

ТРАВМАТОЛОГІЯ

УДК 611.08:616-001.45

*Р.Н. Михайлусов**, *В.В. Негодуйко***, *Ю.В. Приходько******Харьковская медицинская академия последипломного образования МОЗ Украины****Военно-медицинский клинический центр Северного региона**МО Украины, г. Харьков*****Медицинская служба СБУ в Харьковской области***НЕБИОЛОГИЧЕСКОЕ ПОСЛОЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЙ МЯГКИХ ТКАНЕЙ**

Показаны результаты разработки и практического применения нового небиологического способа послойного моделирования огнестрельных ранений мягких тканей. Разработанный способ показал удобство применения, достоверность получаемых результатов, высокую вероятность моделирования вида ранения. Способ позволяет более точно моделировать мягкие ткани и фиксировать изменения, происходящие при огнестрельных ранениях.

Ключевые слова: *небиологическое послойное моделирование, огнестрельные ранения, мягкие ткани.*

Моделирование объектов издавна используется человечеством как способ облегчения познания сложных явлений и процессов. Современные хирургические и судебно-медицинские исследования трудно представить без построения моделей различных систем и процессов. Использование моделирования огнестрельных ранений необходимо в военно-полевой хирургии для разработки и обоснования применения новых хирургических инструментов, приемов и методов лечебного воздействия. Кроме того, моделирование огнестрельных ранений мягких тканей востребовано в судебной медицине и криминалистике при исследовании вида и характера повреждений, причиненных огнестрельным оружием, в военной инженерии при разработке новых видов оружия, снарядов, поражающих элементов с целью исследования терминальной баллистики огнестрельного оружия [1].

Способы, используемые для моделирования огнестрельных ранений, делятся на биологические, небиологические и математического моделирования. К биологическим способам моделирования огнестрельных

ранений относится моделирование с помощью лабораторных животных: крыс, кроликов, баранов, свиней и др. [2].

Недостатками биологических способов является сложность размножения, содержания, кормления животных, обеспечения необходимых условий содержания, соблюдение этических правил при использовании лабораторных животных, согласование протокола исследования с этической комиссией учреждения.

К небиологическим способам относится моделирование огнестрельных ранений с помощью баллистического геля, мыла, желатина, поролона, пенопласта, дерева. Небиологические способы моделирования огнестрельных ранений более простые и доступные для воспроизведения. К их недостаткам относится ограниченность параметров моделирования. Небиологические способы моделирования не дают возможности изучать изменение физиологических, биохимических и других параметров в результате огнестрельного ранения и динамику раневого процесса.

Способы математического моделирования носят исключительно приближительный

© Р.Н. Михайлусов, В.В. Негодуйко, Ю.В. Приходько, 2016

виртуальный характер и могут применяться для моделирования предыдущих результатов или как дополнительные способы при выполнении других методов моделирования.

Известны способы моделирования огнестрельных ранений [3–5], заключающиеся в стрельбе в желатиновые, деревянные и пенопластовые блоки, покрытые имитатором кожи (полиэтиленом толщиной 0,2 мм) через различные образцы индивидуальных средств защиты и одежды.

Недостатком предложенных способов является неточное моделирование анатомических слоев мягких тканей тела человека по количеству, плотности и толщине слоев.

Цель данного исследования – разработать способ послойного небиологического моделирования огнестрельных ранений мягких тканей и проанализировать результаты его применения.

Материал и методы. После детального анализа недостатков имеющихся способов моделирования огнестрельных ранений мягких тканей нами был разработан новый, усовершенствованный способ моделирования. Выполнение моделирования по предложенному способу (подана приоритетная заявка на патент Украины) осуществляется следующим образом. Берутся моделирующие составляющие и послойно собираются в единый блок в следующей последовательности:

- военная форма (зимняя или летняя) согласно цели исследования;
- имитатор кожи человека – полиэтилен толщиной 0,2 мм;
- имитатор подкожно-жировой клетчатки – желатин 15% толщиной 20 мм;
- имитатор поверхностной фасции или апоневроза – полиэтилен толщиной 0,1 мм;
- имитатор мышц – желатин 20% толщиной 50 мм.

