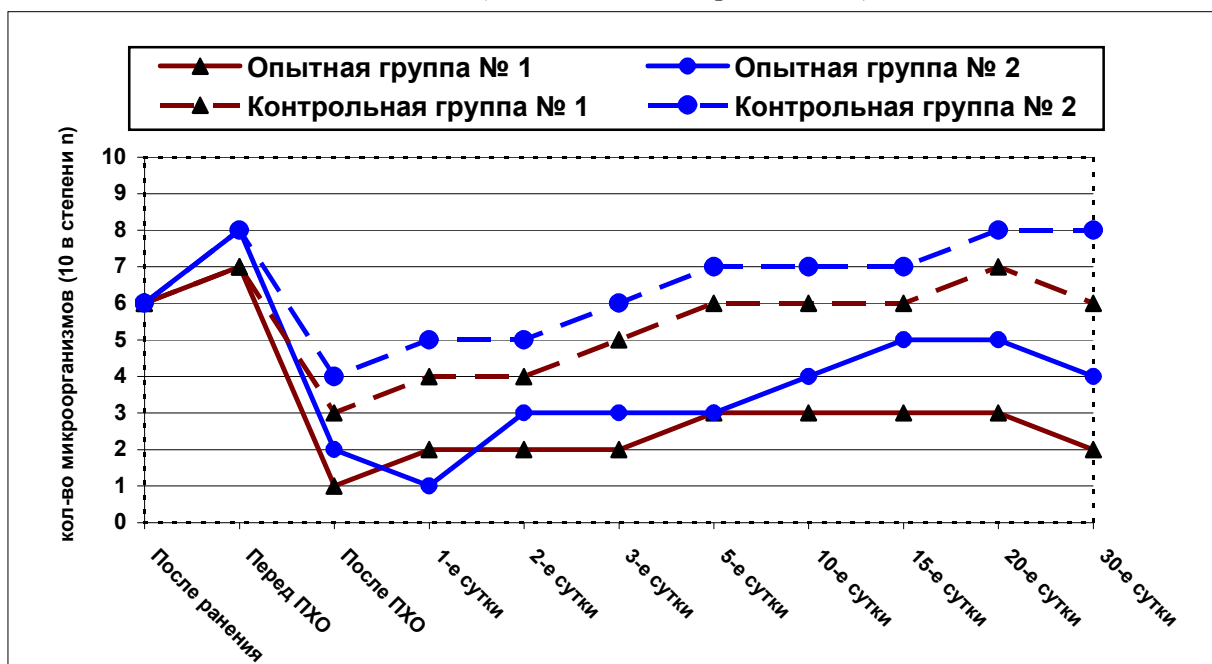
Изучение раневой микрофлоры у подопытных животных, находившихся под наблюдением в течение одного месяца, выявило наличие различных ассоциативных форм микроорганизмов на раневой поверхности как в дооперационном, так и в течение послеоперационного периода. Сразу после ранения ассоциация из двух микроорганизмов

наблюдалась в 11 случаях (37%), из трёх видов микробов – у 8 животных (27%), из четырёх – в 6 случаях (20%), а из пяти и более микробов – в 3 случаях (10%). Микрофлора из одного вида микробов была установлена в 2 случаях (6%). Из 30 обследованных животных сразу после ранения ни у одного не оказалось стерильной раны. Чаще всего в раневой микрофлоре встречались эпидермальный и другие виды стрептококков (80 – 85%), затем – белый и другие виды стафилококков (до 75%), вульгарный протей (18 – 20%), синегнойная палочка (до 10 – 12%), кишечная палочка (5 – 7%), а также другие микроорганизмы и их ассоциации.

Уровень микробной обсемененности (количество микробных тел на 1 г ткани) в опытных группах при бактериологическом исследовании в конце 4 этапа ПХО, после обработки раны плазменными потоками, оказался в 64% равным нулю, а в 36% находился в пределах  $10^1$  –  $10^3$  на 1 г ткани, что на несколько порядков было ниже показателей контрольных групп. Подобная разница показателей в опытных и контрольных группах наблюдалась и на других этапах лечения.

Общая динамика микробиологической обсемененности в послеоперационном периоде у животных опытных и контрольных групп представлена в рис. 1.

Рисунок 1. Характеристика микробной обсемененности раневых поверхностей в динамике ( $10^n$  степени на 1 грамм ткани).



Представленные данные позволяют сделать вывод, что использование в комплексном лечении огнестрельных ран конечностей ПП позволяет в более короткие сроки очищать рану от патогенной микрофлоры, что является результатом выраженного бактерицидного действия высокотемпературных потоков плазмы, ультрафиолетовых лучей и озона. Применение ПП на этапах хирургической обработки позволяет в большинстве случаев получать практически стерильную поверхность раны, в остальных случаях концентрация микробов оказывается намного ниже «критического» уровня.

#### КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Для решения поставленных задач были изучены результаты применения плазменных потоков при комплексном хирургическом лечении раненых и пострадавших с огнестрельными и минно-взрывными повреждениями нижних и верхних конечностей.

Исследованию подвергались раненые и пострадавшие, находившиеся на лечении в 367 военном госпитале Группы Российских войск в Закавказье с 1990 по 2005 годы. Плазменные потоки использовались при комплексном лечении 112 раненых и пораженных с боевыми повреждениями конечностей, в том числе 34 с поражениями обеих конечностей. Из них у 46 раненых наблюдались сочетанные повреждения других органов.

В качестве сравнительной группы рассмотрены 100 раненых и пораженных с боевыми повреждениями конечностей, лечившихся в 367 военном госпитале ГРВЗ в течение 1985 – 2005 гг. с применением методов лечения согласно требований руководящих документов, инструкций и указаний по ВПХ и организации квалифицированной и специализированной хирургической помощи в военно-лечебных учреждениях.

#### 1. Сравнительные результаты лечения раненых с огнестрельными ранениями конечностей.

В период с 1989 по 2005 год в 367 военном госпитале проходило лечение 115 раненых и пострадавших с огнестрельными пулевыми и осколочными ранениями конечностей, в том числе 51 с огнестрельными переломами конечностей и 64 с огнестрельными повреждениями мягких тканей конечностей. У 26% раненых наблюдались признаки развития гнойно-септических осложнений. Исследуемую группу № 1 составили 62 раненых, которым при проведении комплексного лечения применялись ПП. Контрольную группу № 2 составили 53 раненых, лечение которых проводилось без применения ПП.

