

patients with severe gunshot wounds. Patients were allocated to two groups. The first group included wounded who were assisted by conventional standards. In patients from the second group gunshot wounds were treated with modern techniques: ultrasound cavitation and vacuum-assisted closure (VAC)-associated therapy. We analyzed and compared duration of wound preparation to its closure, terms of bacterial wound cleansing, number of staging surgical debridements.

Keywords: *gunshot wounds, VAC-associated therapy, ultrasound cavitation, bacterial contamination of wounds, terms of wound cleansing.*

УДК 616.-002.3:615.832.74

Использование портативного конвекционно-инфракрасного термохирургического аппарата для обработки микробно загрязненных ран

**И.Ю. ХУДЕЦКИЙ, В.А. ФУРМАНОВ, И.А. СУХИН,
Ю.И. ДАНИЛЕНКО, И.Н. САВИЦКАЯ**

Резюме. В статье приведены результаты экспериментальных исследований специалистов Института электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины, Национального института хирургии и трансплантологии им. А.А.Шалимова и Главного военно-медицинского клинического центра МО Украины по разработке термохирургической аппаратуры для обработки инфицированных ран. Проанализированы особенности проведения конвекционно-инфракрасной обработки ран в эксперименте. Приведены данные о преимуществах и особенностях применения термохирургических технологий в процессе хирургической обработки инфицированных ран.

Ключевые слова: *термохирургия, конвекционно-инфракрасный коагулятор, гемостаз, инфицированные раны.*

В настоящее время известен большой перечень поражающих агентов, которые могут использоваться при проведении террористических актов [1, 2]. Главной задачей террористов, как правило, является нанесение максимального ущерба жизни и здоровью людей, затруднение оказания помощи пострадавшим. В конечном итоге эти действия направлены на создание устойчивой атмосферы паники и страха у населения перед террористами [3]. Поэтому использование патогенных биологических агентов в ходе террористических операций как основного или сопутствующего поражающего агента представляет большую опасность для мирного населения и серьезно затрудняет оказание помощи пострадавшим.

В современной хирургии используют достаточно широкий арсенал препаратов и методов для санации и дезинфекции инфицированных ран

[4–6]. К сожалению, даже самые современные антибиотики и антисептики малоэффективны в отношении резистентных патогенных микроорганизмов. Физические методы воздействия на бактериальную флору раны также не всегда результативны, а промышленного выпуска таких устройств практически нет.

Особое значение настоящая проблема приобретает в боевой обстановке, при террористических актах, в том числе с использованием высокопатогенных микробных культур.

Оказание первой врачебной помощи пострадавшим в ходе террористического акта при наличии ран, контаминированных высокопатогенными микроорганизмами, представляет серьезные трудности и опасно для персонала. Врачу, который оказывает первую врачебную помощь, необходимо принять непростое решение: какие процедуры выполнять первыми: остановку кровотечения или деконтаминацию раны. Также надо учитывать, что обычно невозможно использовать для деконтаминации ран традиционные средства, которые можно использовать для неповрежденной кожи [7].

В Институте электросварки им. акад. Е.О. Патона НАН Украины и Национальном институте хирургии и трансплантологии им. А.А. Шалимова НАМН Украины проводятся многолетние разработки и испытания аппаратуры для гипертермической хирургии – электросварки живых биологических тканей, плазменной аргоновой хирургии и нового метода конвекционно-инфракрасной обработки ран [8]. Был получен патент на способ лечения ран, который позволяет одновременно проводить остановку кровотечения и антисептическую обработку раны [9].

Целью работы было проведение доклинических испытаний портативного конвекционно-инфракрасного термохирургического аппарата на биологических моделях с микробно загрязненными ранами.

Материалы и методы

Медицинские испытания конвекционно-инфракрасного термохирургического аппарата ТПБ-180 проводились в отделе экспериментальной хирургии в виде стерильных хирургических операций и манипуляций на 3-х видах лабораторных животных – белых крысах, кроликах и свиньях весом 25–30 кг. Все операции проводили под наркозом, а манипуляции – с обязательным применением местных анестетиков. Выведение животных из эксперимента производили передозировкой наркотических препаратов.

