

Обзорная статья

УДК 355: 541.11

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma73198>

РАЗРАБОТКА ШКАЛЫ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ МИННО-ВЗРЫВНЫХ РАНЕНИЙ ЗАЩИЩЕННЫХ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

А.В. Денисов, В.В. Хоминец, С.М. Логаткин, А.В. Анисин, А.П. Божченко

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Рассмотрены результаты анализа существующих подходов к оценке тяжести повреждений нижних конечностей человека, защищенных взрывозащитной обувью, при подрыве на минно-взрывном боеприпасе. Известно, что в современных локальных войнах и вооруженных конфликтах наблюдается все более широкое применение минно-взрывных боеприпасов. В настоящее время в мире установлено и находится в боевом положении свыше 110 млн мин. Ежегодно при подрывах на взрывоопасных предметах погибает около 10 тыс. человек и более 20 тыс. мирных жителей получают увечья. Необходимость проведения разминирования территории и уничтожения обнаруженных боеприпасов несут риски получения специалистами минно-взрывной травмы конечностей. Для снижения вероятности тяжелого поражения саперов требуется разработка эффективных средств защиты от взрыва, к числу которых относится защитная обувь сапера. Оценка ее защитной эффективности требует использования особого методического аппарата, который должен включать соответствующие методы оценки тяжести полученных минно-взрывных повреждений. Минно-взрывные ранения являются особым видом боевой хирургической патологии, когда у пострадавших отмечаются отрывы и множественные повреждения тканей конечностей, сопровождающиеся тяжелыми нарушениями функционального состояния организма. Выявлено, что практически все имеющиеся отечественные классификации минно-взрывных ранений имеют выраженную клиническую направленность, а зарубежные — не приняты в России терминологию и не могут быть в полной мере использованы в испытательных целях. Предложен вариант рабочей классификации в виде оценочной шкалы, не только отражающей особенности данного вида минно-взрывной травмы, но и содержащей критерии оценки тяжести и допустимости полученных минно-взрывных повреждений. Показана возможность ее применения для оценки защитных свойств обуви сапера при подрыве под ней зарядов взрывчатого вещества с рекомендацией включения данной методики в соответствующую научно-техническую документацию системы общих технических требований к средствам индивидуальной защиты сапера при ее разработке.

Ключевые слова: военнослужащие; защитная обувь сапера; контактный подрыв; минно-взрывная травма; нижние конечности; оценка тяжести повреждения; противопехотная мина; средства индивидуальной защиты; судебно-медицинская экспертиза.

Как цитировать:

Денисов А.В., Хоминец В.В., Логаткин С.М., Анисин А.В. Разработка шкалы оценки тяжести минно-взрывных ранений защищенных нижних конечностей человека // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 3. С. 195–204. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma73198>

Overview article

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma73198>

DEVELOPMENT OF MINE-BLAST TRAUMA SEVERITY SCORE FOR LOWER EXTREMITIES IN MEN

A.V. Denisov, B.B. Khominets, S.M. Logatkin, A.V. Anisin, A.P. Bozhchenko

Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT: This study presented the results of the analysis of existing approaches to the assessment of the severity of lower extremity injuries protected with explosion-proof shoes in case of mine-explosive ammunition explosion. An increasing number of mine explosives are used in modern local wars and armed conflicts. At present, more than 110 million mines are planted and activated. Every year, nearly 10 thousand individuals are killed by explosive demolitions, and more than 20 thousand civilians sustain injuries. The necessity to clear minefields and to destroy located ammunition increases the risks of mine clearance specialists to mine-blast trauma of the lower extremities. To reduce the likelihood of severe trauma in this population, developing effective blast protective equipment, such as anti-mine boots, is necessary. The effectiveness evaluation of protective boots requires special methodology that should comprise relevant methods of mine-blast trauma severity estimation. Mine-blast trauma is a special type of surgical pathology where the injured individual has extremity avulsion or multiple injuries to extremity tissues accompanied by severe impairment of body functions. Almost all available domestic classifications of mine-explosive wounds have a pronounced clinical orientation, and foreign ones have terminologies that are not accepted in Russia and cannot be fully used for assessment purposes. The modified working classification, in the form of a rating scale, showed not only the characteristics of a given blast trauma but also the criteria of trauma severity estimation and feasibility of exposure to blast trauma. The results of the study demonstrated the potential for its use to estimate the protective features of mine clearance specialist boots when exposed to charge explosion, as well as recommendations to include this classification in documenting the science and technology that deal with the general specifications of protective equipment for specialists at the project stage.