После этого вся модель плотно соединяется по краям с помощью липкой ленты (скотч), резиновых жгутов или другими подручными способами.

Выстрелы в разработанные модели проводились из огнестрельного оружия (мелкокалиберная винтовка «Урал», пистолет «Форт-17», карабин СКС) пулями соответствующего калибра. Кроме того, выполнялись выстрелы смоделированными осколками (пневматическое ружье МР-532, пневматическое ружье «Чайка-12»), а также подрыв гранат РГН, Ф-1 и самодельных взрывных устройств на основе пластида со стальными осколками.

Все эксперименты проводились в специализированном сертифицированном стрелковом тире и на подрывном полигоне МВД Украины. Выстрелы и подрывы осуществлялись специалистами соответствующего профиля.

Количество выстрелов из разных видов стрелкового оружия составляло по 30 на каждый вид оружия. Количество подрывов гранат РГН, Ф-1 и пластида с смоделированными осколками составило по 30 на каждый тип взрывного устройства. Общее количество использованных моделей составило 240.

Результаты и их обсуждение. Небиологическое послойное моделирование огнестрельных ранений мягких тканей было предшествующим этапом исследования огнестрельных ранений мягких тканей на биологических моделях. При этом проводились исследования как на каждом слое отдельно, так и на полнослойной модели.

Способ небиологического послойного моделирования огнестрельных ранений мягких тканей показан на рис. 1.

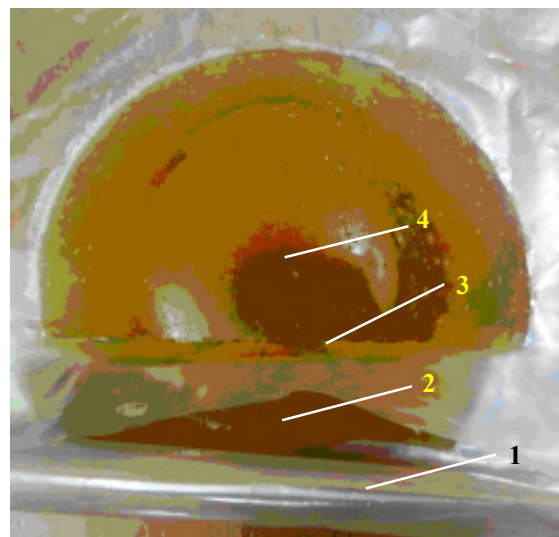


Рис. 1. Способ небиологического послойного моделирования огнестрельных ранений мягких тканей:

- 1 – полиэтилен толщиной 0,2 мм;
- 2 – желатин 15% толщиной 20 мм;
- 3 – полиэтилен толщиной 0,1 мм;
- 4 – желатин 20% толщиной 50 мм

Данный способ биологического моделирования воспроизводит основные физические и анатомические параметры живых мягких тканей человека. Согласно имеющимся данным [6], плотность подкожной клетчатки человека равна 920–960 кг/см³, а мышц 1040–1100 кг/м³. На основании этих данных готовится желатин для моделирования подкожно-

жировой клетчатки с концентрацией 8 %, плотность его равна 960 кг/см^3 , а для моделирования мышц с концентрацией 20 % плотность его равна 1050 кг/см^3 , что соответствует плотности подкожной клетчатки и мышц человека [7]. Моделирование плотности, толщины и количества слоев в совокупности позволяет максимально приблизить условия при прохождении пуль, осколков и их фрагментов через мягкие ткани организма человека.

Как вариант для способа небиологического послойного моделирования огнестрельных ранений мягких тканей нами было предложено использование вместо желатина соответствующих по толщине и плотности слоев полистирола марки ПСМ-115 плотностью 1050 кг/м^3 для моделирования подкожной клетчатки и мышц. Но полистирол ПСМ-115 имеет высокие показатели твердости и вязкости, которые в четыре раза превышают показатели мышц, что уменьшает объем поражения и влияет на достоверность моделирования. Такое моделирование возможно применить при сравнении пробивного и поражающего действия оружия и боеприпасов между собой. Как другой вариант нами было испытано моделирование с помощью полистирольного пенопласта ПС-1-600, показатели твердости и вязкости которого сопоставимы с параметрами мышц, но плотность которого 600 кг/см^3 , что меньше плотности подкожно-жировой клетчатки и мышц, как показано на рис. 2.

