



© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014  
УДК 616-001.45-07

## Современные методы изучения огнестрельных травм и ранений, нанесенных после взаимодействия пули с преградой

ТИТОВ Р.В., кандидат медицинских наук, подполковник медицинской службы (rustitov@yandex.ru)<sup>1</sup>  
ТЮРИН М.В., профессор, полковник медицинской службы запаса<sup>1</sup>  
КАБАНОВ М.Ю., профессор, полковник медицинской службы<sup>1</sup>  
НЕПОМНЯЩИЙ С.А., подполковник медицинской службы<sup>2</sup>  
СМОЛИН Н.В., майор медицинской службы<sup>1</sup>  
НАГУТ Н.Н., подполковник медицинской службы<sup>5</sup>  
СОРОКА А.К.<sup>3</sup>  
НИКОЛАЕВ И.К.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург; <sup>2</sup>1469 ВМКГ, г. Гаджиево, Мурманская область; <sup>3</sup>Военно-морской клинический госпиталь Тихоокеанского флота, г. Владивосток; <sup>4</sup>Научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И.Джанелидзе, Санкт-Петербург; <sup>5</sup>Филиал № 2 301-го Окружного военного клинического госпиталя, г. Комсомольск-на-Амуре

На основании экспериментальных данных изучены особенности раневой баллистики боеприпасов стрелкового оружия после пробития преград. Анализировали акты судебно-медицинской экспертизы убитых и раненых из огнестрельного оружия в условиях Санкт-Петербурга. В качестве объектов исследований использовали: имитаторы биологических тканей (глицериновое мыло в виде блоков) и подопытных животных. По объектам производили выстрелы 5,45×39-мм автоматными патронами 7Н22, 7Н24 и 9,0×21-мм пистолетными патронами 7Н29 с дальности 50 и 100 м через преграды: стальные пластины, стекло, кирпичная кладка. В имитаторах воздействие оценивали по объемам временной полости в блоках, в опытах на животных — по результатам морфофункциональных исследований. Получены данные об особенностях повреждающего действия различных пуль.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** раневая баллистика, имитаторы, преграды, объем временной полости, деформация и фрагментация пуль, подопытные животные.

Titov R.V., Tyurin M.V., Kabanov M.Yu., Nepomnyashchii S.A., Smolin N.V., Nagut N.N., Soroka A.K., Nikolaev I.K. — Modern methods of examination of ballistic trauma after passing through the barrier. On the basis of experimental data were studied peculiarities of ballistic of wounds after passing barriers. Authors analyzed forensic medical examination reports concerned about murdered and wounded with gunshots in Saint Petersburg. As research objects were used: simulators of biological materials (block of glycerin soap) and experimental animals. The following bullets were used: automat cartridge 7Н22, 7Н24 — gauge 5,45×39 mm, pistol cartridge 7Н29 — gauge 9,0×21 mm; gun reach — 50 and 100 meters; barriers — steel plates, glass, brickwork. The following assessment of exposure was used: in simulators — according to volumes of temporary cavity; in experimental animals — according to results of morphofunctional researches. Data about damaging action of pistol cartridge 7Н22, 7Н24 with gauge 5,45 mm and automat cartridges 7Н29 and 9,0 mm is received.

**К е у в о р д s:** ballistic of wound, simulators, barriers, volume of temporary cavity, deformation and fragmentation of bullets, experimental animals.

**В** современных условиях понятие «поля боя» окончательно утратило свое изначальное значение. Общей особенностью ограниченных вооруженных конфликтов и террористических актов является то, что большинство из

них происходит на территории населенных пунктов. В этой связи несомненную актуальность имеет изучение особенностей огнестрельных повреждений, наносимых современными боеприпасами после взаимодействия с такого рода прегра-



дами, как стекло, кирпичная кладка, стальные и деревянные конструкции, используемые в строительстве и автомобильной промышленности, и пр. [3].

Наличие преград, а также специальных боеприпасов для стрелкового оружия, практически не теряющих своих поражающих свойств при их пробитии, вносит существенные изменения в раневую баллистику и биомеханику огнестрельных ранений. При преодолении преград не только изменяются характеристики боеприпасов, но возникают вторичные ранящие снаряды. При непробитии преград, в свою очередь, возможны контузионные повреждения, а также повреждения вследствие рикошета. Изучение особенностей развивающихся при этом ранений и травм необходимо для разработки алгоритмов диагностики и лечения пострадавших, а также при создании эффективных средств коллективной и индивидуальной защиты [7, 8].