Keywords: servicemen; anti-mine boots for specialists; contact detonation; mine-blast trauma; lower extremities; trauma severity estimation; anti-personnel mine; individual protective means; forensic medicine.

To cite this article:

Denisov AV, Khominets BB, Logatkin SM, Anisin AV, Bozhchenko AP. Development of mine-blast trauma severity score for lower extremities in men. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(3):195–204. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma73198>

Received: 30.06.2021

Accepted: 10.08.2021

Published: 15.09.2021

В современных локальных войнах и вооруженных конфликтах наблюдается все более широкое применение минно-взрывных боеприпасов. Если в начале прошлого века, во время Русско-японской войны, доля взрывной травмы не превышала 20%, то в современных вооруженных конфликтах на нее приходится не менее 69% пострадавших от всех боевых поражений [1–3].

Данная проблема сохраняет свою актуальность на территориях, где по окончании активных боевых действий остается огромное количество минных полей, заминированных объектов, неразорвавшихся артиллерийских снарядов и бомб. При этом большинство взрывных боеприпасов не утрачивает свои боевые качества в течение многих десятилетий. По данным Организации Объединенных Наций, в настоящее время на территориях почти 60 стран мира установлено и находится в боевом положении свыше 110 млн мин. Ежегодно при подрывах на взрывоопасных предметах погибает около 10 тыс. человек и более 20 тыс. мирных жителей получают увечья [4–6].

Все это диктует необходимость проведения разминирования территории и уничтожения обнаруженных боеприпасов с привлечением специалистов, условия труда которых несут риски получения ими минно-взрывной травмы (МВТ) конечностей. С целью сокращения вероятности тяжелого поражения саперов требуется разработка средств индивидуальной защиты от взрыва, к числу которых относится защитная обувь сапера (ЗОС). Оценка ее защитной эффективности требует использования особого методического аппарата, который должен включать соответствующие методы оценки тяжести полученных минно-взрывных повреждений (МПВ), что невозможно без активного участия медиков [7, 8].

Минно-взрывные ранения (МВР) рассматриваются как особый вид боевой хирургической патологии, при которой, независимо от механизма подрыва, у всех пострадавших на фоне тяжелого контузионно-комоционного синдрома и кровопотери отмечаются отрывы или множественные повреждения тканей конечностей, сопровождающиеся тяжелыми нарушениями функционального состояния организма. Именно тяжесть первичных повреждений и течения травматической болезни у данной группы раненых, сопровождающихся большим числом инфекционных осложнений и высокой степенью инвалидизации, требуют проведения разноплановых исследований по разработке эффективной системы патогенетически обоснованных лечебных и профилактических мероприятий [9–11].

Ряд отечественных авторов все многообразие МВТ предлагают разделить на два основных клинических варианта: МВР, возникающие преимущественно в результате контактного механизма подрыва у незранированного (незащищенного) личного состава; и МВП, характеризующиеся, как правило, опосредованным (неконтактным) механизмом воздействия факторов взрыва (обычно

у защищенного личного состава). При этом для МВР наиболее характерно сочетание взрывных разрушений и отрывов конечностей с преимущественно закрытой черепно-мозговой травмой, закрытыми повреждениями и/или ранениями, в том числе проникающими, груди, живота и таза. Для МВП характерны закрытые (преимущественно) и открытые повреждения опорно-двигательного аппарата (множественные оскольчатые переломы, вывихи, ушибы), а также внутренних органов, сочетающиеся с общим контузионно-коммоционным синдромом [12, 13].

Однако на практике не всегда представляется возможным провести разграничения между МВР и МВП. Зачастую при несоответствии эффективности средства защиты и мощности взрывного устройства будут преобладать клинические проявления МВР. В этой связи для военно-полевых хирургов, на наш взгляд, более подходящей является лечебно-тактическая классификация, предложенная Е.К. Гуманенко [14], соотносимая с общей классификацией боевой травмы и определяющая хирургическую тактику. В данной классификации все повреждения, возникающие у раненых от воздействия факторов взрыва, предложено разделить на три группы: МВР, возникающие в зоне прямого поражения и обязательно сопровождающиеся взрывным разрушением тканей и отрывом сегментов конечностей; взрывные травмы (ВТ), возникающие от действия всех факторов взрыва при отсутствии прямого контакта со взрывным устройством с учетом метательного действия взрыва, воздействия окружающих предметов и забронированного поражения; осколочные ранения вне зоны поражения другими факторами взрыва.

