

турного и функционального состояния миокарда и коронарных артерий у больных с ишемической болезнью сердца и постинфарктным кардиосклерозом.

**Ключевые слова:** инструментальная и лабораторная диагностика, ишемическая болезнь сердца, постинфарктный кардиосклероз.

### **Current capability of myocardial structure and function assessment in patients with post-infarction cardiosclerosis**

**T.V. ANIKEEVA**

*Bogomolets National Medical University*

**Summary.** *The review was addressed to usage capability of modern instrumental and certain laboratory markers for myocardial and coronary artery structure and function assessment in patients with coronary heart disease and post-infarction cardiosclerosis.*

**Key words:** *instrumental and laboratory diagnostics, coronary heart disease, post-infarction cardiosclerosis.*

**УДК 616.831-001.45**

### **Раневая баллистика. Биофизические аспекты формирования огнестрельных ран мягких тканей свода черепа**

**А.А. ДАНЧИН<sup>1</sup>, Н.Е. ПОЛИЩУК<sup>2</sup>, Г.А. ДАНЧИН<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Национальный военно-медицинский клинический центр  
«Главный военный клинический госпиталь»*

<sup>2</sup> *Национальная медицинская академия последипломного образования  
имени П.Л. Шупика*

**Резюме.** *В статье рассмотрены биофизические и патоморфологические аспекты формирования огнестрельных ран мягких тканей свода черепа (МТСЧ). Определены некоторые закономерности формирования различных раневых каналов при огнестрельных ранах МТСЧ в зависимости от вида ранящего снаряда и его кинетической энергии. Показано, что касательные огнестрельные ранения МТСЧ вызывают ранящие снаряды (пули и осколки), летящие как с убойной кинетической энергией, так и с неубойной энергией, а слепые, сквозные и рикошетирующие ранения МТСЧ обусловлены только осколками, имеющими небольшую кинетическую энергию до (80 Дж). На основании изучения законов раневой баллистики определены патоморфологические особенности характера повреждений МТСЧ при рассматриваемой боевой травме.*

*Даны практические рекомендации по организации лечения и хирургической тактике при огнестрельных ранениях МТСЧ.*

**Ключевые слова:** *огнестрельное ранение мягких тканей свода черепа, раневая баллистика, кинетическая энергия ранящего снаряда.*

Результаты лечение раненых зависят от многих составляющих, в том числе и от понимания военным хирургом механизмов огнестрельных ранений. Игнорирование или неправильная оценка адекватности энергетических параметров огнестрельного снаряда морфологическим свойствам повреждаемых тканей организма могут служить источником различных ошибок, которые порой сводят на нет результаты сложных и трудоёмких диагностических, хирургических и терапевтических мероприятий [10]. В связи с этим практическое применение основных положений баллистики (науки о движении снарядов) является важной составляющей при оценке характера ранения и выработке лечебной тактики, поэтому некоторые исследователи указывают на необходимость изучения баллистики врачами для понимания механизмов образования огнестрельной раны [9, 14, 17, 22]. Особенно это касается сведений о раневой баллистике, изучающей механизмы травматического воздействия и последствий такого взаимодействия ранящих снарядов на ткани, начиная с момента проникновения их в организм человека или животного [13, 17, 23].

Существует единое мнение об особенных механизмах травматического воздействия огнестрельного оружия на ткани человека, значительно отличающихся от механизмов других травм, главными из которых являются характер ранящего снаряда и его кинетическая энергия, локализация ранения и протяженность раневого канала [1–3, 6–8, 12, 19].

Исследования законов раневой баллистики имеют длительную историю. В научных разработках и экспериментах акцент делался в основном на изучении закономерностей воздействия на ткани человека ранящих снарядов с высокой кинетической энергией, вызывающих проникающие и сквозные обширные ранения, образующие главный фактор, разрушающий ткани, – временную пульсирующую полость.

Что же касается огнестрельных ранений мягких тканей свода черепа (МТСЧ), то они обусловлены ранениями, нанесенными снарядами, имеющими небольшую кинетическую энергию [5]. Работ, посвященных изучению раневой баллистики этих ранений, в доступных нам литературных источниках значительно меньше.

