

УДК 616'001.45

В.И. Савченко

## ОСОБЕННОСТИ РАНЕНИЙ СОВРЕМЕННЫМ ОГНЕСТРЕЛЬНЫМ ОРУЖИЕМ

Владивостокский государственный медицинский университет,

Городская клиническая больница № 2 (г. Владивосток)

*Ключевые слова: огнестрельное ранение, поражающие факторы, особенности повреждений, реакции организма.*

Огнестрельное ранение следует рассматривать как тяжелое нарушение жизненно важных функций целого организма, стоящее в прямой зависимости от характера полученных повреждений и от общих расстройств регуляции [9]. Опасность его зависит, прежде всего, от топографо-анатомической области ранения и вида примененного оружия. Для огнестрельной раны характерны следующие признаки:

1. Наличие дефекта кожи или слизистой оболочки и тканей вследствие непосредственного воздействия ранящего снаряда (пуля, осколок, вторичный снаряд) – первичный раневой канал;
2. Зона первичного травматического некроза тканей;
3. Нарушение жизнеспособности тканей в стороне от раневого канала – зона молекулярного сотрясения или вторичного некроза;
4. Микробное загрязнение;
5. Наличие в ране инородных тел.

Величина дефекта кожи или слизистой оболочки может существенно отличаться от размеров разрушения подлежащих тканей, что особенно характерно для повреждений высокоскоростными ранящими снарядами. Раны могут быть одиночными и множественными. Следует различать также сочетанные раны, когда один ранящий агент повреждает несколько органов. При повреждении разными агентами следует говорить о комбинированном поражении, например огнестрельная и ушибленная раны, ожог и пулевое ранение.

Важнейшими особенностями современной боевой хирургической патологии являются множественные и сочетанные ранения, которые в локальных конфликтах составили от 25 до 62% [4].

При изучении статистических данных о распределении огнестрельных ран по анатомическому признаку, прежде всего, обращает на себя внимание относительная стабильность соотношений ранений различных анатомических областей на протяжении длительного периода в различных войнах, несмотря на использование самых разнообразных видов оружия (табл. 1).

Исследования, проведенные в период второй мировой войны и во время локальных послевоенных конфликтов, показали, что 3/4 всех поврежденных были нанесены осколками и 1/4 – пулями из стрелкового оружия. При этом 50,65% всех павших на поле боя умерли от пулевых, а 35,50% – от осколочных ран. Тенденция постепенного увеличения удельного веса осколочных ранений в ходе даже относительно непродолжительных боевых действий достаточно устойчива.

Боеприпасы взрывного действия используются в виде разнообразных гранат и мин, бомб, ракет и снарядов. Поражающее действие снарядов и бомб во многом определяется их калибром, мощностью взрыва и способом применения. Совершенствование взрывчатых веществ привело к значительному увеличению мощности взрывов, что повышает значение ударной волны как одного из поражающих факторов, особенно при использовании «вакуумных» объемных боеприпасов.

Поражение ударной волной возникает при воздействии ее на всю поверхность тела через воздух, жидкости, твердые предметы. Размеры повреждений пропорциональны силе взрыва. Наиболее часто поражаются барабанные перепонки, грудная клетка, брюшная стенка и внутренние органы. Повреждения, возникающие при действии воздушной волны, зависят от ее длины. При короткой волне ее действие подобно хлопку. Длинная волна действует на тело в течение более продолжительного времени и возможность повреждения внутренних органов более вероятна. При этом, прежде всего, страдают органы брюшной и грудной полости.

Таблица 1

Распределение огнестрельных ран в зависимости от локализации (в %)

Локализация ран	Крымская война, 1852 г.	Прусско-датская война, 1864 г.	Вторая мировая война	Великая Отечественная война	Локальные послевоенные конфликты	
Голова	16,7'21,5	14,6'16,0	15,7	7,0'13,0	15,0	16,0
Шея	—	—	—	—	0,5'1,5	3,0
Грудь	15,5'16,5	16,5'16,9	11,6	7,0'12,0	19,0	8,0
Живот	—	—	5,2	1,9'5,0	11,0	6,0
Таз, поясница	—	—	—	5,0'7,0	—	—
Позвоночник	—	—	—	0,3'1,5	—	—
Верхняя конечность	30,7'31,5	31,0'33,4	23,1	29,0'45,0	25,0	26,0
Нижняя конечность	32,3'35,3	35,5'36,1	30,2	30,0'40,0	27,0	44,0
Множественная	—	—	14,2	—	—	—

В закрытых помещениях тяжесть повреждений при действии ударной волны увеличивается за счет многократного отражения ее от стен и наложения друг на друга. В воде ударная волна распространяется гораздо быстрее и на значительно большее расстояние, чем по воздуху.