С середины прошлого века все большее распространение в медицине получает применение моделей, которыми могут быть и математическая формула, и естественная живая система, и ее механический аналог, и мысленный образ, возникающий у врача-исследователя, и нозологическая форма [1, 2].

При экспериментальном изучении огнестрельных повреждений наиболее эффективны искусственные материалы, имитирующие мягкие ткани организма, механические модели тела человека или отдельных его частей, биоманекены или его части, а также крупные и средние животные. При этом использование в экспериментальной работе биоманекенов и животных в последние годы становится все более проблематичным.

Пригодный для баллистических исследований труп как объект исследования становится все менее доступным по социальным и деонтологическим причинам [2]. Кроме того, биоманекен не может удовлетворить в полной мере растущие потребности науки и практики, поскольку мертвое тело не позволяет изучать особенности реакции организма на огнестрельную рану.

Использование животных в экспериментальных исследованиях регламентируется рядом отечественных и международных законодательных актов, а также требованиями этических комитетов. Из животных, которые могут использоваться как подопытные, в наибольшей степени целям изучения огнестрельных ранений соответствуют свиньи. Мировая практика изучения проблем раневой баллистики убедительно доказала, что по целому ряду морфофункциональных (в т. ч. и биохимических) свойств наиболее близким к органам и тканям человека являются органы и ткани этих животных [5, 9, 11].

Проведение экспериментов на животных встречает все большее сопротивление со стороны общественности. В качестве одной из альтернатив рассматривается использование в качестве модели клеточных культур. В частности, при исследовании черепно-мозговой травмы модели клеточных культур используют для оценки влияния травмы на отдельные виды клеток [13]. Еще одно перспективное направление в изучении минно-взрывных повреждений – междисциплинарный подход [12].

Самым востребованным свойством экспериментального материала является возможность повторения опыта, которую предоставляет использование имитаторов биологических тканей (желатин, баллистическое мыло) [4].

Еще одно направление в моделировании – создание и использование механических моделей тела человека или его частей. С начала 2000-х годов американскими специалистами для изучения особенностей различного рода повреждений используется антропоморфный манекен *Hybrid III*, имеющий массо-габаритные характеристики человека и буквально начиненный датчиками давления и ускорения [6, 10]. Во многих случаях, как показывает практика, полный антропоморфный манекен не нужен.

При всей ценности информации об огнестрельных повреждениях, получаемых после пробития разного рода преград, возможности каждого из этих методов в отдельности ограничены. Как правило, в исследованиях применяются, как минимум, два из них.



Группой специалистов кафедр военно-морской и госпитальной хирургии и военно-полевой хирургии Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова проведено исследование особенностей огнестрельных повреждений, нанесенных специальными боеприпасами для стрелкового оружия при пробитии таких преград, как стальной лист, кирпичная кладка и стекло.

### Цель исследования

На основании экспериментальных данных изучить особенности раневой баллистики боеприпасов стрелкового оружия после пробития преград.

### Материал и методы

При проведении медико-биологических исследований механизма и особенностей повреждающего действия пули, предварительно преодолевших преграду, в качестве объектов исследований использовали: имитаторы биологических тканей – *глицериновое мыло в виде блоков* (МБ) и подопытные животные (в соответствии с Хельсинкской декларацией о гуманном отношении к животным). По объектам производили выстрелы 5,45×39-мм автоматными патронами 7Н22, 7Н24 и 9,0×21-мм пистолетными патронами 7Н29 с дальностями 50 и 100 м через преграды: стальные пластины, стекло и кирпичную кладку (рис. 1а, б). Воздействие оценивали: в имитаторах – по объемам временной полости в МБ, в опытах на животных – по результатам морфофункциональных исследований.

### Результаты и обсуждение

Серия опытов, посвященная изучению взаимодействия пули патронов с преградами и мыльным блоком и особенностей пулевых каналов, образующихся как в незащищенных мыльных блоках, так и после пробития преград, показала следующее.

При пробитии незащищенных мыльных блоков на дальностях 50 и 100 м автоматные пули патронов 7Н22 и 7Н24 во всех случаях образовывали сквозной пулевой канал, причем размеры выходного отверстия были в несколько раз больше размеров входного отверстия. Пули патронов 7Н22 обладали достаточной устойчивостью и подвергались умеренной деформации. Пули патронов 7Н24 отличались меньшей устойчивостью, во всех опытах разрушались с образованием многочисленных фрагментов, внедряющихся в стенки пулевого канала, а иногда даже образующих дополнительный пулевой канал.