Из отечественных способов оценки степени тяжести боевой огнестрельной травмы наибольшее распространение среди военных врачей нашла шкала оценки тяжести огнестрельных повреждений «Военно-полевая хирургия — повреждения (огнестрельные ранения) — ВПХ-П (ОР)», разработанная специалистами кафедры военно-полевой хирургии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова на основе анализа опыта оказания хирургической помощи раненым в локальных войнах и вооруженных конфликтах последних десятилетий [15].

Оценка тяжести всех совокупных повреждений у раненого осуществляется путем присвоения каждому выявленному повреждению соответствующего балла. При этом для удобства использования авторами произведено разделение возможных повреждений по областям тела, что отражено в виде отдельных таблиц. Предложенная оценка тяжести огнестрельных повреждений конечностей представлена в таблице 1.

Полученные балльные оценки суммируются с последующей градацией тяжести повреждения на легкие (0,05–0,4), средней тяжести (0,5–0,9), тяжелые (1–12) и крайне тяжелые (> 12) с летальностью 0%, < 1%, 1–50% и > 50% соответственно.

Стоит отметить, что данная шкала предназначена для принятия военно-полевым хирургом лечебно-эвакуационного решения в отношении раненого с огнестрельной травмой и, соответственно, в полной мере не учитывает всех местных и общих особенностей МВТ.

На основании опыта медицинского обеспечения советского контингента в Афганистане В.М. Шаповаловым [16] была предложена собственная классификация взрывных ранений и травм. Согласно этой классификации, МВР и МВТ являются частными видами взрывных ранений и травм, разделяясь по характеру ранения, сопутствующим повреждениям тканей, по наличию сочетанных повреждений, по характеру, виду и локализации возникающих переломов и суставных повреждений. В качестве источника взрывных ранений отдельно выделены кумулятивный заряд, граната и запал. Помимо описания морфологических проявлений взрывных повреждений конечностей в данную классификацию была заложена возможность одновременной оценки возникающих функциональных нарушений в виде определения степени кровопотери и степени тяжести развивающегося шока.

Кроме того, в классификации были учтены всевозможные повреждения, получаемые пострадавшими в результате прямого и опосредованного воздействия

факторов взрыва, что позволяло сформулировать развернутый клинический диагноз. Однако, помимо возможности формирования подробного морфо-функционального диагноза, данная модель не позволяет судить о специфике выявленных повреждений и не содержит алгоритма категорирования, что, в свою очередь, не позволяет полноценно применить данную классификацию при оценке качества взрывозащитных средств (в частности ЗОС) [17].

Несомненно, что тяжесть взрывных травм может быть определена и при помощи соответствующих шкал повреждений, представляемых в виде условной количественной (числовой) характеристики (кода) типа и тяжести каждого конкретного повреждения.

Наиболее известной шкалой подобного типа, используемой во всем мире, является предложенная Американской медицинской ассоциацией сокращенная шкала повреждений Abbreviated Injury Scale (AIS) [18].

В системе AIS каждое повреждение оценивается как по характеру, так и по тяжести. При этом шкала AIS предназначена для оценки тяжести только изолированных повреждений, поскольку суммирование кодов тяжести недопустимо. Выявленные повреждения ранжируются по шкале от 1 до 6 баллов (табл. 2).

Таблица 1. Оценка тяжести повреждений по шкале «ВПХ-П (ОР) — конечности»

Table 1. Trauma severity score by the rating scale "Military field surgery injuries (gunshot wounds): the extremities"

Характер и локализация повреждений	Тяжесть повреждений, балл
Ограниченные раны мягких тканей конечностей	0,05
Непроникающие раны крупных суставов	0,1
Ограниченные раны мягких тканей стопы	0,2
Краевые и дырчатые переломы длинных костей	0,2
Проникающие раны мелких суставов	0,2
Обширные раны мягких тканей конечностей	0,6
Ограниченные раны мягких тканей и костей стопы	0,8
Проникающие раны крупных суставов	1
Перелом голени	2
Обширные раны мягких тканей и костей стопы	2
Повреждение крупных нервов	2
Отрыв стопы	3
Перелом бедра	3
Повреждение магистральных сосудов конечностей	4
Отрыв голени	4
Отрыв бедра	10

Таблица 2. Сокращенная шкала повреждений AIS

Table 2. AIS-abbreviated trauma score

Балл	Тяжесть повреждений
1	Легкие
2	Средней тяжести
3	Тяжелые, не угрожающие жизни
4	Тяжелые, не угрожающие жизни, но с вероятностью выживания
5	Угрожающие жизни, при которых выживание маловероятно
6	Несовместимые с жизнью со смертельным исходом в течение 24 ч

Шкала AIS имеет ряд существенных недостатков, основными из которых являются субъективизм в оценке тяжести повреждений, приводящий к механическому объединению повреждений различных локализаций на основании произвольных критериев, а также возможность оценки только изолированных повреждений, тогда как для МБТ свойственен множественный и сочетанный характер ранений [19].