Тело человека имеет примерно такую же плотность, как вода, и ударная волна проходит через мягкие ткани довольно свободно. Если же на ее пути встречается плотность, содержащая газ, например легкие, кишечник, то возникают ее разрывы и повреждения.

Проходя через твердые предметы, ударная волна может вызвать поражение, воздействуя непосредственно через борт, стенку, броню. В этих случаях регистрируются множественные переломы, разрывы крупных кровеносных сосудов, внутренних органов, даже удаленных от непосредственного места действия ударной волны. Повреждения могут возникать и при сохранении целостности кожного покрова. Раны вследствие воздействия взрывной волны, не имеют канала, представляют собой обширный дефект кожи разнобразной конфигурации с разрушением подлежащих тканей [10, 13].

Особенностью современных боеприпасов взрывного действия является формирование во время взрыва осколков определенных массы и размера, что обеспечивает их высокую начальную скорость полета (1500'2000 м/с) и сохранение высокой скорости на большом расстоянии от места взрыва. Кроме того, увеличение площади поражения достигается применением взрывов с направленным полетом осколков, использованием мин, взрывающихся над поверхностью земли, кассетных снарядов и бомб, заполнением боеприпасов готовыми поражающими элементами в виде шариков, стрел, кубиков и др.

Так, корпус боеприпаса с шариковыми элементами состоит из легкого металла типа силумина, в который впрессовано 300 стальных шариков диаметром 5,5 мм, весом 0,7 г. 640 таких бомб загружаются в специальный авиационный контейнер, после отделения от которого они падают на землю в шахматном порядке и после взрыва образуют зону сплошного поражения на площади в 250 000 м<sup>2</sup>.

Особенностями ранений стальными шариками являются их множественность, образование в большинстве случаев слепых ран и «биллиард-эффект» при проникающих ранениях черепа и головного мозга. Шарик, обладая большой скоростью и малой массой, проникает в полости и рикошетирует от внутренних поверхностей ребер, позвоночника, таза, вызывая тем самым сочетанные ранения. Множественные слепые раны этими боеприпасами мягких тканей, как правило, в хирургической обработке не нуждаются, а переломы длинных трубчатых костей редки, а если и встречаются, то неполные, по типу дырчатых или «бабочковидных» [17].

Другой разновидностью стандартных осколков являются металлические стрелы, которыми начиня-

ются артиллерийские снаряды. В каждом снаряде находятся до 10 000 стрел весом 0,6'1,3 г с оперением (стабилизатором полета). Особенности ранений стреловидными элементами являются множественность (в человека попадает не менее 5 стрел), а также их сквозной и проникающий характер. Раны, нанесенные стреловидными элементами без повреждения жизненно важных органов, как правило, в хирургической обработке не нуждаются, и раненые погибают в основном от кровотечений при повреждении магистральных сосудов [17].

Наиболее распространенным видом индивидуального стрелкового оружия являются автоматы и винтовки калибра 5,56 и 7,62 мм с прицельной дальностью стрельбы 400'600 м. Масса малокалиберных пуль 3'4 г, начальная скорость полета около 1000 м/с. Пули калибра 7,62 мм имеют массу 8'9 г и начальную скорость полета 700'800 м/с. К групповому автоматическому оружию относятся пулеметы. Они имеют калибр 7,62 и 12,7 мм и боевую скорострельность 200'250 выстрелов в минуту; эффективная дальность стрельбы более 1000 м, начальная скорость полета пули более 800 м/с.

Совершенствование всех образцов индивидуального стрелкового оружия идет по пути уменьшения калибра, массы и габаритов отдельных образцов, увеличения огневой мощи за счет скорострельности, создания многопульных патронов, повышения точности и кучности огня, разработки новых видов и образцов пуль и поражающих элементов. Большое внимание уделяется совершенствованию баллистических характеристик пуль, что позволяет при меньшей общей энергии наносить тяжелые повреждения. Новым направлением здесь являются пули «жироджет» (вращающая струя) в виде мини-ракет, движущей силой которых служит ракетное топливо. Они приводят к обширному повреждению тканей.