Пистолетные пули патронов 7Н29 при пробитии незащищенных МБ были устойчивы, их характерной особенностью было значительное превышение размеров входного отверстия калибра пули. При стрельбе с дальности 50 м входные отверстия по размерам несколько превосходили выходные; при увеличении дальности до 100 м, напротив, выходные отверстия были больше.

При стрельбе автоматными патронами 7Н22 и 7Н24 на дальностях 50 и 100 м по МБ через двухслойную стеклянную преграду, расположенную под углом 45° к фронтальной поверхности МБ, оболочки пули фрагментировались, сердечники

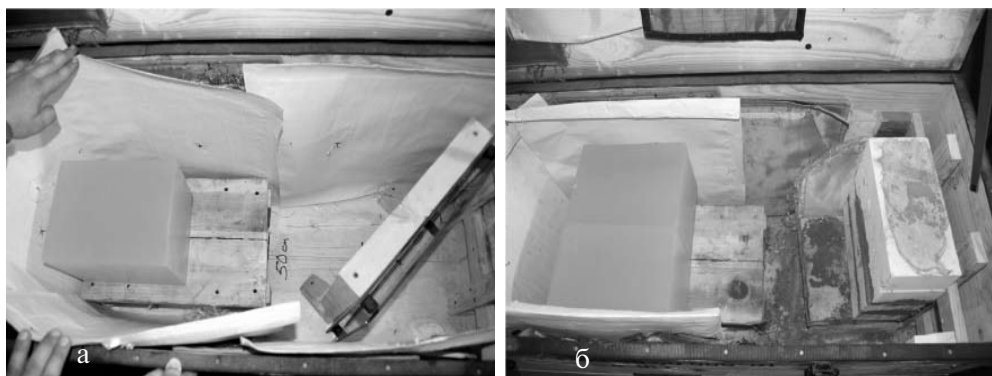


Рис. 1. Положение мишени при ведении стрельбы через стекло (а) и через кирпичную кладку (б)



пуль патронов 7Н22 в двух случаях из трех разрушались. Повреждения в МБ, наносимые пулями патронов 7Н22 и 7Н24, во всех случаях, кроме одного (пуля патрона 7Н24, дальность 100 м), носили слепой характер. Покрывающие всю фронтальную поверхность блока повреждения продолжались в МБ в виде самостоятельных пулевых каналов различной глубины. Повреждения сопровождались формированием двух-трех основных каналов и большим количеством неглубоких точечных. Входные отверстия в МБ после пробития пуль патрона 7Н24 данной преграды в среднем в 2,3 раза превышали по площади входные отверстия от пуль патронов 7Н22.

Кладку из белого силикатного кирпича, скрепленного цементом, из испытанных боеприпасов пробивали только автоматные пули патронов 7Н22 и 7Н24 при дальности стрельбы 50 м. При этом оболочки пуль застревали в средней части кирпича. Вероятность поражения мишени (размером 180×180 мм), находящейся за преградой на расстоянии 50 см, для пуль патронов 7Н22 в среднем составляла 33%, а для пуль патронов 7Н24 – 66%. Неизменный сердечник пули патрона 7Н22, потеряв свою энергию, в отдельных случаях обнаруживался свободно лежащим рядом с блоком либо на его поверхности (рис. 2). Сердечник пули патрона 7Н24 при пробитии кирпичной кладки разрушался.

Пули автоматных патронов 7Н22 после пробития 2-мм стальной пластины на дальности 100 м образовывали в МБ от 2 до 12 слепых каналов, пули патронов 7Н24 – от 20 до 23 каналов, из которых один или два носили сквозной характер.

Огнестрельные повреждения pistolетными пулями патронов 7Н29 МБ, расположенных на дальностях 50 и 100 м, после пробития 2-мм стального листа носили слепой характер. Оболочка пули при стрельбе с дальности 100 м задерживалась стальной преградой. Неизменный броневой сердечник во

всех случаях выбивал стальную «пробку» диаметром около 4 мм, образующую самостоятельный раневой канал. Временная полость характеризовалась незначительным объемом – около 10 мл.