**Целью** данного исследования является разработка рекомендаций по оптимизации первичной хирургической обработки огнестрельных ранений МТСЧ на основе теоретического изучения баллистики ранящих снарядов и биофизических механизмов формирования ран мягких

покровов черепа. Для этого было проведено изучение биофизических особенностей формирования различных видов раневых каналов при огнестрельных ранениях мягких тканей в зависимости от кинетической энергии ранящих снарядов и определение оптимальных методов хирургической обработки в зависимости от характера ранения.

### Материалы и методы

Под нашим наблюдением находился 241 раненый с огнестрельными ранениями МТСЧ, у 101 (41,4%) из них помимо огнестрельных ран мягких тканей были диагностированы травматические изменения головного мозга (сотрясения, ушибы, сдавления), у остальных раненых этой группы (140 человек, 58,6%) травматические изменения мозга отсутствовали. Возраст раненых колебался от 19 до 54 лет.

После оказания медицинской помощи на догоспитальном уровне раненые поступали в военные мобильные госпитали (ВМГ), где им оказывали квалифицированную медицинскую помощь в полном объеме. 140 раненых с изолированными ранениями МТСЧ закончили лечение в ВМГ. Раненые с огнестрельными ранениями МТСЧ, сопровождающиеся травмой мозга, были эвакуированы с ВМГ на III уровень (специализированной) медицинской помощи. Большинство раненых (232 человека, 96,3%) получили ранения осколками, 9 раненых (3,7%) имели пулевые ранения. Касательные ранения были выявлены у 89 (37,1%), слепые ранения у 94 (39,1%), рикошетирующие ранения у 49 (20,2%) и сквозные ранения – у 9 раненых (3,6%). В 38% осколочные ранения МТСЧ сочетались с осколочными ранениями мягких тканей других областей.

Для изучения биофизических особенностей формирования различных видов раневых каналов математически определяли кинетическую энергию раневых снарядов и возможный объем огнестрельных повреждений МТСЧ, а также характер внутричерепных повреждений. Сравнивали данные теоретических изысканий с практическими результатами хирургии огнестрельных ранений МТСЧ.

За основу теоретических расчетов принимали убойную кинетическую энергию 80 Дж как критерий эффективности ранящего снаряда, впервые сформулированный Rhone в 1896 г. [18]. Такое значение кинетической энергии принято как энергетический порог этого типа некоторыми странами блока НАТО – США, Германией [18]. В работе использовали классификацию, согласно которой огнестрельные ранения в зависимости от количества энергии, переданной ранящим снарядом тканям, разделяют на ранения, вызванные высокой (более 1000 Дж), средней (250–1000 Дж) и низкой энергией (менее 250 Дж) [24]. В связи с отсутствием четких границ между указанными группами и тем, что классификация является

произвольной, ориентировались на расчеты той части энергии, которую снаряд передает тканям.

Величину кинетической энергии ранящего снаряда при встрече с объектом поражения рассчитывали по формуле:

$$E_k = 1/2 \cdot m \cdot V^2,$$

где  $E_k$  – кинетическая энергия ранящего снаряда, Дж;  $m$  – масса ранящего снаряда, кг;  $V$  – скорость ранящего снаряда, м/с.

Расчет кинетической энергии ранящего снаряда позволяет сравнивать убойную силу и объем разрушений *МТСЧ* различными по характеристике раневыми снарядами в зависимости от их скорости и массы.

Основной величиной кинетической энергии ранящего снаряда, разрушающей ткани ( $E_p$ ), является только та ее часть, которая затрачивается им на преодоление сопротивления встретившихся на пути *МТСЧ*. Эту величину в литературных источниках называют по-разному, чаще – «кинетическая энергия, затраченная на образование раны», и рассчитывают по формулам:

$$E_p = E_k - E_{oc},$$

$$E_k = 1/2 \cdot m \cdot V^2_k$$

$$E_{oc} = 1/2 \cdot m \cdot V^2_{oc},$$

$$E_p = 1/2 \cdot m \cdot (V^2_k - V^2_{oc}),$$

где  $E_p$  – значение кинетической энергии ранящего снаряда, разрушающей ткани;  $E_{oc}$  – остаточная кинетическая энергии ранящего снаряда, которой он обладает в то время, когда покидает ткани, Дж;  $V_{oc}$  – скорость ранящего снаряда в то время, когда ранящий снаряд покидает ткани, м/с (остаточная скорость).