В отдельную группу следует выделить так называемые минно-взрывные ранения, возникающие при взрыве противопехотных и других мин [14]. Эти повреждения, как правило, очень тяжелые, сопровождаются множественными раздробленными переломами, прежде всего костей кисти, стопы и нижней трети голени с массивными отслойками мышечных групп и обнажением кости на большом протяжении [15]. Повреждения носят преимущественно сочетанный характер вследствие общего воздействия взрывной волны значительной интенсивности на организм пострадавшего.

Создана и испытана новая «бомба маргариток» по типу объемного оружия. Сила ее взрыва соответствует взрыву атомной бомбы малого калибра. Высокое избыточное давление фронта ударной волны сопровождается тяжелыми баротравмами. Характер механических повреждений при этом зависит как от прямого воздействия ударной волны (от брасывания и опрокидывания), так и от непрямого

(вторичные ранящие снаряды от разрушенных зданий, техники и т. д.). Повреждения внутренних органов чаще всего происходят в местах их фиксации. Нередки травмы и опорно-двигательного аппарата с преобладанием закрытых, множественных и сочтанных.

На вооружение развитых стран в последнее десятилетие поступило высокоточное оружие – управляемые боеприпасы (ракеты, бомбы, мины, снаряды) с аппаратурой самонаведения на цель. Боевые возможности этого оружия по сравнению с обычным возросли в сотни раз. В очаге, как правило, преобладают безвозвратные потери, а санитарные потери представлены в основном тяжелыми и крайне тяжелыми ранеными с повреждениями органов груди, живота, конечностей, среди которых в протившоковой помощи нуждаются до 40% и более (в том числе в хирургических операциях по поводу механических травм – 18%).

Величина поражающего действия любого огнестрельного снаряда складывается из ряда факторов, среди которых решающую роль играют его масса и особенно скорость. Количество расходуемой энергии определяется следующей формулой:

$$KE = M \frac{(V_1 - V_2)}{2g},$$

где  $KE$  – кинетическая энергия пули или осколка,  $M$  – масса снаряда,  $V_1$  – скорость снаряда в момент контакта с объектом,  $V_2$  – скорость за пределами объекта,  $g$  – ускорение свободного падения.

На поведение снаряда оказывают влияние плотность, эластичность повреждаемых тканей, содержание в них жидкой среды, а также форма повреждающего агента и его положение в момент удара о препятствие. Механизм возникновения раны вследствие воздействия снаряда с низкой начальной скоростью полета относительно прост, и с известной степенью приближения его можно сравнить с повреждением, нанесенным штыком или ножом, другими словами, такое повреждение называется практически полностью локальным. При осколочных и пулевых ранениях, нанесенных быстротельными снарядами, хирург встречается с совершенно новым явлением.

Современные боевые огнестрельные снаряды отличаются большой скоростью, которая для пуль составляет 700–990 м/с, для осколков – от 1500 до 4000 м/с, для шариков и стрелок – более 1000 м/с при сохранении кинетической энергии более 200 кгм. Ранения чаще всего наносятся на расстоянии до 300 м, поэтому ударная сила снарядов очень велика.

Снаряд, преодолевая сопротивление тканей, передает им часть своей кинетической энергии. В течение 0,1–1 мс ткани поглощают огромную кинетическую энергию – 100 кгм и больше. Количество кинетической энергии, передаваемой тканям, уве-

личивается прямо пропорционально квадрату скорости снаряда.

Так, пуля, летящая со скоростью 870 м/с, попадая в бедро, передает тканям 135 кгм, а при скорости 367 м/с – только 35 кгм энергии. Разумеется, следует учитывать и площадь соприкосновения снаряда с тканями и направление распространения кинетической энергии.

Характер повреждения зависит также от самой ткани, в частности от ее анатомо-гистологического строения и функционального состояния. Чем более эластична ткань, тем легче она переносит удар снаряда. Значительно хуже реагируют твердые и ломкие ткани, а также ткани, содержащие много жидкости. Количество поглощенной кинетической энергии зависит от плотности ткани, а эластичность и способность ткани сжиматься обуславливают ее амортизационные свойства [8].