Оперативное вмешательство всем пострадавшим выполнялось, как правило, в день поступления раненого и заключалось в ПХО, в том числе и повторной, или вторичной хирургической обработке раны. К ПХО ран, основному вмешательству при данных видах боевой патологии, приступали после стойкой стабилизации состояния раненого. Методика применения ПП в режиме «коагуляция» и «плазменное облучение» была следующая: параллельно краю раневой поверхности накладывали влажную стерильную марлевую салфетку для предупреждения термического поражения краев раны высокотемпературным возвратными турбулентными потоками, отраженными от раневой поверхности, газовой эмболии и для временного снижения интенсивности кровотечения из стенки раны. Угол наклона плазменного потока по отношению к плоскости раневой поверхности составлял 30 – 45 градусов. Поступательными и круговыми движениями вдоль раневой поверхности, на расстоянии 5 – 15 мм, проводилась обработка раневой поверхности. После рассечения мягких тканей и удаления свободного отделяемого и некротического детрита раневую поверхность обрабатывали ПП, под воздействием которых испарялись оставшиеся нежизнеспособные ткани и экссудат, происходили коагуляция и гемостаз по ходу воздействия, образовывалась коагуляционная пленка. При выявлении в дальнейшем очагов девитализированных тканей обработка ПП для испарения некротических тканей осуществлялось в режиме «деструкция».

Всего было выполнено 1708 сеансов облучения ПП, из них в группе с огнестрельными переломами – 1406 сеансов. В режиме «деструкция» температура плазменной струи составляла  $6000^{\circ}\text{C}$  –  $13000^{\circ}\text{C}$ , длина плазменной струи 10 – 17 мм, диаметр – от 1 до 1,5 мм. В режиме «коагуляция» температура плазменной струи составляла  $2500^{\circ}\text{C}$  –  $4000^{\circ}\text{C}$ , длина плазменной струи 8 – 14 мм, диаметр – от 1,5 до 2 мм. Сосуды более 2 мм в диаметре обязательно дополнительно прошивались. В режиме «плазменное облучение» температура составляла  $40^{\circ}\text{C}$  –  $60^{\circ}\text{C}$ , за счет увеличения расстояния между плазменным факелом и раневой поверхностью до 2 – 5 см.

В дальнейшем, после выполнения хирургической обработки раны, перевязки осуществлялись ежедневно, после перехода процесса во II фазу – через день, при этом облучение раневой поверхности потоками плазмы осуществлялось в ходе каждой перевязки. Полость раны облучалась в течение 2 – 3 минут в режиме «плазменное облучение» расфокусированным потоком. При выявлении в дальнейшем очагов девитализированных

тканей обработка плазменным потоком для испарения некротических тканей осуществлялось в режиме «деструкция». При этом манипуляции предпочиталось проводить под общим обезболиванием.

Особенности методики применения ПП при ПХО в группе № I заключались в следующем:

1. Рассечение кожи производили стальным скальпелем через рану, а при сквозных огнестрельных ранах – со стороны входного и выходного отверстий. Подкожная жировая клетчатка рассекалась ПП в режиме «рассечение» в течение 1,5 – 2,5 минут, при этом достигался эффект окончательного гемостаза из рассекаемых тканей.
2. Проводилось широкое рассечение апоневроза, с дополнительными поперечными разрезами в области углов раны. В этот момент ПП применялись с бактерицидной целью в режиме «плазменное облучение» по ходу мышечных тканей в течение 1,5 – 2 минут.
3. Послойное иссечение нежизнеспособных мышц с очагами некроза проводилось во всех случаях. Удалялись все выявленные инородные тела, костные фрагменты и т. д. Окончательный гемостаз обеспечивался ПП в режиме «коагуляция» в течение 2 – 3 минут.
4. Фрагменты поврежденной кости не обрабатывались, за исключением острых концов, способных вызвать вторичную травматизацию тканей. С гемостатической и бактерицидной целью края костных отломков обрабатывались ПП в режиме «коагуляция» в течение 2 – 3 минут.
5. На мышцы накладывались редкие швы. ПП использовались на этом этапе в режиме «плазменное облучение» с подсушивающей и бактерицидной целью, в течение 2 – 3 минут.

Операцию завершали инфильтрацией тканей вокруг обработанной раны растворами антибиотиков и установкой дренажей. Использовались одно- и двухпросветные полихлорвиниловую или силиконовую трубки диаметром от 5 до 10 мм с множественными перфорационными отверстиями на конце.

В группе лечившихся с применением ПП сразу после обработки раневая поверхность становилась практически стерильной, при посевах выделялись единичные колонии стрептококковых и стафилококковых культур. В течение первых двух суток после хирургической обработки практически все больные исследуемой группы отмечали субъективное улучшение самочувствия, уменьшение интенсивности боли в области послеоперационной раны, что объясняется анестезирующим эффектом действия ПП. Температура тела в эти дни отмечалась в пределах  $37,7^0 \pm 0,2^0$  С. Больные в группе № 2 достоверно чаще отмечали наличие выраженных болей в области послеоперационных ран, а температура тела у них регистрировалась в пределах  $38,0^0 \pm 0,3^0$  С, при посевах выделялись множественные колонии стрептококковых и стафилококковых культур.

Далее, в течение трех суток, у раненых исследуемой группы отмечалось прогрессивное улучшение состояния, наблюдалась тенденция к нормализации температуры и достоверному снижению показателей лейкоцитов в периферической крови ( $11,2 \pm 1,3 * 10^9$  /л), лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) составлял в среднем  $2,5 \pm 0,4$ . Температура тела в течение этих дней колебалась в границах  $37,3^0 \pm 0,3^0$  С, микробная обсемененность оставалась на низком уровне. В группе № 2 средняя температура тела в течение этих дней колебалась в пределах  $37,8^0 \pm 0,4^0$  С, снижение показателей лейкоцитоза в периферической крови наступало в несколько в более поздние сроки (в среднем на 3 – 4-е сутки) и на меньшие значения (до  $12,9 \pm 1,2 * 10^9$  /л), средние показатели ЛИИ оставались на высоких цифрах –  $2,8 \pm 0,4$ , микробная обсемененность отмечалась на более высоких значениях.