Однако значение кинетической энергии ранящего снаряда, разрушающей ткани, зависит не только от массы и скорости ранящего снаряда, но и от плотности ткани, площади поперечного сечения и длины раневого канала, который ему следует преодолевать, и прямо пропорциональна указанным выше величинам (существуют математические формулы для более точного расчета  $E_p$ , однако для практикующего хирурга знание их не имеет большого значения).

## Результаты и их обсуждение

### *Раневая баллистика и биофизика огнестрельных пулевых ранений МТСЧ*

Чем выше начальная скорость пули и чем больше ее масса, тем больший объем повреждений она вызывает в промежутке эффективного поражения цели (расстояние от начала полета пули до цели, при котором достигается убойный эффект). Так, к примеру, пуля калибра 5,56 мм патрона М855 (НАТО) от малокалиберной винтовки М16А2, имеющая массу 4,2 грамма, с начальной скоростью 945 м/с, в промежутке эффективного поражения цели при скорости в 900 м/с ( $E_k = \frac{1}{2} \cdot 900^2 \cdot 4,2 = 1701,0$  Дж), почти в 22 раза превышающей убойную энергию, при черепно-мозговых проникающих и непроникающих ранениях вызывает значительные повреждения тканей черепа и мозга, несовместимые с жизнью. Пуля, имеющая такую большую убойную энергию в промежутке эффективного поражения цели, теоретически может изолировано повреждать МТСЧ только в виде исключительно касательного ранения, трансформируя энергию менее 80 Дж в ранение мягких тканей и внутричерепные повреждения от «бокового удара» (рис. 1).



*Рис. 1. Распределение энергии пули калибра 5,56 мм патрона М855 (НАТО) калибра 5,56 мм, массой 4,2 грамма, летящей со скоростью 900 м/с. При касательном ранении трансформируется кинетическая энергия менее 80 Дж в формирование раны мягких тканей свода черепа и травматические повреждения мозга в виде сотрясения, ушиба или сдавления*

В связи с вышеизложенным, теоретически не могут встречаться огнестрельные пулевые слепые, сквозные и рикошетирующие ранения МТСЧ, однако в литературе описаны единичные наблюдения, когда пуля «на излете», потеряв свою кинетическую энергию, скорость и убойный потенциал может просто внедриться в мягкие покровы черепа, вызвав незавершенное слепое ранение МТСЧ или выпасть из раневого канала – рикошетирующее ранение (в таких случаях  $E_p$  значительно ниже 80 Дж, к примеру, пуля патрона М588 калибра 5,56 мм летит при энергии в 80 Дж со скоростью ниже 6,2 м/с).

Теоретические обоснования того, что пулевые ранения МТСЧ могут быть только касательными и не могут быть слепыми, сквозными и рикошетирующими, подтверждено и практическими наблюдениями.

Несмотря на то, что касательные огнестрельные пулевые ранения МТСЧ являются результатом действий ранищих снарядов с большой кинетической энергией, классические законы образования временной пульсирующей полости не могут быть применимы к ним. При касательных огнестрельных пулевых ранениях МТСЧ раневые каналы представляют из себя полуцилиндры (типа желобов) и не являются замкнутым пространством, в связи с чем временная полость образоваться не может. При касательных ранениях МТСЧ пуля и его ударно-волновые воздействия механически разрушают ткани по ходу прямолинейного направления, а также имеют ударно-волновые боковые разрушения в виде «бокового удара». Часть энергии разрушения пули, реализующаяся в «боковой удар», является причиной обширных скальпированных, многолокутных повреждений мягких тканей, а также травматических повреждений мозга в виде сотрясения, ушиба, сдавления.