Несомненно, влияние на величину и род повреждений оказывает действие так называемых вторичных снарядов, т.е. фрагментов тканей, разных предметов, а также частиц распавшегося первичного снаряда. Специфическое действие выражается в образовании временных пульсирующих полостей. Они возникают как результат ускорения, переданного тканям, и разлета участков ткани под действием кинетической энергии снаряда. Величина временной полости пропорциональна переданной тканям кинетической энергии снаряда. Максимум в своем развитии она достигает через 2–4 мс, удерживается в течение 10–20 мс, а иногда и до 200 мс и после 2–5 пульсаций исчезает.

Образование временной пульсирующей полости вызывают снаряды, обладающие ударной скоростью более 300 м/с, но это явление особенно заметно при скорости свыше 700 м/с. Оно напоминает картину внутритканевого «взрыва», а образующийся в тканях овальный пульсирующий дефект может быть в 30 раз больше диаметра снаряда (рис. 1).

Пульсация временной полости приводит к контузии тканей, их сжатию, растягиванию, расслоению, разрыву, увеличению объема органов и их «растрескиванию», а также к перемещению жидкостей, газов и целых органов, к втягиванию в раневой канал инородных тел, почвы, микроорганизмов и пр. Большая

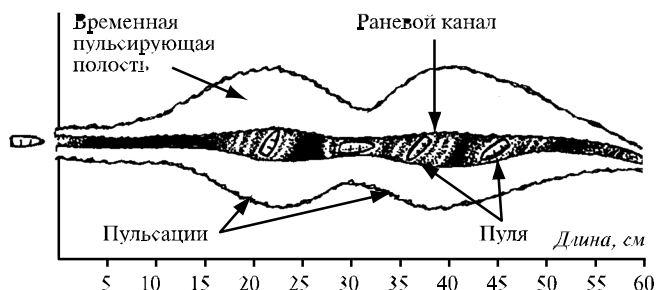


Рис. 1. Поражающее действие пули от автомата АК'47 (калибр 7,64,  $V = 713$  м/с).

часть кинетической энергии передается по направлению полета снаряда, поэтому площадь повреждения тканей обычно увеличивается по направлению к выходному отверстию.

Осколки в связи с их неправильной формой и большим сопротивлением среды максимальное количество энергии передают в момент соприкосновения с тканями. Поэтому временная пульсирующая полость при осколочных ранениях обычно более широкая, но и более короткая, чем при пулевых ранениях. Самая большая протяженность повреждений отмечается со стороны входного отверстия (рис. 2).

Сопротивляемость тканей и органов к повреждающему действию временной полости зависит в основном от их эластичности. Кожа эластична и очень прочна, поэтому при оценке протяженности повреждений нельзя руководствоваться величиной кожной раны. Подкожная клетчатка обычно подвергается большим повреждениям и расслоению. Фасции и апоневрозы достаточно прочны, но это не предотвращает распространенных повреждений тканей в межфасциальных пространствах. Мышцы также довольно прочны, однако в них находится большое количество капилляров, которые подвергаются повреждению, что приводит к вторичным изменениям, связанным с ишемией. Диафизы трубчатых костей наиболее подвержены разрушению, так как в них содержится самое большое количество плотного вещества. Временная пульсирующая полость может вызвать косвенные (непрямые) трещины кости, если снаряд проходит около нее.

В результате образования временной пульсирующей полости могут сместиться и перерастянуться большие кровеносные сосуды, а это приведет к разрывам их внутренней оболочки и эластичных волокон, образованию гематом в средней и наружной оболочках. Возможны также и разрывы стенки сосуда. В таких сосудах очень быстро образуются протяженные тромбы. Малые кровеносные коллекторы и капилляры весьма чувствительны к воздействию временной полости. При их разрывах в непосредственной близости от первичного раневого канала образуются участки тканей с нарушенным кровоснабжением, простирающиеся на 2-10 см в глубину [1, 2, 12].