Еще одним примером реализации клинического подхода является предложенная в 2014 г. «Бастианская» классификация взрывной травмы нижних конечностей, разработанная группой специалистов полевого госпиталя «Camp Bastion», развернутого британским контингентом в Афганистане в период с 2006 по 2014 г. [20]. Данная классификация предполагает разделение раненых на пять классов в зависимости от уровня травмы нижних конечностей:

- I класс — повреждена (разрушена) только стопа;
- II класс — разрушение выше стопы с возможностью наложения жгута ниже колена;
- III класс — разрушения выше колена с возможностью наложения жгута на бедро;
- IV класс — разрушения выше колена, но с невозможностью наложения жгута на бедро;
- V класс — взрывная травма ягодичной области.

Кроме того, в зависимости от характера сопутствующей травмы выше уровня бедра раненым присваиваются четыре буквенных индекса: А — проникающее ранение живота; В — повреждение половых органов и промежности; С — нарушение целостности тазового кольца; D — травма верхней конечности.

Указанная классификация также имеет клинико-тактическое значение. Каждому раненому присваивается определенный класс повреждения, согласно которому определяется уровень оказания помощи и характер лечебно-эвакуационных мероприятий. При взрывной травме II класса хирургическая помощь может быть оказана в госпитале войскового района, в то время как при травме III класса уже требуется участие сосудистого хирурга с необходимостью эвакуации раненого в специализированный госпиталь. Наглядность и простота оценки

тяжести пострадавших в указанной классификации особенно полезны при массовом поступлении раненых [21].

В целом, представленные выше классификации не могут быть в полной мере использованы для оценки защитной обуви, так как не позволяют оценить допустимость того или иного воздействия.

В настоящая время в странах Североатлантического альянса при тестировании защитной обуви успешно используется шкала минно-взрывной травмы Mine Trauma Score (MTS), таблица 3 [22].

В качестве предела, характеризующего требуемый уровень защиты нижней конечности военнослужащего специальной обувью, принимается значение MTS до 1b включительно, когда допускается наличие таких повреждений нижней конечности, которые не приводят к ампутации стопы («не требуется серьезного хирургического вмешательства» либо «требуется хирургическое вмешательство, конечность может быть сохранена») [23].

Нами [24] был предложен собственный вариант рабочей классификации в виде оценочной шкалы MBT нижних конечностей человека для оценки образцов взрывозащитной обуви с дополнительным обоснованием степени тяжести повреждений в виде прогнозируемого процента стойкой утраты общей трудоспособности (табл. 4).

В представленной оценочной шкале под открытыми незагрязненными повреждениями подразумеваются открытые переломы костей стопы при сохранении целостности обуви изнутри, тогда как под открытыми загрязненными повреждениями — открытые переломы костей стопы при нарушении целостности обуви изнутри. При наличии трех и более признаков представленных повреждений одновременно степень тяжести MBT увеличивается на ступень.

Последовательность работы с данной шкалой предполагает сопоставление всех полученных повреждений защищенной нижней конечности у раненого (после подрыва) с повреждениями, указанными в соответствующих разделах таблицы, и определение их степени тяжести в баллах. Каждому баллу соответствуют не только свои морфологические критерии повреждений, но и необходимая медицинская помощь с уточнением возможного

Таблица 3. Шкала минно-взрывной травмы, принятая в Североатлантическом альянсе

Table 3. Mine-blast trauma score accepted in North Atlantic Treaty Organization

Степень тяжести	Вид травмы	Хирургическая тактика
0	Минимальная	Не требуется серьезного хирургического вмешательства
1	Закрытая	Требуется хирургическое вмешательство, конечность может быть сохранена
1a	Открытая незагрязненная	
1b	Открытая загрязненная	
2	Закрытая	Требуется ампутация ниже колена
2a	Открытая незагрязненная	
2b	Открытая загрязненная	
3	Открытая загрязненная	Требуется ампутация на уровне голени или бедра
4	Открытая загрязненная	Требуется ампутация на уровне бедра