На пятые – шестые сутки после операции в группе № 1 состояние 85% больных оценивалась как относительно удовлетворительное, остальных 15% – как средней тяжести (все с огнестрельными переломами костей). Индекс ЛИИ прогрессивно снижался до уровня  $2,1 \pm 0,4$ , улучшались показатели периферической крови, в т. ч. снижалось количество



лейкоцитов до  $9,1 \pm 1,1 * 10^9$  /л. Края ран сохраняли незначительную отечность, на дне и стенках ран появлялись и развивались грануляции. Температура тела в течение этих дней отмечалась в пределах  $37,1^0 \pm 0,2^0$  С. После применения ПП в 65% случаев отмечалось отсутствие роста микроорганизмов, в остальных случаях в скудном микробном посеве характер микрофлоры был смешанным, с превалированием стрептококковых и стафилококковых культур. У пациентов группы № 2 в этот период состояние 58% больных оценивалась как относительно удовлетворительное, 32% – как средней степени тяжести, 10% – как тяжелое. Индекс ЛИИ снижался незначительно, до уровня  $2,4 \pm 0,3$ , показатели лейкоцитоза уменьшались до  $10,7 \pm 1,0 * 10^9$  /л, температура тела отмечалась в пределах  $37,4^0 \pm 0,3^0$  С. Края ран сохраняли отечность, на дне и стенках ран грануляции не отмечались. Характер микрофлоры был смешанным, с превалированием стрептококковых, стафилококковых и коли-бациллярных культур.

В период 7 – 10 суток состояние 96% больных исследуемой группы оценивалось как относительно удовлетворительное, у 4% – как средней степени тяжести. ЛИИ в дальнейшем снижался до уровня  $1,8 \pm 0,3$ , уровень лейкоцитов находился в пределах нормы  $6,7 \pm 0,8 * 10^9$  /л. Температура тела в течение этих дней находилась в пределах  $36,9^0 \pm 0,3^0$  С. Уменьшалась инфильтрация окружающих тканей, края раны уплотнялись, покрываясь развивающимся эпителием. При микробиологических исследованиях в 77% микрофлора не высевалась, в остальных случаях чаще выявлялись стафилококки и грибки. В группе № 2 в этот период состояние 64% оценивалось как относительно удовлетворительное, 32% – как средней степени тяжести, 6% – как тяжелое. ЛИИ снижался до  $2,0 \pm 0,3$ , уровень лейкоцитоза до  $8,9 \pm 0,9 * 10^9$  /л. Уменьшалась инфильтрация окружающих тканей, края раны уплотнялись, покрываясь развивающимся эпителием. Температура тела в течение этих дней определялась в границах  $37,1^0 \pm 0,2^0$  С. При микробиологических исследованиях в 35% микрофлора не высевалась, в остальных случаях чаще выявлялись стрептококки, стафилококки, *Proteus vulgaris* и грибки.

В исследуемой группе к концу 2-й недели на фоне удовлетворительного общего состояния ни в одном случае не отмечено выраженной болевой реакции в ранах, показатели периферической крови у 82% раненых практически нормализовались, при бактериологическом исследовании в 61% микрофлора не высевалась. В этот период у 75% раненых с ушитых ран снимались швы, заживление происходило без осложнений, а температура тела практически у всех пациентов была в пределах нормы. В группе № 2 на фоне улучшения общего состояния у 80% раненых у 35% из них отмечалась болевая реакция в ране, показатели лейкоцитоза в 27% случаев, а показатель ЛИИ в 23% случаев оставались на умеренно повышенных цифрах. При бактериологическом исследовании у 46% раненых определялась смешанная микрофлора, с преобладанием стрептококковых культур. Температура тела к этому времени у большинства больных нормализовалась. В этот период с ушитых ран у 78% раненых снимались швы, заживление в остальных случаях происходило вторичным натяжением.

При изучении результатов лечения раненых основной группы нами установлено, что наилучший эффект применения плазменных потоков при комплексном лечении определялся при использовании плазменных потоков на заключительном этапе хирургической обработки в режиме «деструкция» (для испарения некротически измененных тканей) и «коагуляция» (для тщательного гемостаза и стерилизации раневой полости).

Анализ полученных данных свидетельствует, что использование плазменных потоков в процессе лечения огнестрельных ран конечностей, в том числе с повреждением костей, предопределило благоприятный исход лечения, способствовало сокращению сроков лечения раненых в стационаре. Таким образом, применение плазменного скальпеля при данных видах огнестрельных ранений позволяет эффективно решать такие задачи военно-полевой хирургии как:

- 1) сокращение времени операции при огнестрельных ранениях конечностей в среднем на 20% и увеличение пропускной способности хирургических этапов на 25%;
- 2) надежный и окончательный гемостаз по ходу оперативного вмешательства из сосудов до 1,5 мм в диаметре, что особенно важно при диффузном кровотечении из ран при ранениях современными ранящими снарядами;
- 3) профилактика хирургической инфекции огнестрельных ран и снижение количества гнойных осложнений на 23 – 27%;
- 4) уменьшение общих сроков лечения данной категории раненых в среднем на 13 – 18%;
- 5) снижение количество гнойных осложнений в среднем на 24 – 28% за счет прямого стерилизующего действия компонентов плазменной струи и их герметизирующего действия при воздействии на раневую поверхность;
- 6) значительный военно-экономический эффект (в расчете на одного раненого – до 15 у.е. в сутки).

Из приведенных данных можно сделать вывод, что ПХУ необходимо применять для оказания неотложной и ранней специализированной помощи при массовом поступлении раненых и пострадавших с огнестрельными ранениями, как в военное время, так и в мирное время, при возникновении локальных военных конфликтов, крупных техногенных и антропогенных катастроф.

Особенно высокая эффективность применения ПХУ, в т. ч. военно-экономическая, ожидается при оказании специализированной помощи в крупных военных госпиталях, имеющих отлаженную систему организации медицинской помощи при локальных военных конфликтах и катастрофах мирного времени, а также в крупных лечебных центрах Министерства Здравоохранения.

## 2. Сравнительные результаты лечения раненых и пораженных с минно-взрывными повреждениями конечностей.

Проводилось использование ПХУ при лечении раненых и пораженных с минно-взрывными повреждениями конечностей. Начиная с 1989 года специализированная хирургическая помощь в госпитале оказана 97 пострадавшим с повреждениями конечностей от БВД, в основном с минно-взрывными ранениями. Практически всем раненым и пораженным с повреждениями конечностей помощь оказывалась в объеме ранней и неотложной специализированной хирургической помощи.

Группу № 1 (основную) составили 50 пострадавших с взрывными повреждениями, комплексное лечение которых проводилось с применением ПХУ «АРИЕЛЬ – 21».

Группу № 2 (контрольную) составили остальные 47 раненых, лечение которых проводилось традиционными методами, в соответствии с руководящими документами, без применения потоков плазмы.