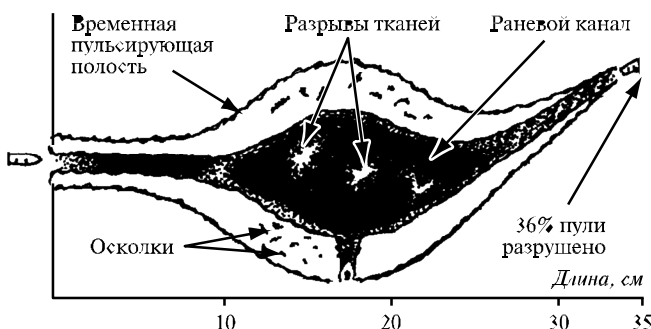


Рис. 2. Поражающее действие американского боеприпаса М193 (калибр 5,56, V = 943 м/с).

Ранения легкого отличаются особенностями, которые зависят от того, что легочная ткань воздушна, а временная пульсирующая полость небольшая. Поэтому при раневом канале относительно небольшого размера на его периферии регистрируется зона массивных кровоизлияний и ателектазов [6].

Сложное строение имеет раневой канал при проникающих ранениях живота. Ход его зависит от ранения полых или паренхиматозных органов, а чаще их сочетанного ранения и повреждения органов брюшинного пространства. При ранениях кишечника повреждения слизистой оболочки могут быть более обширными, чем кажется при осмотре раны [11].

При ранениях быстролетающими снарядами протяженность и характер повреждений зависят преимущественно от величины и продолжительности существования временной пульсирующей полости. Помимо собственно канала огнестрельной раны в прилегающих тканях с обильной сетью сосудов, таких, как головной мозг, легкие и пр., образуется обширная зона кровоизлияний.

Различают еще третью зону тканей – зону сотрясений, или вторичного травматического некроза. Эта зона отличается пониженной жизнеспособностью клеток вследствие «молекулярных нарушений» и расстройств кровоснабжения тканей.

Зона «молекулярного сотрясения» характеризуется рядом особенностей. Анатомические изменения в тканях возникают не сразу. Через 5-6 часов нарастает гиперемия с участками запустевания капилляров. Сосуды расширяются, достигают значительных размеров, вокруг них возникают кровоизлияния, часто сплошные в области «молекулярного сотрясения», превращая последнюю в зону апоплексии.

Повышенная проницаемость сосудов и диapedез возможны и вследствие прямого раздражения вазомоторного аппарата в момент травмы. Они могут развиваться постепенно в результате возникших после ранения расстройств кровообращения типа стаза и также пре- и постстатических состояний. Расстройства питания, отмечаемые в зоне «молекулярного сотрясения», выражаются в атрофических и дегенеративно-некробиотических изменениях. Эти изменения тем интенсивнее, чем более дифференцированы в функциональном отношении ткани, чем они более чувствительны к гипоксии.

Таким образом, в первые часы после ранения в зоне раневого канала преобладают некротические и воспалительные изменения. Морфологические признаки некроза выявляются при гистологическом исследовании в паренхиматозных органах и мышечной ткани через 4-6 часов после ранения, в коже и подкожной клетчатке – через 12-15 часов, в костной ткани – через 2-3 суток [16].

Морфологические и функциональные изменения на удалении от раневого канала, нарастающие со временем, обусловлены процессом гибели клеток в самой

ране и около нее. Они представляют собой специфические отличия огнестрельных ран от других видов ран. Следовательно, все патологические процессы, протекающие в огнестрельной ране, определяются анатомическими и функциональными нарушениями, связанными с непосредственным действием снаряда, реактивно-воспалительными, а также регенераторными процессами.

Такова общая схема раневого процесса, который может развиваться по двум вариантам:

1. Реактивно-воспалительные процессы протекают по типу серозного «травматического» отека без нагноения, за которым следует заживление по типу первичного натяжения;
2. Вторичное заживление с нагноением и образованием грануляций.

Локализация ранений существенно влияет на тяжесть повреждений, боеспособность и объем оказываемой медицинской помощи [3, 5].

На конечности приходится 61% поверхности тела и более 60% всех боевых ран. Как показывают опыт оказания помощи раненым и экспериментальные исследования, основную массу поврежденных тканей при ранениях конечностей составляют мышцы, которые подвергаются полному разрушению на расстоянии 11,5 см от раневого канала и функциональным повреждениям на расстоянии до 34 см в зависимости от вида ранящего снаряда. Однако повреждения сосудов и кровоизлияния могут наблюдаться на гораздо большем расстоянии от раневого канала, что существенно влияет на тяжесть последующих изменений в ране.