### ***Раневая баллистика и биофизика огнестрельных осколочных ранений мягких тканей свода черепа***

По статистическим данным, в различных крупномасштабных, локальных войнах и вооруженных конфликтах при ранениях МТСЧ в подавляющем большинстве преобладают осколочные ранения, вызываемые поражающими элементами осколочно-фугасных снарядов и противопехотных средств ближнего боя. Многие современные боеприпасы имеют ранищие элементы массой 0,1–0,2 грамма и диаметром 2–3 мм. Однако на вооружении многих стран имеются боеприпасы, которые при взрыве могут производить частицы фрагментации размерами от пыли до металлических кусков массой более 20 г [21]. В отличие от формы пуль, приближающейся к идеальной геометрической, осколки имеют необтекаемую и неоптимальную форму для аэродинамического полета. Поэтому, несмотря на большую начальную скорость (у некоторых осколков даже

большую, чем скорость пули, до 1800 м/с), вследствие большого сопротивления воздуха осколки быстро теряют начальную кинетическую энергию, поэтому убойный интервал и площадь, поражаемая осколками, сравнительно невелика. Например, противопехотные осколочные направленного поражения управляемые мины советского производства МОП-50, МОП-100, МОП-200 (аналоги противопехотной мины M18A1 «Клеймор», США), предназначенные для выведения из строя личного состава противника, наносят поражение человеку за счет ранений готовыми убойными элементами (шариками или роликами). Ниже приведена таблица, в которой указаны основные параметры мин советского производства МОП-50, МОП-100, МОП-200, а также величины убойной скорости и убойного интервала осколков (при убойной энергии осколка в 80 Дж), вычисленные по специальным математическим формулам (таблица) [11, 12, 15, 16].

Таблица

### Основные параметры мин советского производства

	Масса осколка, г	Количество осколков в mine, п	Масса взрывчатого вещества (тритил), кг	Начальная скорость осколка $V_0$ , м/с	Убойная скорость осколка $V_u$ , м/с	Убойный интервал осколка $L_u$ , м	Убойная энергия осколка, Дж
МОН-50	1.5	485	0,7	1200	326	62	80
МОН-100	6.2	400	2	1020	161	146	80
МОН-200	10,7	900	12	1400	122	207	80

Для наглядности на схеме (рис. 2) показаны убойные интервалы осколков мин направленного действия МОП-200 и МОП-50. Огнестрельные ранения, полученные на расстоянии до 207 метров от эпицентра взрыва для мины МОП-200 и до 62 метров от эпицентра взрыва мины МОП-50, будут относиться к категории убойных. В пределах указанных расстояний кинетическая энергия осколков составляет более 80 Дж.



Рис. 2. Убойный интервал осколков мин направленного действия.

Наиболее вероятно огнестрельные осколочные ранения *МТСЧ* будут наблюдаться на расстоянии от 67 м до 101 м от эпицентра взрыва мины МОП-50 (неубойный интервал ( $L_{ny}$ ) составляет 34 м) и от 247 м до 284 м от эпицентра взрыва мины МОП-200 ( $L_{ny}$  – 37 м). В пределах указанных расстояний кинетическая энергия осколков составляет менее 80 Дж.

При огнестрельных осколочных ранениях *МТСЧ* раневые каналы в виде цилиндров наблюдаются при слепых и рикошетирующих ранениях и классические законы терминальной раневой баллистики применимы к ним. Однако, учитывая небольшую кинетическую энергию осколков, временная пульсирующая полость (основной биофизический фактор разрушающий ткани) образоваться не может. Поэтому слепые и рикошетирующие огнестрельные осколочные ранения мягких тканей свода черепа чаще всего бывают точечными и раневые каналы имеют небольшие размеры, как по длине, так и по ширине. Патоморфологически такие раны не могут иметь зоны вторичного некроза, а зона первичного некроза небольшая или незначительная. В связи с чем некоторые точечные раны *МТСЧ* со слепыми раневыми каналами без признаков загрязнения и кровотечения, и без признаков наличия подапоневротической гематомы не подлежат первичной хирургической обработке. Лечение таких ран осуществляют консервативными методами.

При огнестрельных осколочных ранениях *МТСЧ* раневые каналы в виде желоба наблюдаются при касательных ранениях и по своим харак-

терристам мало чем отличаются от огнестрельных пулевых касательных ранений МТСЧ и определить без достоверной анамнестической информации, чем вызвано касательное ранение (пулей или осколком) проблематично. Осколок, имея достаточно высокую кинетическую энергию, часть ее реализует в «боковой удар», что является причиной как и при пулевых ранениях возникновения обширных скальпированных, многолокутных ранений мягких тканей, а также травматических повреждений мозга в виде сотрясения, ушиба, сдавления.