Операцией выбора при контактных минно-взрывных ранениях с отрывом сегмента конечности являлась первичная ампутация. Только в небольшом числе наблюдений (9,5%), главным образом при незначительных повреждениях стоп, удавалось ограничиться первичной хирургической обработкой раны с рассечением и иссечением нежизнеспособных тканей и фасциотомией. Оперировали чаще всего с наложенным ранее жгутом. Это сокращало время вмешательства, уменьшало кровопотерю и риск дополнительного кровотечения. Поперечное сечение конечности выше жгута перед операцией инфильтрировалось 0,25% раствором новокаина. Мышцы пересекались не ампутационным ножом в один прием, а пересекались скальпелем отдельными мышечными группами. Крупные кровеносные сосуды перевязывались по мере надобности. ПХУ «АРИЕЛЬ – 21» использовался со следующими целями:

- в режиме «коагуляция» для остановки диффузного кровотечения из массива поврежденных мышц (среднее время работы 5 – 8 минут);

- в режиме «коагуляция» для полного гемостаза из сосудов размерами до 1,5 мм в диаметре (время работы 2 – 3 минуты);
- бактерицидная обработка озоновым и ультрафиолетовым компонентами плазменной струи глубокорасположенных участков раневых каналов в режиме «плазменное облучение», в течение 4 – 5 минут;
- удаление нежизнеспособных тканей в режиме «деструкция» (в течение 6 – 7 минут).

Всего данной категории пострадавших было выполнено 1616 сеансов облучения плазменными потоками, из них в группе с контактными минно-взрывными ранениями – 1443 сеанса.

При сквозных ранениях конечностей первичная хирургическая обработка производилась со стороны как входного, так и выходного отверстий раневого канала. При сложной конфигурации раневого канала потребовался дополнительный разрез для доступа к его центральной части, где объем повреждений был, как правило, максимальный.

ПХУ «АРИЕЛЬ – 21» использовались нами при оказании хирургической помощи как при проведении ПХО и ВХО, так и при дальнейших перевязках. Плазменные потоки применялись, в основном, на этапах удаления нежизнеспособных тканей, гемостаза и стерилизации раневой поверхности.

Сразу после обработки раневая поверхность в группе № 1 становилась практически стерильной, при посевах высевались единичные колонии стрептококковых и стафилококковых культур, в группе № 2 те же культуры высевались достоверно чаще. В первые двое суток после хирургической обработки у большинства больных группы № 1 чаще отмечалось субъективное улучшение самочувствия, уменьшение интенсивности болей в области послеоперационной раны из-за анестезирующего действия плазменных лучей на поверхность операционной раны.

В течение трех – пяти суток состояние пострадавших группы № 1 прогрессивно улучшалось, при микробиологических исследованиях в 26% микрофлора не высевалась, в остальных случаях определялись в основном стрептококковые, стафилококковые культуры и *Pseudomonas aeruginosa*. Наблюдалась тенденция к нормализации температуры – средние показатели  $37,9^0 \pm 1,1^0$  С (в контрольной группе  $38,3^0 \pm 1,1^0$  С), достоверно снижались показатели лейкоцитоза в периферической крови до  $9,9 \pm 1,2 * 10^9$ /л (в контрольной группе  $10,7 \pm 1,3 * 10^9$ /л), лейкоцитарного индекса интоксикации до  $2,9 \pm 0,5$  (в контрольной группе  $3,4 \pm 0,4$ ). В группе № 2 чаще высевались стафилококковые культуры и *Proteus vulgaris*, в 14% случаев раны оставались стерильными.

На пятые – седьмые сутки после операции состояние 65% больных группы № 1 оценивалось как относительно удовлетворительное (в контрольной группе – 40%), ЛИИ прогрессивно снижался до уровня  $2,4 \pm 0,4$  (в контрольной группе до  $2,7 \pm 0,2$ ), улучшались показатели лейкоцитоза –  $8,9 \pm 1,4 * 10^9$ /л (в контрольной группе  $9,7 \pm 1,3 * 10^9$ /л). Края ран сохраняли умеренную отечность, на дне и стенках начинали появляться грануляции. В группе № 1 при этом в 35% случаев отмечалось отсутствие роста микроорганизмов, в группе № 2 – в 17%. Показатели температуры тела раненых первой группы в течение этих дней были в пределах  $37,6^0 \pm 0,3^0$  С, во второй группе на уровне  $37,9^0 \pm 0,4^0$  С.

В период 7 – 10 суток состояние большинства больных в группе № 1 (до 85%) оценивалось как относительно удовлетворительное, происходило дальнейшее снижение показателей ЛИИ (в среднем до  $2,1 \pm 0,3$ ), уровня лейкоцитоза ( $7,4 \pm 0,2 * 10^9$ /л). Также уменьшалась инфильтрация тканей, края ран уплотнялись, визуально определялись признаки развития эпителия с краев ран. Колебания температуры в течение этих дней отмечались в границах  $37,2^0 \pm 0,2^0$  С. В группе № 2 в этот период относительно удовлетворительное состояние отмечалось у 60% раненых, показатели ЛИИ были в пределах  $2,4 \pm 0,2$ , лейкоцитоза  $8,4 \pm 0,3 * 10^9$ /л. В группе № 1 при этом в 42% случаев отмечалось отсутствие роста микроорганизмов, в группе № 2 – в 21%.

К концу 2-й недели в группе № 1 на фоне удовлетворительного общего состояния у более чем у 90% раненых не отмечено болевой реакции в ранах, а температура тела отмечалась в пределах нормы. Показатели периферической крови и ЛИИ в эти сроки нормализовались более чем у 80% раненых. При бактериологическом исследовании в 46% микрофлора не высеивалась. В этот период у 75% пациентов с ушитых ран снимались швы, заживление ран мягких тканей у них происходило без осложнений. В группе № 2 нормальные показатели периферической крови и ЛИИ отмечались только у 65% раненых, микрофлора не высеивалась в 29%.

Таким образом было доказано, что применение плазменных потоков при комплексном лечении раненых и пострадавших с минно-взрывными повреждениями дало значимый положительный эффект, а именно:

- 1) более благоприятное течение послеоперационного периода, уменьшение степени выраженности послеоперационных болей и более раннее восстановление функции конечностей;
- 2) уменьшение сроков лечения раненых в среднем на 15 – 25%;
- 3) уменьшение частоты и степени выраженности гнойно-воспалительных и септических осложнений более чем на 20%;
- 4) уменьшение стоимости лечения на одного раненого в среднем на 20 у.е. в сутки.

Установлено, что использование ПП позволяет выполнять качественную профилактику хирургической инфекции, прочно герметизировать раневую поверхность, проводить надёжный и окончательный гемостаз из сосудов до 1,5 – 2 мм в диаметре, что имеет особенно значение при МВР конечностей. В военно-полевой хирургии при первичной и вторичной хирургической обработке МВР конечностей применение ПП показано на всех этапах оказания медицинской помощи, особенно на этапах оказания ранней и неотложной хирургической помощи. Обработка раневых поверхностей рекомендуется на всех этапах в режимах «деструкция», «коагуляция» и «плазменное облучение», за исключением плазменной обработки крупных кровеносных сосудов (более 2 мм).