Голова и шея составляют около 12% поверхности тела, на их долю приходится 15-20% боевых травм, но они дают 47% летальности. Хотя ткань мозга по плотности близка к мышечной ткани, но ее расположение в черепной коробке определяет совершенно особый характер ранений с повреждениями не только по ходу раневого канала самим ранящим снарядом и осколками костей, но и на значительном расстоянии за счет эффекта «противоудара».

Грудь и живот занимают 25% поверхности тела, на них приходится около 15% боевых ранений и около 40% летальных поражений. Ранения живота характеризуются множественностью повреждений полых и паренхиматозных органов, причем эти повреждения могут быть далеко в стороне от раневого канала и возникать даже при непроникающих ранениях. Современные виды огнестрельного оружия значительно чаще, чем прежде, вызывают тяжелые множественные ранения и повреждения [7].

Таким образом, поражающее действие современных ранящих снарядов определяется тремя основными факторами:

- 1) баллистические характеристики снаряда (скорость полета, устойчивость, масса, форма, конструкция, материал и т.д.);
- 2) характер передачи энергии тканям (количество, мощность, равномерность);

3) анатомическое строение и физиологическое состояние тканей в области ранения (плотность, растяжимость, наличие замкнутых полостей, подвижность и т.п.).

Важной особенностью поражений современными видами огнестрельного оружия являются множественный, сочетанный характер ранений, одновременное поражение груди, живота и опорно-двигательного аппарата, черепа и мозга. Наконец, увеличение мощности взрывов снарядов, мин, бомб приводит к более частым повреждениям внутренних органов ударной волной.

## Литература

1. Беркутов А.Н. Военно-полевая хирургия. – Л., 1973.
2. Беркутов А.Н. // Вестн. АМН СССР. – 1975. – № 1. – С. 3-18.
3. Брюсов П.Г. // Военно-мед. журн. – 1992. – № 4-5.
4. Брюсов П.Г. Военно-полевая хирургия. – М.: ГЭО ТАР, 1996.
5. Брюсов П.Г., Рудаков Б.Я. // Врач. – 1992. – № 7. – С. 15-20.
6. Вагнер Е.А. Хирургия повреждений груди. – М., 1981.
7. Военно-полевая хирургия/ Под ред. К.М. Лисицына, Ю.Г. Шапошникова. – М., 1982.
8. Гирголав С.С. Огнестрельная рана. – Л., 1956.
9. Давыдовский И.В. Огнестрельная рана человека. – М., 1952.
10. Диагностика и лечение ранений/ Под ред. Ю.Г. Шапошникова. – М., 1984.
11. Ерюхин И.А. // Военно-мед. журн. – 1992. – № 1. – С. 6-12.
12. Курс лекций по военно-полевой хирургии/ Под ред. П.Г. Брюсова. – Волгоград: Перемена, 1996.
13. Нечаев Э.А. // Военно-мед. журн. – 1992. – № 4. – С. 5-14.
14. Нечаев Э.А., Грицанов А.И., Фомин Н.А., Миннуленин П. Минно-взрывная травма. – СПб., 1994.
15. Николенко В.К. // Вестник травм. и ортопед. им Н.Н. Приорова. – 1998. – № 4. – С. 35-39.
16. Раны и раневая инфекция: Научный обзор/ Под ред. Б.М. Костюченко. – М., 1975.
17. Указания по военно-полевой хирургии. – М., 2000.

Поступила в редакцию 02.09.03.

## FEATURES OF WOUNDS CAUSED BY PRESENT-DAY FIREARMS

V.I. Savchenko

Vladivostok State Medical University, Municipal Clinical Hospital No. 2 (Vladivostok)

Summary – The survey represents a lecture dedicated to updated firearm trauma and damaging characteristics of advanced weapons systems. The author examines thoroughly the mechanisms of injuries of different tissues and organs, as well as some adaptation and regeneration processes developing in these structures. Concurrently, a great attention is focused on the analysis of experience of armed conflicts of the centuries XIX-XX. The author draws an inference that the distinctive features of present-day firearm injuries are their multiplicity, associated character and simultaneous lesion of various parts of organism.

Pacific Medical Journal, 2003, No. 3, p. 13-17.