### ***Риски развития внутричерепных осложнений при огнестрельных ранениях МТСЧ***

Травматические повреждения мозга в ряде случаев приводят к внутричерепным осложнениям, которые могут угрожать жизни (бурно развивающийся отек при ушибе мозга, субарахноидальные кровоизлияния и сдавление мозга при формировании внутричерепной гематомы), поэтому огнестрельные ранения МТСЧ имеют определенную степень риска развития внутричерепных осложнений.

Применительно к огнестрельным ранениям МТСЧ степень риска развития внутричерепных осложнений низкая тогда, когда ранящий снаряд имеет небольшую величину кинетической энергии разрушающей ткани, которой достаточно только на формирование раны мягких тканей. В анамнезе в таких случаях – отсутствие сведений о потере сознания, в клинической картине – отсутствие общемозговой и очаговой неврологической симптоматики.

Степень риска развития внутричерепных осложнений средняя в тех случаях, когда ранящий снаряд имеет достаточное значение кинетической энергии, разрушающей ткани, чтобы ее хватило не только на формирование раны мягких тканей, но и трансформации энергии «бокового удара» в сотрясение или ушиб мозга легкой степени. В анамнезе у таких раненых наблюдают кратковременную потерю сознания, в клинической картине – наличие общемозговой симптоматики при сотрясении и ушибе мозга, а также очаговой неврологической симптоматики при ушибе.

Степень риска развития внутричерепных осложнений высокая у тех раненых, у которых ранящий снаряд имеет достаточную величину кинетической энергии, разрушающей ткани, чтобы ее хватило не только на формирование раны мягких тканей, но и на энергию «бокового удара», которая при контакте с черепом трансформируется в ушиб мозга средней (рис. 3) и тяжелой степени или в субдуральную гематому, сдавливающую головной мозг. В анамнезе у таких раненых наблюдают более длительную потерю сознания, а при сдавлении мозга субдуральной гематомой – наличие «светлого промежутка»; в клинической картине – выраженная общемозговая и очаговая неврологическая симптоматика.



*Рис. 3. КТ изображение множественного осколочного касательного ранения мягких тканей свода черепа, сопровождающееся очаговым ушибом мозга*

Все раненые с огнестрельными пулевыми и осколочными ранениями МТСЧ с нарушением сознания (или указаниями о потере сознания в анамнезе) имеют среднюю и высокую степени рисков внутричерепных осложнений. После оказания догоспитальной медицинской и квалифицированной помощи они должны быть эвакуированы с II уровня (ВМГ) на III уровень лечебно-эвакуационного обеспечения.

### ***Морфологические особенности огнестрельной раны МТСЧ***

Теоретические основы механизмов макроанатомического и микроанатомического травматического воздействия ранящего снаряда на ткани были изучены М. Borst на основании наблюдений за ранеными и при патоморфологическом исследовании огнестрельных ран во время Первой мировой войны [20]. Этот исследователь пришел к выводу, что механические воздействия ранящего снаряда, происходящие в направлении его поступательного движения вперед, приводят к разрушению тканей на пути его следования, а также ранящий снаряд повреждает ткани с боковых его сторон вследствие «бокового удара» и выделил три патоморфологические зоны огнестрельной раны:

1. Зона дефекта тканей (образуется вслед за механическим разрушением тканей ранящим снарядом) – это зона раневого канала, содержащая разрушенные тканевые структуры, инородные тела, кровь в виде сгустков и жидкой ее части и раневой экссудат.
2. Зона дефекта тканей, переходящая в зону некротических тканей, являющейся стенками раневого канала.
3. Зона некротических тканей, переходящая в зону молекулярного сотрясения тканей, в которой происходят нарушения микроциркуляции тканей, и их иннервации.

Последующие исследования механизмов образования огнестрельной раны подтвердили научные выводы М. Borst в отношении существования зоны дефекта тканей и зоны некротических тканей, которые в современной литературе называются соответственно зоной раневого дефекта и зоной первичного некроза [20]. Что касается зоны молекулярного сотрясения тканей, то в указанной зоне исследователи выявили вторичные некрозы, поэтому она получила название зоны вторичного некроза.