Из преимуществ такого моделирования необходимо отметить отсутствие срока хранения таких моделей и возможность выполнения моделирования при высоких температурах воздуха окружающей среды (температура начала термодеструкции полистирола равна $105 \text{ }^\circ\text{C}$, температура плавления 10% желатина – $35 \text{ }^\circ\text{C}$).

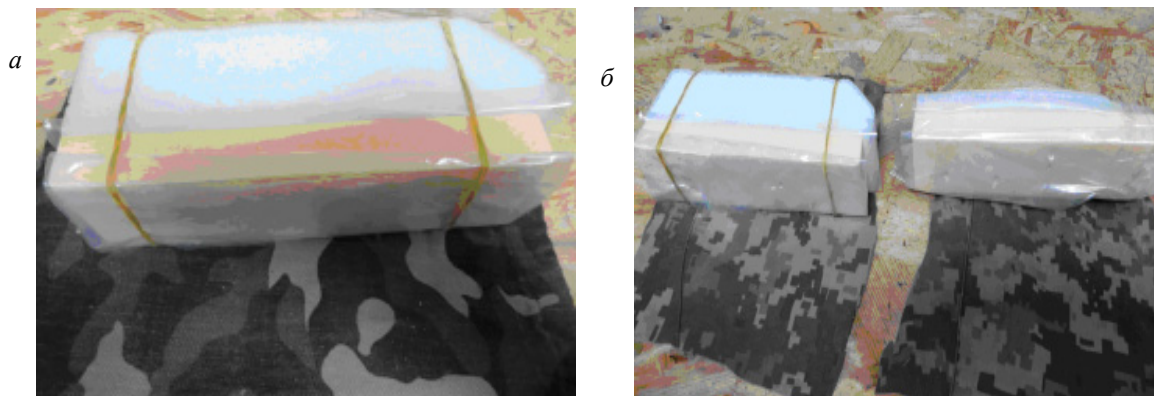


Рис. 2. Небиологическое послойное моделирование огнестрельных ранений мягких тканей с использованием формы старого (а) и нового (б) образца

Большинство сегментов биологической модели схематически можно представить в виде нескольких цилиндров, которые соединяются между собой. При этом мягкие ткани расположены в виде муфты вокруг определенного более плотного по структуре основания (кость, цельный или прерывистый костный каркас) или разных по структуре и плотности органов (внутренние органы). Предложенная небиологическая послойная модель позволяет изучать терминальную баллистику и изменения в тканях заданной формы и структуры.

Возможности способа: позволяет более точно исследовать явления транслокации, транспозиции, «затягивания» фрагментов одежды в раневой канал, наблюдающиеся при огнестрельных ранениях мягких тканей. Возможно проведение измерений количества поврежденных слоев мягких тканей, объема поврежденных тканей. Способ дает более реалистичную картину, наблюдающуюся при огнестрельных ранениях мягких тканей. Возможно моделирование пулевых, осколочных и минно-взрывных ранений мягких тканей, определение пробивного и проникающего действия огнестрельного оружия и боеприпасов, исследование терминальной баллистики различных боеприпасов.

Ограничения способа: в связи с принадлежностью к небиологическим способам моделирования огнестрельных ранений способ имеет ограничения использования и не позволяет проводить исследования ран и раневого процесса при огнестрельных ранениях.

Способ доступен для воспроизведения моделирования огнестрельных ранений мягких тканей, может применяться для предварительной пристрелки стрелкового и взрывного огнестрельного оружия. Он был апробирован в специализированном сертифицированном стрелковом тире ООО «Латек»

(г. Харьков, ул. Динамовская, 3) при моделировании пулевых и осколочных огнестрельных ранений и на специализированной подрывной площадке МВД Украины (с. Русская Лозовая, Дергачевский район Харьковской области) при моделировании минно-взрывных ранений.