Вначале исследований в опытах на чашках Петри испытывали воздействие разработанного метода на культуры различных микроорганизмов – кишечную палочку, золотистый стафилококк, синегнойную палочку. Подбирали дозы и временные параметры воздействия для перенесения их результатов на животных.

Наименее сложные испытания проводили на мелких животных, более сложные – на средних животных. Окончательные исследования в виде операций различной сложности были проведены на крупных животных.

Были созданы три адекватные модели гнойной раны в зависимости от срока пребывания в ней инфекции:

- рана, инфицированная непосредственно после ее возникновения;
- рана, в которой инфекционное начало пребывает в течение одних-двух суток;
- рана со сформированным гноевым содержимым, в которой инфекционный процесс развивался 7–10 сут.

В качестве материала для инфицирования применяли смесь культур микроорганизмов, состоящую из кишечной палочки (*Escherichia coli*), пневмонические клебсиэлы (*Klebsiella pneumoniae*), сине-гнойной палочки (*Pseudomonas aeruginosa*), золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*), фекального энтерококк (*Enterococcus faecalis*) в концентрации 0,5 ед. по Mc Farland (соответствует концентрации $1,5 \times 10^8$ микробных тел в мл) для поверхностных и 0,1 ед. по Mc Farland для подфасциальных ран; микроскопического гриба *Candida albicans* (0,4 единиц по Mc Farland для поверхностных и 0,2 единиц по Mc Farland для подфасциальных ран). Такой набор патогенов позволил прогнозировать результаты обработки контаминированных на поле боя ран.

Бактериальные посевы для идентификации микрофлоры брали непосредственно до и после конвекционно-инфракрасной термической обработки, а также на 3-и и 5-е сут. Для гистологических исследований животных выводили из эксперимента на 7-е, 14-е и 30-е сутки после вмешательств.

Результаты и их обсуждение

Проведенное исследование позволило установить, что рост микроорганизмов прекращался при воздействии на культуру кишечной палочки температуры 100–110°C в течении 3–5 мин на 1 см² поверхности, золотистого стафилококка при температуре 80–90°C и экспозиции 3 минуты на 1 см². Рост синегнойной палочки в культуре прекращался при тех же условиях обработки, что и золотистого стафилококка. При обработке раны конвекционно-инфракрасным потоком с параметрами, приведенными в таблице 1, рост всех бактериальных культур, которые использовали в исследовании, не наблюдали.

Следующим этапом был перенос инфекции в созданные хирургическим путем раны, нанесенные скальпелем на спине белых крыс длиной до 1,5–2,0 см. Обнаружено, что в этих условиях параметры обработки несколько

Таблица 1

Результаты бактериологического контроля конвекционно-инфракрасной термической обработки инфицированных ран у белых крыс

№	Температура потока на срезе сопла, °C	Температура потока на поверхности раны, °C	Время обработки ран, с
1.	250	95	90
2.	300	110	30
3.	300	110	60
4.	350	125	15
5.	350	125	30

изменяются в сторону увеличения. Так, для уничтожения культуры золотистого стафилококка, потребовалась температура 120°C и время обработки – 5 мин на 1 см².

Стерилизация раны, инфицированной кишечной и синегнойной палочками, достигалась при температуре 110–120°C в течение 3 мин.

Идентификацию ран на присутствие в них патогенных микроорганизмов производили непосредственно после заражения и сразу после обработки, контрольный посев осуществляли через сутки после манипуляции.

В экспериментах на кроликах инфицирование проводили комбинацией микробных тел, вначале кишечной и синегнойной палочками, а затем – всеми микроорганизмами одновременно.

Обработку раневых поверхностей производили при температуре теплоносителя 120°C в течение 3 или 5 мин на 1 см² поверхности раны.