Зона вторичного некроза формируется в течение нескольких суток после ранения, а сразу после ранения представляет собой расположенные сразу же за зоной первичного некроза неравномерно локализованные ушибленные ткани с поврежденными мелкими кровеносными сосудами, кровоизлияниями, некоторой частью разрушенных клеток и клеточных структур. Вторичный некроз начинает клинически проявляться через несколько суток после ранения и вызывает осложненное течение огнестрельной раны, подвергшейся операции первичной хирургической обработке в первые сутки после ранения, если не удалены ткани в области молекулярного сотрясения. Поэтому, если определение явно нежизнеспособных тканей во время первичной обработки огнестрельной раны свода черепа не вызывает у хирурга больших сомнений, то определение границы между второй и третьей зонами является до настоящего времени неразрешенной проблемой, так же, как и четкое определение хирургом во время первичной хирургической обработки раны границы жизнеспособных и нежизнеспособных тканей. Однако раны мягких тканей, которые наносятся ранащими снарядами с низкой кинетической энергией, не имеют зоны вторичного некроза, а зона первичного некроза незначительная [5]. При огнестрельных осколочных слепых и рикошетирующих ранениях МТСЧ, вызванных, как правило, ранащими снарядами с небольшой кинетической энергией и отсутствием временной пульсирующей полости, зона первичного некроза кожи, подкожной клетчатки, апоневроза совершенно небольшая, поэтому нет необходимости во время первичной хирургической обработки иссекать края раны, отступив на 0,5 см, как предлагали ранее во многих войнах военно-полевые хирурги; достаточно с помощью вакуумного аспиратора или микроножниц удалить явно нежизнеспособные ткани.

При огнестрельных осколочных и пулевых касательных ранениях мягких тканей свода черепа, вызванных ранащими снарядами с гораздо большей кинетической энергией, чем при слепых ранениях, зона первичного некроза кожи, подкожной клетчатки, апоневроза также обычно невелика (хотя больше чем, при слепых или рикошетирующих ранениях), однако имеет место достаточно большая протяженность скальпированных краев раны, иногда в виде многочисленных кожно-апоневротических лоскутов, тем не

менее нет необходимости во время первичной хирургической обработки иссекать края раны, достаточно с помощью вакуумного аспиратора или микроножниц удалить явно нежизнеспособные ткани.

При огнестрельных касательных, слепых и рикошетирующих ранениях мягких тканей свода черепа незаияющие раны (повреждения кожи, подкожной клетчатки – до апоневроза) не подлежат первичной хирургической обработке. Лечение таких ран осуществляется консервативными методами (туалет ран, перевязки).

### **Выводы**

1. Теоретические расчеты свидетельствуют, что пули, имеющие любое значение кинетической энергии, могут изолировано повреждать МТСЧ только в виде исключительно касательного ранения, что подтверждено и практическими наблюдениями (как исключение может иметь место незавершенное пулевое слепое ранение).

2. При огнестрельных осколочных слепых и рикошетирующих ранениях МТСЧ цилиндрические раневые каналы образуются за счет трансформации небольшой кинетической энергии ударно-волновых действий осколка, поэтому слепые и рикошетирующие огнестрельные осколочные ранения МТСЧ чаще всего бывают точечными, и раневые каналы имеют небольшие размеры, как по длине, так и по ширине. Патоморфологически такие раны не имеют зоны вторичного некроза, а зона первичного некроза небольшая или незначительная, что позволяет не иссекать мягкие ткани вокруг раны во время первичной хирургической обработки, а ограничиваться только удалением некротических тканей.

3. При огнестрельных касательных, слепых и рикошетирующих ранениях МТСЧ незаияющие раны (повреждения кожи, подкожной клетчатки – до апоневроза) не подлежат первичной хирургической обработке. Лечение таких ран следует осуществлять консервативными методами (туалет ран, перевязки).

4. Огнестрельные касательные осколочные и пулевые ранения МТСЧ представляют собой раневые каналы в виде полуцилиндра (типа желоба) и не являются замкнутым пространством, в связи с чем временная пульсирующая полость образоваться не может. При касательных ранениях МТСЧ ранящий снаряд и его ударно-волновые воздействия механически разрушают ткани по ходу прямолинейного направления, а также имеют ударно-волновые боковые разрушения в виде «бокового удара». Часть энергии разрушения ранящего снаряда, реализующаяся в «боковой удар», является причиной обширных скальпированных, многолокутных повреждений мягких тканей, а также травматических повреждений мозга в виде сотрясения, ушиба, сдавления.