Категорически недопустимо использование способов моделирования огнестрельных ранений вне специальных полигонов, тиров, площадок, без согласования с соответствующими структурами МВД Украины. При проведении стрелковых и взрывных экспериментов необходимо строго соблюдать регламентированные меры безопасности.

Полученные положительные результаты, доступность и удобство выполнения послойного полнослойного моделирования огнестрельных ранений дает основания рекомен-

довать этот способ для внедрения в научную, медицинскую и криминалистическую практику.

Выводы

1. Небиологическое послойное моделирование ранений мягких тканей представляет собой важный этап перед биологическим моделированием, позволяющий предварительно исследовать повреждающее действие различных видов огнестрельного оружия.

2. Разработанный способ небиологического послойного моделирования ранений мягких тканей может быть использован для моделирования огнестрельных пулевых, осколочных и минно-взрывных ранений.

3. Небиологическое послойное моделирование ранений мягких тканей наглядно демонстрирует изменения в тканях, происходящие при ранениях снарядами, различными по форме, структуре и скорости.

Список литературы

1. Методология моделирования огнестрельных ранений конечностей / А.В. Штейнле, Ф.В. Алябьев, К.Ю. Дудузинский и др. // Сибирский медицинский журнал. – 2008. – № 1-1, Т. 23. – С. 74–81.
2. *Соседко Ю.И.* Вклад военных судебных медиков в судебно-медицинскую науку / Ю.И. Соседко, В.В. Колкутин, В.А. Путинцев // Судебно-медицинская экспертиза. – М., 1998, № 2. – С. 10–12.
3. *Гребнев Д.Г.* Характеристика огнестрельных ранений из травматического оружия, особенности диагностики и хирургического лечения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2011. – 22 с.
4. Разработка баллистического стенда-имитатора конечностей человека для оценки эффективности тканевых противоосколочных средств защиты / С.М. Логаткин, Б.В. Есин, А.И. Спивак и др. // Вопросы оборонной техники. Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2012. – С. 128–130.
5. A study of the morphology of gunshot entrance wounds, in connection with their dynamic creation, utilizing the «skin-skull-brain model» / M.J. Thali, B.P. Kneubuehl, U. Zollinger, R. Dirnhofner // Forensic Sciencis International. – 2002. – № 125. – P. 190–194.
6. *Ирвинг П. Герман.* Физика организма человека / пер. с англ. А. Мелькумянц, С. Ревенко / Ирвинг П. Герман. – М.: Интеллект, 2011. – 992 с.
7. *Аймесон А.* Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи / пер. с англ. докт. хим. наук С.В. Макарова. – СПб.: Изд. дом «Профессия», 2012. – 408 с.

R.M. Mykhaylusov, V.V. Negoduyko, Yu.V. Prikhodko

НЕБІОЛОГІЧНЕ ПОШАРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПОРАНЕНЬ М'ЯКИХ ТКАНИН

Наведені результати розробки та практичного застосування нового небіологічного способу пошарового моделювання вогнепальних поранень м'яких тканин. Розроблений спосіб показав зручність застосування, достовірність отриманих результатів, високу ймовірність моделювання виду поранення. Спосіб дозволяє більш точно моделювати м'які тканини і фіксувати зміни, що відбуваються при вогнепальному пораненні.

Ключові слова: *небіологічне пошарове моделювання, вогнепальні поранення, м'які тканини.*

R.N. Mykhaylusov, V.V. Negoduyko, Yu.V. Prikhodko

ABIOLGICAL LAYER DESIGN OF FIRE WOUNDS OF SOFT TISSUES

The article shows the results of the development and practical application of a new method of non-biological layered modeling soft tissue of gunshot wounds. The developed method showed the ease of use, reliability of the results, the high probability of injury type modeling. The method allows to more accurately simulate the soft tissue and record the changes occurring in gunshot wounds.

Key words: *abiological layer design, fire wounds, soft tissues.*

Поступила 10.11.16