По результатам экспериментов с МБ был определен объем экспериментов на животных. Проведение опытов с кирпичной кладкой в качестве преграды было признано нецелесообразным. На следующем этапе исследования в качестве преград использовались только стальная пластина и двухслойная стеклянная преграда. Автоматные пули патронов 7Н22 и 7Н24, pistolетные пули патронов 7Н29 пробивают их с дальности 50 и 100 м, при этом к сердечникам пуль и фрагментированным оболочкам добавляются вторичные ранящие снаряды – осколки стекла и «пробки», выбиваемые пулями из стальной пластины.

Опыты были проведены на 12 животных, расположенных правым боком по отношению к стволу оружия. Каждому животному наносили по 2 ранения: одно – в живот, одно – в грудь. Преграды (стальная пластина и двухслойное стекло) находились на расстоянии 50 см от животного. Ранения наносили 5,45-мм пулями автоматных патронов 7Н22, 7Н24 и 9,0-мм пулями pistolетных патронов 7Н29 с расстояния 50 и 100 м.

Все подопытные животные после получения двух последовательных огнестрельных ранений погибали в короткие сроки (от 4 до 90 мин после второго выстрела).

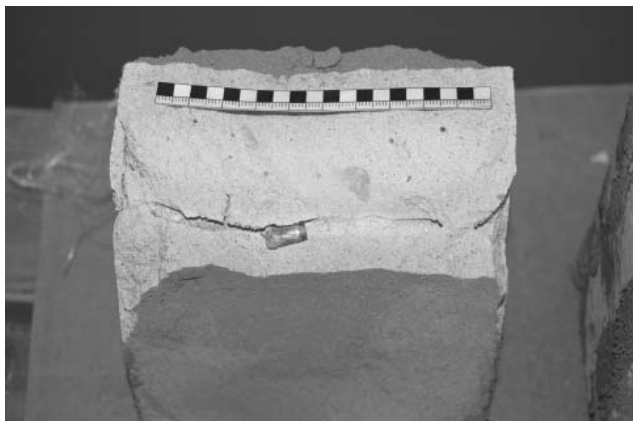


Рис. 2. Положение сердечника пули патрона 7Н22 после попадания в преграду



Сквозные пробития преград сопровождались образованием большого количества фрагментов от разрушившихся пуль и вторичных осколков от преграды. Фрагменты пуль и преграды обладали достаточным запасом энергии, обеспечивающим их дальнейшее повреждающее действие.

Во всех случаях у животных наблюдались множественные повреждения кожного покрова, нанесенные как фрагментами пули патрона, так и вторичными ранящими снарядами, образовавшимися при пробитии преград. При секционном исследовании обнаруживались множественные ранения органов грудной клетки и брюшной полости, сопровождавшиеся развитием гемоторакса и гемоперитонеума. Как правило, ранения носили слепой характер и лишь в одном случае они были сквозными (рис. 3).

Животное № 3, выстрел в живот пистолетной пулей патрона 7Н29 с дальности 50 м, преграда – стальной лист. На коже 9 поверхностных ссадин и 4 сквозных ранения кожи размером от 3 до 10×16 мм в диаметре. Слева между мышечным слоем брюшной стенки и брюшиной обнаружен кольцевидный фрагмент оболочки пули. В брюшной полости около 1,6 л крови. Гемоперитонеум. V-образные краевые разрывы селезенки размером 3×50 и 7×30 мм. Множественные ранения толстой кишки с выходом кишечного содержимого в брюшную полость. Сквозное ранение желудка: вход – 20×40 мм, выход – 30×60 мм.

На левой стороне живота – 2 выходных отверстия диаметром 3 и 4 мм. Сердечник на 2 мм выступает над кожей. В 15 мм от сердечника в мышцах обнаружена стальная «пробка» диаметром 4 мм, выбитая сердечником пули из стальной пластины.

Еще в одном случае после выстрела в грудь у животного при секционном исследовании было диагностировано торакоабдоминальное ранение.

Животное № 7, выстрел автоматной пулей патрона 7Н22 с дальности 50 м, преграда – двухслойное стекло, расположенное под углом 45°. Слепое торакоабдоминальное ранение. Множественные ранения кожи. Размер площади поражения составил 140×260 мм, 9 сквозных дефектов кожи диаметром от 3 до 15 мм. Ранение сердца (рис. 4). Кровоизлияние в миокард размером 6×30 мм. Гемоторакс. Слева в плевральной полости обнаружена оболочка пули размером 4×7 мм. Со стороны грудной полости входная рана размером 12×27 мм. Ранение нижней доли левого легкого диаметрами 15 и 40 мм. Кровоизлияние в правое легкое диаметром 50 мм. Ранение диафрагмы диаметром 25 мм. Гемоперитонеум. Ранения желудка и толстого кишечника.