5. Все раненые с огнестрельными пулевыми и осколочными ранениями *МТСЧ* с нарушением сознания (или указаниями о потере сознания в анамнезе) имеют среднюю и высокую степени рисков внутричерепных осложнений. После оказания им догоспитальной медицинской и квалифицированной помощи они должны быть эвакуированы с II уровня (ВМГ) на III уровень лечебно-эвакуационного обеспечения.

### Литература

1. Александров Л.Н. Об одной ошибочной теории образования огнестрельной раны / Л.Н. Александров, Е.А. Дыскин, Л.Б. Озерецковский // *Вестн. хирургии.* – 1964. – Т. 93, № 5. – С. 59–64.
2. Беркутов А.Н. Современное учение об огнестрельной ране / А.Н. Беркутов, Е.А. Дыскин // *Вестн. АМН СССР.* – 1979. – № 3. – С. 11–17.
3. Беркутов А.Н. Механизм образования и строения огнестрельной раны. – В кн.: *Раны и раневая инфекция* / Под ред. М.И. Кузина и Б.М. Костюченко. – М., 1981. – С. 628–640.
4. Вишневский А.А. Огнестрельная рана / А.А. Вишневский, М.И. Шрайбер // *Воен.-мед. журн.* – 1971. – № 5. – С. 26–33.
5. Гуманенко Е.К. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов / Е.К. Гуманенко, И.М. Самохвалов. – М., 2014. – С. 83–84.
6. Денъковский А.Р. Очерки патологической анатомии огнестрельной раны. / А.Р. Денъковский – Л., 1969. – 30 с.
7. Ерюхин И.А. Патогенез и лечение огнестрельной раны мягких тканей / И.А. Ерюхин, В.М. Жирновой, В.И. Хрупкин // *Вестн. хирургии.* – 1990. – Т. 145, № 8. – С. 53–58.
8. Костючёнок Б.М. Современная огнестрельная рана / Б.М. Костючёнок, В.А. Думчев, В.А. Карлов // *Воен.-мед. журн.* – 1977. – № 6. – С. 16–18.
9. Денъковский А.Р. О механизме огнестрельных ранений / А.Р. Денъковский // *Вестн. хирургии.* – 1958. – № 1. – С. 7–20.
10. Молчанов В.И. Огнестрельные повреждения и их судебно-медицинская экспертиза. / В.И. Молчанов, В.Л. Попов, К.Н. Калмыков – Л., 1990. – 272 с.
11. Оружие России: Вооружение сухопутных войск. Каталог, т. 1. – М., 1996. – 54 с.
12. Покровский Г.И. Взрыв / Г.И. Покровский – М. : Недра, 1980. – С. 190.
13. Попов В.Л. Судебно-медицинская баллистика / В.Л. Попов, В.Б. Шигеев, Л.Е. Кузнецов – СПб. : Гиппократ, 2002. – 83 с.
14. Селезнев Н.А. Боеприпасы наземной артиллерии / Н.А. Селезнев, П.И. Чекалин. – Ч. 1. – М. : Воениздат, 1970. – 248 с.
15. Средства поражения и боеприпасы: учебник / Под ред. В.В. Селиванова. – М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 284 с.
16. Физика взрыва: В 2 т. Т. 2. 3-е изд., испр. / Под ред. Л.П. Орленко. – М. : Физматлит, 2004. – 304 с.
17. *Wound Ballistics: Basics and Applications* / P. Beat., M. Robin, A. Markus Rothschild, M. Thali. // Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011, P. 2–10.

18. Wound Ballistics: Basics and Applications / P. Beat, M. Robin, A. Markus Rothschild, M. Thali // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2011. – P. 180–200.
19. Berlin R.Y. Missile injury in live muscle tissue. Current principles of surgical treatment in reference to new experimental evidence / R.Y. Berlin // Acta Chir. Scand. – 1977. – Suppl. 480. – P. 1–45.
20. Borst M. Allgemeines über die Wirkung der Geschosse, Waffen. In «Hand. d. Arcitl. Erfahrungen im Weltkriege 1914-1918 Jahr.» / M. Borst. – Leipzig, 1921. – Bd. 8. – P. 206–235.
21. Giannou C. Working with limited resources in armed conflict and other situations of violence. / C. Giannou, M. Balcan // War surgery. – Geneva, Switzerland, 2009. – Vol. 1. – 68 p.
22. Hill P.F. Small fragment wounds: Biophysics, pathophysiology and principles of management. / P.F. Hill, D.P. Edwards, G.W. Bowyer // J. R. Army Med. Corps. – 2001. – Vol. 147. – P. 41–51.
23. French R.W. Ballistic characteristics of wounding agents / R.W. French., G.R. Callender // In Heaton LD, Coates J.B., Beyer J.C., eds. – Wound Ballistics. Washington. Office of the Surgeon General., – 1962. – P. 91–141.