Результатом этой серии экспериментов было полное уничтожение микроорганизмов в ранах при температуре 120°C в течение 5-минутной гипертермической обработки 1 см² ее поверхности.

Одновременно эти эксперименты были повторены на свиньях, которым под наркозом наносили огнестрельное ранение задней конечности пулей калибра 4 мм помостью револьвера «Альфо» (модель 420). Раны инфицировали аналогичным путем, обрабатывали разработанным методом тут же на операционном столе, идентифицировали до и после обработки.

Результаты бактериального посева были аналогичными резанным ранам.

Все раны исследовали гистологически, прослежены этапы их заживления в сроки до полугода. Раны после санации заживали, без особых отклонений по сравнению с контрольными ранами, которые не инфицировали.

Оказалось, что сочетание кандид и клебсиелл при внесении их в раны дезинфицируется в течение 1,5 мин при температуре 120°С. При добавлении в эти контаминаты энтерококков, экспозицию необходимо увеличивать до 3 мин, что обеспечивает полную эффективность обработки. Сочетание всех шести микроорганизмов в одной ране уничтожается при температуре 120°С в течение 5 мин на 1 см². Это же сочетание параметров сохраняет свою эффективность при применении вышеописанной процедуры обработки гнойных ранах с длительностью развития инфекционного процесса от 7 до 10 сут.

Кроме оценки дезинфицирующего эффекта, изучали гемостатические возможности предложенного конвекционно-инфракрасного метода обработки ран.

Операции создания моделей для последующего гемостаза с помощью конвекционно-инфракрасной обработки, кроме описанной модели операции, проводили на поджелудочной железе, при клиновидной резекции печени, резекции селезенки, на ранах кожи спины животных. Была установлена возможность гемостаза сосудов в ранах мышечной ткани и паренхиматозных органов диаметром до 3 мм за счет создания так называемой пломбы из крови и межклеточной жидкости. Полный гемостаз без возобновления кровотечения достигали при обработке тканей без применения хирургических зажимов на кровоточащий сосуд в течение 30–50 с (паренхиматозное кровотечение), при обработке ткани над браншами зажима кровотечение прекращалось в считанные секунды. Визуально повреждение тканей было значительно менее выражено, чем при стандартном диатермокоагуляционном гемостазе.

Выводы

Таким образом, настоящее экспериментальное исследование отражает результаты доклинических испытаний конвекционно-инфракрасного метода обработки инфицированных ран, а также созданной для его осуществления аппаратуры. После проведения необходимых клинических испытаний и создания серийного образца аппаратуры этот метод может быть рекомендован к использованию в практике военной медицины в условиях чрезвычайных ситуаций, а также при оказании хирургической помощи населению в обычных условиях при обработке инфицированных ран.

Литература

1. Pearson G. Key Points for the Fifth Review Conference [Department of Peace Studies] / G. Pearson, M. Dando, N. Sims // University of Bradford, Bradford, UK. – 2001. – 173 p.
2. Худецький І.Ю. Особливості формування національних списків товарів поздвійного призначення у відповідності до вимог Європейського союзу та контрольних списків Австралійської групи / І.Ю. Худецький // Міжнародний семінар з

експортного контролю за товарами та технологіями, контролюваними Австралійською Групою, м. Київ, 29–30 січня 2008 р. – К., 2008. – С. 126–131.

3. Худецький І.Ю. Біологічна зброя, як фактор ризику для миротворчих контингентів / І.Ю. Худецький, В.І. Трихліб, Ю.І. Худецька // Сучасні аспекти військової медицини. Зб. наук. праць Головного військового клінічного госпіталю МО України. – Вип. 12. – К., 2007. – С. 272–275.

4. Кузин М.И. Раны и раневая инфекция / М.И. Кузин. – М. : Медицина, 1977. – 120 с.

5. Писаренко Л.В. Пламенные потоки в лечении анаэробной неклострициальной инфекции / Л.В. Писаренко, С.М. Слостин, Л.Н. Бакунова // Современные проблемы военной медицины. – М. : Медицина, 1993. — С. 250–252.