Простота, надёжность и значительное сокращение времени обработки минно-взрывных ран позволяет рекомендовать применение данного метода в военно-полевой хирургии, когда в сжатые сроки, диктуемые военной обстановкой, необходимо оказать хирургическую помощь максимально большему числу раненых и пострадавших.

### 3. Сравнительные результаты лечения гнойно-септических осложнений огнестрельных и минно-взрывных ранений.

В период с 1989 по 2005 год в 367 военном госпитале проходило лечение 96 больных с гнойно-септическими осложнениями огнестрельных и МВР конечностей. Были использованы схемы лечения гнойно-септических больных, которые охватывали все звенья патогенеза. Данные схемы лечения в обязательном порядке включали местное лечение гнойной раны, включая ПХО (либо повторную ПХО) раны, ВХО (в том числе повторную ВХО) раны, вскрытие, санацию, дренирование гнойной полости, включая обработку раневой поверхности ПП. Проводились перевязки и другие манипуляции, при которых у части больных обязательным элементом являлось облучение поля компонентами ПП. Также проводилось общее лечение больных с гнойно-септическими осложнениями ран по общепринятым методикам, включая инфузионно-детоксикационную, антибактериальную терапию, иммунотерапию, гипербарическую оксигенацию, физиотерапию, лечебную физкультуру, общестимулирующее воздействие на биологически активные точки плазменными потоками и т. д.

Все больные были разделены на две группы. В исследуемой группе № 1, состоящей из 46 больных, наряду со стандартными методами, проводилось облучение раны ПП. Эта технология была применена у большинства раненых с множественными осколочными

ранениями нижних конечностей. В контрольной группе № 2, состоящей из 50 больных, лечение проводилось без применения ПП.

В основной группе после рассечения поверхностных слоев, иссечения гнойно-некротически измененных тканей, удаления свободного отделяемого и гнойного детрита раневую поверхность обрабатывали ПП, под воздействием которых испарялись оставшиеся нежизнеспособные ткани, гной и экссудат, происходили коагуляция и гемостаз по ходу воздействия, образовывалась коагуляционная пленка. Для предупреждения термического повреждения кожных покровов у краев раны возвратными турбулентными потоками и отраженными видимой и невидимой частями плазменного факела, а также для исключения возможной газовой эмболии и снижения кровоточивости на края раны накладывали влажную марлевую салфетку и рукой осуществляли дозированную компрессию тканей.

Всего было выполнено 1857 сеансов облучения ПП, из них в группе с огнестрельными ранениями 354 сеансов и в группе с взрывными повреждениями – 1503 сеанса.

В группе № 1 непосредственно после обработки ПП раневая поверхность становилась чище на несколько порядков (число микробных тел на 1 г ткани снижалось с  $10^6 - 10^7$  до  $10^2 - 10^3$ ). В первые сутки после хирургической обработки большинство больных (до 80%) отмечало улучшение самочувствия, уменьшение интенсивности боли в области раны, что объясняется анестезирующим эффектом плазменных потоков. В группе № 2 улучшение самочувствия и уменьшение интенсивности боли в области раны отмечалось у половины больных, у остальных сохранялись интенсивные боли.

В течение трех – четырех суток у 94% пострадавших группы № 1 отмечалось дальнейшее улучшение состояния, показатели температуры тела составляли в среднем  $37,8^0 \pm 0,4^0\text{C}$ . Значительно снижались показатели лейкоцитов в периферической крови ( $10,9 \pm 1,5 * 10^9/\text{л}$ ) и ЛИИ ( $3,2 \pm 0,4$ ). В группе № 2 в этот период улучшение состояния отмечалось у 72% пострадавших, средние показатели температуры тела отмечались в пределах  $38,2^0 \pm 0,4^0\text{C}$ . Умеренно снижались показатели лейкоцитоза в периферической крови ( $11,7 \pm 1,2 * 10^9/\text{л}$ ), ЛИИ ( $3,5 \pm 0,4$ ).

На пятые – седьмые сутки после операции состояние более чем 70% больных группы № 1 оценивалась как относительно удовлетворительное, остальных – как средней тяжести. Показатели температуры тела варьировались в пределах  $37,2^0 \pm 0,3^0\text{C}$ , индекс ЛИИ прогрессивно снижался до  $2,7 \pm 0,3$ , улучшались показатели лейкоцитов в периферической крови (средние значения:  $8,9 \pm 1,3 * 10^9/\text{л}$ ), при этом в 25% случаев отмечалось отсутствие роста микроорганизмов. В группе № 2 состояние 54% больных оценивалась как относительно удовлетворительное, 32% – как средней тяжести и 14% – как тяжелое. Индекс ЛИИ по сравнению с группой № 1 снижался в меньшей степени (до  $2,9 \pm 0,3$ ), так же, как и показатели лейкоцитоза (средние значения:  $9,3 \pm 1,2 * 10^9/\text{л}$ ), температура тела отмечалась в пределах  $37,5^0 \pm 0,4^0\text{C}$ , При этом только в 5% случаев отмечалось отсутствие роста микроорганизмов.

В период 7 – 10 суток в группе № 1 состояние 86 % раненых оценивалось как относительно удовлетворительное. Показатели температуры тела снижались до  $37,0^0 \pm 0,2^0\text{C}$ . Цифры показателей ЛИИ уменьшались до  $2,1 \pm 0,3$ , а уровня лейкоцитов до  $7,8 \pm 1,1 * 10^9/\text{л}$ . Температура тела нормализовалась более чем у 76% больных. Уменьшалась инфильтрация, края раны уплотнялись, раны практически полностью очищались. В группе № 2 состояние 66% пострадавших оценивалось как относительно удовлетворительное. Показатель ЛИИ и уровень лейкоцитоза, в сравнении с группой № 1, снижались более медленно, температура тела нормализовалась у 51% пострадавших. Умеренно уменьшалась инфильтрация, края раны уплотнялись, раны очищались.

К концу 2-й недели у пациентов группы № 1 при общем удовлетворительном состоянии ни в одном случае не отмечено выраженной болевой реакции в ранах, показатели

периферической крови практически нормализовались, показатели ЛИИ также приходили в норму практически у всех пациентов. Температура тела в пределах нормы отмечалась более чем у 90% больных. При бактериологическом исследовании патогенная микрофлора не определялась. В этот период в группе № 2 у 16% пациентов не отмечено выраженной болевой реакции в ранах, остальные предъявляли жалобы на различной степени выраженности болевой синдром. Показатели периферической крови, по сравнению с группой № 1, нормализовались в более поздние сроки. Температура тела нормализовалась у 62% больных. При бактериологическом исследовании часто определялась смешанная микрофлора, с преобладанием стафилококковых, синегнойных и грибковых культур.