**Ранова балістика. Біофізичні аспекти  
формування вогнепальних ран м'яких тканин склепіння черепа**

**А.О. ДАНЧИН<sup>1</sup>, М.Є. ПОЛІЩУК<sup>2</sup>, Г.О. ДАНЧИН<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Національний військово-медичний клінічний центр  
«Головний військовий клінічний госпіталь»

<sup>2</sup> Національна медична академія післядипломної освіти  
імені П.Л. Шупика

**Резюме.** У статті розглядаються біофізичні й патоморфологічні аспекти формування вогнепальних ран м'яких тканин склепіння черепа (МТСЧ). Знайдені певні закономірності формування різних ранових каналів при вогнепальних ранах МТСЧ залежно від виду снаряду, що ранив, і його кінетичної енергії. Доведено, що дотичні поранення викликають снаряди, що вражають і летять як із забійною кінетичною енергією, так і з незабійною енергією, а сліпі, наскрізні й рикошетні поранення МТСЧ зумовлені осколками, що мають невелику кінетичну енергію (до 80 Дж). На підставі вивчення ранової балістики визначений патоморфологічний характер ушкоджень МТСЧ при розглянутій бойовій травмі. Дані практичні рекомендації з організації лікування й хірургічної тактики при вогнепальних пораненнях МТСЧ.

**Ключові слова:** вогнепальне поранення м'яких тканин склепіння черепа, ранова балістика, кінетична енергія снаряда, що ранив.

## **Wound ballistics: the biophysical aspects of the formation of the missile wounds of the soft tissues of the skull**

**A.A. DANCHIN<sup>1</sup>, N.E. POLISCHUK<sup>2</sup>, G.A. DANCHIN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *National Military Medical Clinical Center «Main Military Clinical Hospital»*

<sup>2</sup> *Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

**Summary.** *In the article, the biophysical and pathologic aspects of the formation of the missile wounds of the soft tissues of the skull (MWSTS) are considered. The consistent pattern was found in the formation of the different wound channels of MWSTS that differs according to the kind of filler and its kinetic energy. It has been shown that the tangent MWSTS were caused by the bullets and the shell splinters with the killing kinetic energy or without such, while the blunt wounds, through-and-through wounds, and ricochet MWSTS are caused by fragments with low killing kinetic energy (less than 80 J).*

*Pathomorphological features of MWSTS have been determined based on studied wound ballistics. Practical recommendations on the organization of the treatment and surgery tactics for MWSTS have been provided.*

**Key words:** *the missile wounds of the soft tissues of the skull, wound ballistics, kinetic energy of the wound missile.*

**УДК 612.17-88.411.9**

## **Інноваційний портативний електрокардіографічно-фотометричний програмно-апаратний комплекс: нові діагностичні можливості в різних галузях військової медицини**

**А.П. КАЗМІРЧУК<sup>1</sup>, Г.В. МЯСНИКОВ<sup>1</sup>, С.В. СОФІЄНКО<sup>1</sup>,  
О.О. БУГАЙ<sup>1</sup>, А.А.ВОРОНКО<sup>2</sup>, І.А. ЧАЙКОВСЬКИЙ<sup>3</sup>,  
М.М. БУДНИК<sup>3</sup>, В.І. ДЕГТЯРУК<sup>3</sup>, Ю.О. ФРОЛОВ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь»,*

<sup>2</sup> *Українська військово-медична академія,*

<sup>3</sup> *Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ*

**Резюме.** *Статтю присвячено обговоренню структури, можливостей та досвіду практичного застосування інноваційного портативного електрокардіографічно-фотометричного програмно-апаратного комплексу. Дано характеристику програмному забезпеченню комплексу, проаналізовано досягнення*