6. Белов С.В. Применение физических методов в хирургии / С.В. Белов // Мед. техника. – 1994. – № 4. – С. 11–14.

7. Худецький І.Ю. Системно-векторний підхід до медичного забезпечення радіаційного, хімічного та біологічного захисту / І.Ю. Худецький, Ю.І. Худецька // Військова медицина України. – К. : УВМА, 2004. – Т. 4, № 3. – С. 6–12.

8. Paton B.E. Welding and related technologies for medical applications / B.E. Paton // International The Paton Welding J. – 2005. – N. 5. – P. 11–25.

9. Method for treatment of gunshot wounds / B. Paton, Y. Furmanov, V. Gvozdetskiy [et al]. // Pat. for model 30372. – Ukraine. Int. Cl. A61B 18/04. – Appl. 25.10.2007. – Publ. 25.02.2008.

Використання портативного конвекційно-інфрачервоного термохіургічного апарату для обробки мікробно забруднених ран

**I.Ю. ХУДЕЦЬКИЙ, В.А. ФУРМАНОВ, І.А. СУХІН,
Ю.І. ДАНИЛЕНКО, І.Н. САВИЦЬКА**

Резюме. У статті наведено результати експериментальних досліджень фахівців Інституту електрозварювання ім. Е.О. Патона НАН України, Національного інституту хірургії та трансплантології ім. О.О. Шалімова та Головного військового клінічного госпіталю МО України з розробки термохіургіческої апаратури для обробки інфікованих ран. Проаналізовано особливості проведення конвекційно-інфрачервоної обробки ран в експерименті. Наведено дані про переваги та особливості застосування термохіургічних технологій у процесі хіургічної обробки інфікованих ран.

Ключові слова: термохіургія, конвекційно-інфрачервоний коагулятор, гемостаз, інфіковані рани

Using of a portable convection-infrared thermo-surgical device for the treatment of wounds with microbial contamination

**I. KHUDETSKYI, V. FURMANOV, I. SUKHIN,
Yu. DANYLENKO, I. SAVYTSKA**

Summary. This paper presents the results of experimental studies of specialists of the E.O. Paton Electric Welding Institute of National Academy of Sciences of Ukraine, the National Institute of Surgery and Transplantation named by O.O. Shalimov and the Main Military Clinical Hospital of the Ministry of Defence of Ukraine to develop thermal surgical equipment for the processing of infected wounds. The features of the convection-infrared wound treatment in the experiment were analyzed. The data on the benefits and features of the thermal surgical technology application in the surgical processing of infected wounds are presented.

Keywords: thermal surgery, convection-infrared coagulator, hemostasis, infected wounds.

УДК 615.849:616.831-006.484-08

Терапія пухлин швидкими нейтронами. Сучасний стан і завдання відтворення в Україні

**А.А. ШВЕДОВ, О.В. КОЗАК, А.І. БУТРИМ,
І.М. ВИШНЕВСКИЙ**

Резюме. Загальним завданням опромінення є підвести достатньо високу дозу до пухлини, винищити злюкісні клітини при максимальному щадінні здорових тканин. Перевагою нейтронного опромінення є високий іонізаційний потенціал, результатом якого є загибель клітин пухлин, які історично вважають нечутливими до опромінення. В статті приведений огляд літератури, розглянуті особливості метода та перспективи його застосування. Представлені проекти Інституту ядерних досліджень та Головного військово- медичного клінічного центру «Головний військовий клінічний госпіталь» по застосуванню швидких нейтронів у лікуванні онкологічних хворих.

Ключові слова: нейтронне опромінення, лікування онкологічних хворих

Історично склалося таким чином, що прогрес в променевій терапії злюкісних пухлин відбувався завдяки удосконаленню саме фізичних підходів – зміні енергії опромінення, індивідуальності планування, зміні можливостей діагностики тощо.

Нейтрони були першими серед елементарних частинок з високим лінійним коефіцієнтом передачі енергії, які використали для лікування пух-