## ВЫВОДЫ

1. Приведенные данные позволяют отнести потерю кинетической энергии (ДЕ, Дж), а также объем временной полости в глицериновом мыле к интеграль-



Рис. 3. Характер повреждения кожного покрова



ным показателям повреждающего эффекта пуль, предварительно пробивших преграду, т. к. они интимно связаны с основными баллистическими характеристиками пули: контактной скоростью, ее неустойчивостью и частотой фрагментации (деформации).

2. Прогноз тяжести огнестрельных ранений после предварительного пробития различных преград, сопровождающихся демонтажем пуль и внедрением фрагментов преград (сталь, стекло, кирпичная кладка) по ходу раневого канала при условии определенной потери энергии пули, сравнительно благоприятный.

Наличие по ходу и в окружности раневого канала фрагментов демонтируемой пули и осколков преград по опыту военно-полевой хирургии не всегда вызывает необходимость их удаления, но с очевидностью вносит определенные затруднения в процесс хирургической обработки огнестрельной



Рис. 4. Внешняя картина ранения сердца

раны и отрицательно сказывается на длительности раневого процесса.

3. Выявленные признаки особенностей ранений пулями патронов 7Н22, 7Н24 и 7Н29, предварительно преодолевшими различные преграды, в совокупности позволяют реконструировать механизм образования огнестрельного повреждения и более точно высказываться о свойствах ранящего снаряда.

## Литература

1. Каркищенко Н.Н. Основы биомоделирования. – М.: ВПК, 2004. – 607 с.
2. Колкутин В.В. Моделирование огнестрельных повреждений различных органов и тканей с использованием биологических и небиологических имитаторов (экспериментальное исследование): Дис. ... д-ра мед. наук. – СПб, 1994. – 425 с.
3. Колкутин В.В., Каравалева И.Е. Об актуальности изучения особенностей огнестрельных повреждений в условиях замкнутого пространства // Воен.-мед. журн. – 2011. – Т. 332, № 11. – С. 64–65.
4. Озерецовский Л.Б., Тюрин М.В. Сравнительный анализ материалов-имитаторов биологических тканей // Методы и методология судебной-медицинской экспертизы огнестрельных повреждений. – Л., 1991. – С. 46–48.
5. Albert-Weissenberger C., Siren A.-L. Experimental traumatic brain injury // Exp. Transl. Stroke Med. – 2010. – N 2. – P. 16.
6. Desmoulin G.T., Dionne J.-Ph. Blast-induced neurotrauma: surrogate use, loading mechanisms, and cellular responses // J. Trauma. – 2009. – Vol. 67, is. 5. – P. 1113–1122.

7. Hayda R., Harris R.M., Bass C.D. Blast injury research: modeling injury effects of landmines, bullets, and bombs // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2004. – Vol. 422. – P. 97–108.
8. Kirkman E., Watts S., Cooper G. Blast injury research models // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. – 2011. – Vol. 366. – P. 144–159.
9. Liu J., Xiao N., Li S. Changes of hemodynamics after blast, fragment and blast-fragment injury in pigs at high altitude // J. Traumatic Surg. – 2006. – Vol. 8; is. 5. – P. 433–43.
10. Lockhart Ph., Cronin D., Williams K., Ouellet S. Investigation of head response to blast loading // J. Trauma-Injury Infection & Crit. Care. – 2011 – Vol. 70, is. 2. – P. E29–E36.
11. Mayo A., Kluger Y. Blast-induced injury of air-containing organs // ADF Health. – 2006 – Vol. 7, N 1 – P. 40–44.
12. Moore D.F., Jerusalem A., Nyein M. et al. Computational biology – modeling of primary blast effects on the central nervous system // NeuroImage. – 2009. – Vol. 47, suppl. – P. T10–T20.
13. Schoeler M., Loetscher Ph.D., Rossaint R. et al. Dexmedetomidine is neuroprotective in an in vitro model for traumatic brain injury // BMC Neurology. – 2012. – Vol. 12, N 1. – P. 20.