Хирургическая обработка раневой поверхности с помощью ПП обеспечивала дополнительное освещение участков операционного поля. Испарение некротического детрита и остатков раневого отделяемого происходило быстрее, чем при иссечении скальпелем, образующееся при этом небольшое количество дыма не требовало его специального удаления. Одновременно с испарением нежизнеспособных тканей достигался окончательный гемостаз за счет коагуляции крови и образования «плазменных коагуляционных тромбов» в сосудах диаметром до 1 мм. Коагуляция сосудов от 1,0 до 1,5 мм наступала вместе с коагуляцией окружающих тканей, но часто сосуды большего диаметра приходилось лигировать или прошивать. После плазменной обработки раневая поверхность подсыхала с образованием термического струпа. Попытка коагуляции продолжающих кровоточить сосудов приводила к увеличению толщины струпа и особенно зоны деструкции. Механическое удаление обугленных участков тканей с помощью марлевой салфетки или тупфера сопровождалось реканализацией нескольких коагулированных крупных сосудов, что вновь требовало выполнения гемостаза. Для уменьшения толщины обугливания тканей рекомендовано применять лаваж раны антисептиками или накладывать асептическую повязку.

Применение режима ПО инфицированной раневой поверхности приводило к неожиданным результатам. Первоначально ПО использовалось только в целях дополнительного подсушивания раневой поверхности, но позднее было замечено, что «плазменное обдувание» обладает не столько подсушивающими, сколько биостимулирующим эффектом. Особенно это проявилось в комплексном лечении инфицированных, длительно незаживающих ран. Показатели течения раневого процесса свидетельствуют, что динамическое плазменное облучение раневого дефекта на фоне сосудистых нарушениях способствовало снижению уровня микробной обсемененности на 2 – 4 порядка, независимо от видовой и штаммовой принадлежности микрофлоры. Даже после первых 2 – 3 сеансов облучения заметно снижалась интенсивность болей в области ран, а после 4 – 5 на их поверхности появлялись единичные фокусы грануляции, которые через 1 – 2 суток сливались в островки. Одновременно на поверхности грануляции появлялись участки эпителиальной ткани. Характерно, что эпителизация раны часто начиналась не от краев, а из центра в виде очажков, мостиков или радиальных дорожек. Такое течение процесса обеспечивало заживление раневого и особенно язвенного дефекта быстрее, чем при лечении общепринятыми методами.

В дальнейшем, после выполнения хирургической обработки гнойной раны, перевязки осуществлялись ежедневно, с пятых суток – через день, при этом облучение раневой поверхности потоками плазмы осуществлялось в ходе каждой перевязки (полость раны облучалась в течение 4 – 5 минут) в режиме «плазменное облучение» расфокусированным потоком. Обработка плазменным потоком девитализированных тканей для испарения некротических тканей осуществлялась в режиме «деструкция». Эти манипуляции проводились под общим обезболиванием.

Таким образом, комплексное лечение гнойно-септических осложнений при боевых повреждениях конечностей, включающее в себя обработку и облучение раневой или гнойной

полости с помощью новой технологии, основанной на положительных физических свойствах потоков плазмы, озона и ультрафиолетовых лучей, радикальную хирургическую обработку очага, рациональное применение антибиотиков, иммуномодуляторов и других видов лечения, позволяет получить выраженный положительный эффект. При этом уменьшаются средние сроки лечения раненых на 21 – 27%, наблюдается более быстрое течение регенеративных процессов в ране, раневые процессы значительно реже осложняются развитием сепсиса, улучшается, в том числе за счет уменьшения степени выраженности послеоперационных болей, течение послеоперационного периода и обеспечивается более раннее восстановление функции конечностей. Уменьшение стоимости лечения на одного раненого составляет в среднем 26 у.е. в сутки.

Новая методика комплексного лечения боевых ранений конечностей с применением ПП представляется наиболее эффективным в системе оказания ранней и неотложной гнойной хирургии и позволяет выполнять как качественную профилактику хирургической инфекции, так и лечение развившейся гнойной инфекции. На этапе оказания ранней и неотложной хирургической помощи использование ПП наиболее эффективно при лечении гнойно-септических и анаэробных осложнений. Обработка раневых поверхностей рекомендуется на всех этапах, в режимах «деструкция», «коагуляция» и «плазменное облучение».

Данная методика, благодаря озоновому и ультрафиолетовому компонентам плазменной струи, проявила наибольшую эффективность при анаэробных инфекциях мягких тканей, являющихся частым и наиболее грозным осложнением ранений нижних конечностей. При анаэробных инфекционных осложнениях огнестрельных и МВР использовать ПП необходимо с самого начального этапа лечения и далее, последовательно при ревизиях ран, в режиме «плазменное облучение» до 2 – 4-х раз в сутки.

Экономический эффект использования плазменного скальпеля в условиях военного госпиталя составил в течение года до 15000 у.е. на один ПХУ, что объясняется уменьшением сроков лечения раненых, снижением инвалидизации и увольняемости среди военнослужащих, увеличением пропускной способности хирургических подразделений госпиталя и уменьшением расхода медикаментов, перевязочных средств и других материальных средств.

## ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Изучение литературы и анализ собственных клинических наблюдений показывают, что боевые повреждения конечностей являются наиболее часто встречающейся боевой патологией, как в мирное, так и в военное время. Они занимают наибольшее время в деятельности военно-полевых хирургов, являясь, вместе с тем, и достаточно серьезной, тяжелой патологией часто с сопутствующими повреждениями других органов и систем. Этим объясняется актуальность проблемы лечения данной патологии в хирургии.

За последние 10 – 20 лет достигнуты значительные успехи в лечении ранений и других повреждений конечностей, накоплен опыт выполнения различных оперативных вмешательств. Однако хирургические операции нередко выполняются с опозданием, в течение необоснованно длительного времени, без обеспечения тщательного гемо- и лимфостаза, без учета тяжести повреждения. Всё это ведет к развитию тяжелых осложнений, значительно увеличивает длительность лечения и ухудшает прогноз.

Осознанная целесообразность необходимости внедрения в хирургическую практику новых физических методов, подкрепленная практической необходимостью улучшения результатов лечения раненых с боевыми поражениями конечностей, явилась основной причиной изучения аспектов применения ПП в условиях военного госпиталя.