Таблица 4. Оценочная шкала минно-взрывной травмы нижних конечностей человека для оценки образцов взрывозащитной обуви
Table 4. Mine-blast trauma score for lower extremities used to estimate samples of anti-mine boots

Степень тяжести МВТ	Характер повреждения	Признаки повреждений	Требуемая медицинская помощь	Прогноз утраты общей трудоспособности, %
0	Незначительные	– ушибы мягких тканей стопы и голени; – ссадины, кровоподтеки и ограниченные кровоизлияния в мягкие ткани стопы	Показано консервативное лечение	менее 5
1	1А Минимальные	– повреждение связок стопы и голеностопного сустава; – переломы костей предплюсны, 1-2 плюсневых костей, фаланг пальцев; – переломы лодыжек голеностопного сустава без смещения отломков	Возможно консервативное лечение	5–9
	1Б	– переломы пяточной, таранной костей без смещения отломков; – перелом дистального метаэпифиза большеберцовой кости без смещения отломков.		10–19
2	2А Закрытые	– оскольчатые переломы или перелома-вывихи костей предплюсны и плюсны; – переломы пяточной и таранной костей со смещением отломков; – переломы лодыжек голеностопного сустава со смещением отломков; – переломы костей голени со смещением отломков	Требуются хирургические операции, сохраняющие стопу	20–29
	2Б Открытые незагрязненные	– разрушение стопы на уровне плюсны, предплюсны; – дефект покровных тканей до 30% поверхности стопы; – оскольчатые переломы или перелома-вывихи костей предплюсны и плюсны; – переломы пяточной и таранной костей со смещением отломков; – переломы лодыжек голеностопного сустава со смещением отломков; – переломы костей голени со смещением отломков		30–39
	2В Открытые загрязненные	– те же, что и 2Б при нарушении целостности обуви изнутри		
3	3А Закрытые	– множественные многооскольчатые переломы с разрушением костей стопы; – повреждение /тромбоз заднеберцовой, переднеберцовой и малоберцовой артерии	Требует ампутация стопы или нижней трети голени	40–49
	3Б Открытые незагрязненные	– разрушение стопы на уровне голеностопного сустава; – дефект покровных тканей до 50% поверхности стопы		
	3В Открытые загрязненные	– те же, что и 3Б при нарушении целостности обуви изнутри		
4	Открытые загрязненные	– дефект более 50% мягких тканей стопы; – разрушение голени до уровня дистального метаэпифиза большеберцовой кости; – повреждение подколенной артерии	Требует ампутация на уровне верхней трети голени	50–59
5	Открытые загрязненные	– разрушение голени на уровне верхней трети; – разрушение коленного сустава; – повреждение бедренной артерии	Требует ампутация на уровне нижней трети бедра	60–65

исхода по уровню необходимой ампутации и предполагаемая степень утраты общей трудоспособности. Для каждого балла существует градация по наличию или отсутствию нарушения целостности защитных структур обуви. Полученная балльная оценка указывает на допустимость выявленных повреждений, что и является критерием эффективности защитных характеристик испытуемого образца взрывозащитной обуви.

Разумеется, с позиции сохранения здоровья человека, лучше всего, чтобы повреждения при подрывах в защитной обуви вообще отсутствовали. Однако встает вопрос о достижимости этого результата при использовании имеющихся конструктивных решений, технических средств и применяемых материалов. Не менее важным вопросом являются эргономические свойства обуви: обладая хорошими защитными характеристиками, обувь может оказаться непригодной для ношения и выполнения учебно-боевых задач, свойственных военно-профессиональной деятельности сапера.

Нормирование воздействия, применительно к оценке защитных свойств обуви, является сложной, многофакторной социально-биологической проблемой. Основные принципы нормирования, безусловно, общие. Однако для гигиенического нормирования это в первую очередь принцип гарантийности — гарантия сохранения здоровья (в самом широком понимании этого слова), работоспособности и, в некоторых случаях, жизни людей [25].

Уже в этом определении просматривается другой принцип нормирования — принцип дифференцированности, который предусматривает разработку не только оптимальных и предельно допустимых величин действующего фактора, но также максимально допустимых и максимально переносимых уровней. Критерием нормирования иногда является не здоровье, а работоспособность (боеготовность) и даже выживаемость [26].