Задачи по оказанию специализированной помощи раненым и пострадавшим с боевыми повреждениями конечностей в госпитале выполнялись и ранее, но результаты лечения и их исходы, длительность лечения и экономические показатели применяемых в госпитале методик лечения не всегда соответствовали ожидаемым результатам. Продолжались поиски более эффективных и универсальных методов, направленных на улучшение результатов лечения, повышение надежности и эффективности достижения гемостаза и лимфостаза. Крупным шагом в данном направлении явилось использование ПХУ, позволяющих воздействовать на обширные раневые поверхности чрезвычайно высокой температурой, что позволяет в короткие сроки приводить к остановке кровотечения, способствует возникновению герметизации раневой поверхности и стерилизует рану.

Сообщения различных авторов об экспериментальных исследованиях и клиническом применении ПП показали безусловную перспективность их использования в хирургической практике. Однако, изучение морфологических изменений в огнестрельной и МВР конечностей после воздействия плазменного потока, возможность применения ПХУ при огнестрельных ранениях конечностей в условиях массового поступления раненых на этапы медицинской эвакуации, разработка методик выполнения операций и определение показаний к их применению до настоящего времени не проводились. Изучая данную проблему, мы не обнаружили практических и теоретических разработок в области применения ПП при лечении боевых повреждений конечностей, что и послужило основой проведения данного исследования.

Полученные результаты экспериментов позволили сделать вывод о том, что изучаемая методика не уступает по надежности общепринятым методикам обработки раневых поверхностей конечностей, обеспечивая более тщательное выполнение ПХО и ВХО, улучшая результаты лечения гнойно-септических осложнений. ПП позволили обеспечить надежный гемостаз и лимфостаз, герметизацию раневой поверхности, обладая при этом выраженным бактерицидным действием.

Гистологические исследования показали, что на поверхности раны при воздействии ПП формируется область термических изменений, состоящая из зон карбонизированного, губчатого и компактного некроза. Отмечалось наличие бесструктурной, вакуолизированной, беспорядочно расположенной ткани с включениями карбоноподобных масс, тонкостенными сосудами с очагами свежих кровоизлияний. В непосредственной близости от очага повреждения клетки были также изменены и отличались от интактных неправильной конфигурацией, базофильной цитоплазмой, вытянутыми ядрами.

Микробиологические исследования подтвердили высокий бактерицидный эффект ПП, которые обеспечивали в большинстве случаев полную стерилизацию раневой поверхности, либо снижение микробной обсемененности ниже критических значений.

Все эти особенности воздействия ПП на биологические ткани послужили основанием для разработки и внедрения в клинику способов применения потоков плазмы при операциях на конечностях при их боевых повреждениях, а затем, на основании полученных результатов, обоснования возможности их использования в ВПХ и медицине катастроф.

Клиническая часть работы выполнена на основании анализа лечения 212 раненых и пораженных с боевой патологией конечностей, из которых у 112 комплексное лечение проводилось с использованием плазмы. Метод применения ПП отработывался у раненых с огнестрельными и МВР конечностей, а также гнойно-септическими осложнениями боевых травм конечностей. Контрольную сравнительную группу составили 100 раненых, лечение которых осуществлялось традиционными методами, без применения ПП.

Проведенный анализ результатов применения ПП в хирургии конечностей, в сравнении с использованием традиционных способов, показал, что количество послеоперационных осложнений при использовании плазмы у различных групп больных было в среднем в 1,3 – 1,8 раза меньше, а сроки лечения уменьшались в 1,2 – 1,3 раза. В



тоже время при применении ПП не было случаев послеоперационных осложнений, связанных с воздействием плазмы на биологические ткани или зависящих от способа её использования. Использование плазмы при МВР позволило уменьшить число этапных ВХО почти в 3 раза, снизить гнойные осложнения в 1,5 раза, анаэробные осложнения в 3,5 раза, сократить сроки лечения в 1,2 – 1,5 раза.

Результаты проведенного исследования показывают существенные преимущества плазменных потоков, их эффективность перед лазерными, электрохирургическими и другими хирургическими установками, а именно:

- ПХУ более надежны, компактны и технически проще в эксплуатации;
- надежно останавливается кровотечение и герметизируется раневая поверхность при диаметре сосудов и протоков до 1,5 – 2 мм;
- сокращается время оперативных вмешательств за счет быстроты достижения и надежности гемостаза;
- снижается количество гнойных осложнений за счет бактерицидного действия ПП;
- гибкая конструкция подвода плазмы позволяет обрабатывать труднодоступные области операционного поля;
- ПП, по сравнению с другими физическими методами, не требуют полного осушения раневой поверхности перед её обработкой, не оказывает повреждающего действия хирургическую бригаду и вызывает значительно меньшее дымообразование;
- энергетические характеристики плазмы являются весьма высокими, что играет большую роль для скорости рассечения и коагуляции;
- плазменным потокам свойственно анальгезирующее действие.
- отмечается положительное влияние на репаративные процессы, сроки заживления ран и реабилитацию раненых;
- методика применения ПП доступна для быстрого освоения и применения в военно-полевой хирургии и медицине катастроф.

Простота, надежность и значительное сокращение времени операции при плазменном способе обработки ран конечностей позволяют рекомендовать данный метод в военно-полевых условиях, где в сжатые сроки, диктуемые военной обстановкой, необходимо оказать хирургическую помощь большему числу раненых и пострадавших. Применение ПП в хирургии боевых повреждений конечностей является перспективным направлением, открывающим новые пути совершенствования оперативных вмешательств.

Таким образом, применение ПП в хирургии конечностей, включая военно-полевую хирургию, является достаточно перспективным направлением для дальнейшего улучшения результатов лечения боевых повреждений конечностей, как в мирное время, так и в период боевых действий регионального и общего масштаба.

## ВЫВОДЫ

1. Новая методика комплексного лечения боевых ранений конечностей с применением плазменных потоков представляется наиболее эффективной в системе оказания ранней и неотложной специализированной хирургической помощи.
2. Доказано, что использование ПП позволяет выполнять качественную профилактику хирургической инфекции, прочно герметизировать раневую поверхность, проводить надёжный и окончательный гемостаз по ходу оперативного вмешательства из сосудов до 1,5 – 2 мм в диаметре, что имеет особенное значение при МВР конечностей.
3. Впервые установлено, что применение ПХУ позволяет сократить время проведения оперативных вмешательств при боевых повреждениях конечностей в среднем на 25% – 30%, что значительно увеличивает пропускную способность этапов хирургической помощи, особенно при массовом поступлении раненых и пострадавших.

4. Достоверно выявлено снижение количества гнойных осложнений за счет прямого стерилизующего действия компонентов ПП, что значительно улучшает результаты лечения и уменьшает средние сроки лечения при боевых повреждениях конечностей на 35% – 40%.
5. Данная новая методика лечения, благодаря озоновому и ультрафиолетовому компонентам ПП, проявила наибольшую эффективность при анаэробных инфекциях мягких тканей, являющихся частым и наиболее грозным осложнением ранений нижних конечностей.
6. Экономический эффект использования плазменного скальпеля в условиях военного госпиталя является достоверным и составляет в течение года до 15000 у.е. на один ПХУ, что является экономически значимым фактором.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При огнестрельных ранах конечностей применение ПП с целью показано с самых ранних этапов оказания хирургической помощи и наиболее показано при массовом поступлении раненых и пострадавших с взрывными ранениями.
2. На этапе оказания ранней и неотложной хирургической помощи использование плазмы наиболее эффективно при лечении минно-взрывных, множественных и сочетанных ранений конечностей, гнойно-септических и анаэробных осложнениях.
3. Обработка раневых поверхностей рекомендуется в режимах «деструкция», «коагуляция» и «плазменное облучение», за исключением плазменной обработки краёв костных ран и коагуляции крупных кровеносных сосудов (более 2 мм).
4. При анаэробных инфекционных осложнениях огнестрельных и минно-взрывных ранений конечностей плазменное излучение необходимо использовать с самого начального этапа лечения и далее, при ревизиях ран, в режиме «плазменное облучение» до 2 – 3-х раз в сутки.

#### Список научных работ, опубликованных по теме диссертации:

1. ჩირქოვანი ჭრილობების მკურნალობა ახალი ფიზიკური მეთოდით / თბილისის სახემწიფო სამედიცინო აკადემიის სამეცნიერო შრომების კრებული. - თბილისი, 1995. □- გვ. 190-191. (თანაავტორები: ჯაიანი ს., ჟღენტი დ., კახაბრიშვილი ზ., კაცაძე ვ. □.
2. ტრავმის შემდგომი ოსტეომიელიტიანი ავადმყოფების მკურნალობა ორიგინალური მეთოდით / სამეცნიერო კონფერენცია „სამხედრო მედიცინის აქტუალური საკითხები“. - თბილისი, 1995. - გვ. 32. (თანაავტორები: ჯაიანი ს., მჭედლიშვილი კ., ჟღენტი დ., კაცაძე ვ., კახაბრიშვილი ზ. □.
3. Перспективы применения плазменного хирургического комплекса (ПХК) в условиях группового военного госпиталя при экстремальных ситуациях мирного и военного времени / В кн.: Актуальные вопросы клинической и военной медицины. – Тбилиси, 1995. – с. 23 – 29. (соавторы: Карагёзов П.А., Клепиков С.В.).
4. Использование плазменного скальпеля в гепатохирургии / В кн.: Актуальные вопросы клинической и военной медицины. – Тбилиси, 1995. – с. 29 – 32. (соавторы: Джаиани С.В., Жгенти Д.В., Кахабришвили З.Г., Кацадзе В.З.).
5. Опыт применения плазменной установки в условиях Группового военного госпиталя. / В кн.: Актуальные вопросы клинической и военной медицины, Тбилиси. – 1995. – с. 47 – 51. (соавторы: Клепиков С.В., Джаиани С.В.).
6. Основные направления хирургической тактики при лечении пострадавших от боеприпасов взрывного действия в Закавказском регионе в 1989 – 1994 гг. / Научная конференция по актуальным вопросам военной медицины: Тез. докл. – Тбилиси, 1995. – с. 45 – 48. (соавторы: Карагёзов П.А., Фролов Ю.И., Горелик И.Э.).

7. Система оказания ранней первичной и неотложной специализированной хирургической помощи на современном этапе (обзор литературы) / В кн.: Актуальные вопросы клинической и военной медицины. – Тбилиси, 1996. – с. 3 – 8. (соавторы: Карагёзов П.А.).
8. Методы и результаты изучения эффективности применения плазменных потоков для лечения огнестрельных ран конечностей в эксперименте / В кн.: Актуальные вопросы клинической и военной медицины. – Тбилиси, 1996. – с. 82 – 86. (соавторы: Джаиани С.В., Горелик И.Э., Кацадзе В.З.).
9. Использование плазменного скальпеля при лечении огнестрельных ран конечностей / В кн.: Актуальные вопросы клинической и военной медицины. – Тбилиси, 1996. – с. 86 – 91. (соавторы: Карагёзов П.А., Джаиани С.В., Горелик И.Э., Кацадзе В.З.).
10. Некоторые аспекты применения плазменного хирургического комплекса «Ариель – 21» / В кн.: Актуальные проблемы гнойно-септических инфекций в госпитальном звене медицинской службы Вооруженных Сил – С.-Петербург, 1997. – с. 74 – 76.
11. Некоторые аспекты оказания специализированной хирургической помощи в экстремальных ситуациях // ВМЖ. – 1997. – № 10. – с. 55 – 57. (соавтор: Карагёзов П.А.).
12. Применение криодеструктора и плазменного скальпеля при хирургическом лечении эхинококковых кист печени / Тез. докл. междунар. конф. «Актуальные вопросы диагностики и лечения заболеваний гепато-билиарной зоны». – С.-Петербург, 1997. – с. 37 – 39. (соавторы: Джаиани С.В., Кацадзе В.З.).
13. Новый метод лечения эхинококковых кист печени // International journal of immunorehabilitation – 1997. – № 4. – с. 48. (соавторы: Джаиани С.В., Кацадзе В.З.).
14. Опыт применения плазменных потоков при лечении огнестрельных ранений конечностей в военном госпитале // Georgian Medical News. – 2006. – № 5. – с. 7 – 10. (соавторы: Джаиани С.В., Мгалоблишвили Г.И.).
15. Экспериментальное обоснование применения плазменных потоков в лечении огнестрельных ранений конечностей // Georgian Medical News. – 2006. – № 3. – с. 116 – 121. (соавторы: Джаиани С.В., Мгалоблишвили Г.И.).
16. Плазменная хирургия в лечении минно-взрывных ранений конечностей / Сборник научных трудов Тбилисского государственного университета. – Тбилиси, 2006. – с. 210 – 213. (соавторы: Мгалоблишвили Г.И., Джаиани С.В.).
17. Применение плазменных потоков в хирургической обработке гнойно-септических осложнений при повреждениях конечностей // Georgian Medical News. – 2007. – № 6. – с. 19 – 22. (соавторы: Джаиани С.В., Мгалоблишвили Г.И.).