Применительно к нормированию минно-взрывного воздействия при проведении испытаний защитной обуви, по нашему мнению, целесообразны следующие два уровня нормирования:

- максимально (или предельно) допустимый;
- максимально (или предельно) переносимый.

При максимально допустимом уровне воздействия допускается некоторое снижение работоспособности и временное ухудшение состояния здоровья. Это уровень аварийных ситуаций и военного времени. Максимально переносимый — это уровень выживания, допускающий снижение работоспособности, выход из строя и ухудшение здоровья. В общем случае он рассчитан на применение в исключительных ситуациях военного времени.

Кроме того, при подрывах на противопехотных минах предельно допустимый уровень должен предусматривать сохранение работоспособности (боеготовности) пользователя защитной обуви, допуская лишь его кратковременное выключение из рабочего цикла при минимальном ущербе для здоровья. Очевидно, что эти

условия будут выполняться в тех случаях, при которых у пользователя будут наблюдаться повреждения в виде ссадин, кровоподтеков и небольших поверхностных ран, не влекущие за собой расстройства здоровья или стойкой утраты общей трудоспособности и не расценивающиеся как «вред здоровью».

Указанный уровень нормирования может найти свое применение при задании требований к защитной обуви, предназначенной для военных специалистов, нуждающихся в усиленной противоминной защите.

Предельно переносимый уровень — это в прямом смысле уровень выживания или уровень, обеспечивающий сохранение жизни пользователя. Для этого уровня должно быть обеспечено отсутствие тяжкого вреда здоровью, одним из признаков которого является наличие опасных для жизни повреждений или причинно-связанных с ними угрожающих жизни состояний.

Как следует из устоявшейся судебно-медицинской практики, медицинскими критериями квалифицирующих признаков в отношении тяжкого вреда здоровью при травмах нижних конечностей являются:

– вред здоровью, опасный для жизни человека, который по своему характеру непосредственно создает угрозу жизни, а также вред здоровью, вызвавший развитие угрожающего жизни состояния, а именно: «острая, обильная или массивная кровопотери»;

– потеря какого-либо органа или утрата органом его функций, в частности: «потеря руки или ноги, т. е. отделение их от туловища или стойкая утрата ими функций...; потеря кисти или стопы приравнивается к потере руки или ноги»;

– «значительная стойкая утрата общей трудоспособности не менее чем на одну треть (стойкая утрата общей трудоспособности свыше 30%)».

К тяжкому вреду здоровью, вызывающему значительную стойкую утрату общей трудоспособности не менее чем на одну треть, то есть свыше 30%, независимо от исхода и оказания (неоказания) медицинской помощи, относят также открытый или закрытый перелом лодыжек обеих берцовых костей в сочетании с переломом суставной поверхности большеберцовой кости и разрывом дистального межберцового синдесмоза с подвывихом и вывихом стопы [27, 28].

Следовательно, для предельно переносимого уровня минно-взрывного воздействия может быть допущен только вред здоровью, оцениваемый не более чем средней тяжести, при котором отсутствует опасность для жизни, допускается кратковременное или длительное расстройство здоровья (временная утрата трудоспособности продолжительностью до или свыше 21 дня соответственно) или стойкая утрата общей трудоспособности до 10% или от 10 до 30% включительно. Такие пострадавшие либо не будут нуждаться в оказании хирургической помощи на этапах медицинской эвакуации либо будут в ней нуждаться для сохранения конечности.

До проведения дополнительных экспериментальных исследований сложно однозначно судить о приемлемости для испытаний защитной обуви судебно-медицинских критериев оценки тяжести вреда здоровью человека. Возможно, что подобные критерии окажутся не в полной мере подходящими для оценки минно-взрывной травмы.

В целом требования к противоминной обуви могут содержать два нормативных уровня: уровень сохранения работоспособности (предельно допустимый) и уровень выживания (предельно переносимый).

Как уже отмечалось, для предельно допустимого уровня воздействия могут быть допущены повреждения в виде ссадин, кровоподтеков, небольших поверхностных ран, не влекущие за собой кратковременного расстройства здоровья или незначительной стойкой утраты общей трудоспособности. Для предельно переносимого уровня можно допустить повреждения до 2А балла включительно, согласно предложенной классификации (см. табл. 4), в том числе требующие хирургического вмешательства:

- оскольчатые переломы или перелома-вывихи костей предплюсны и плюсны;
- переломы пяточной и таранной костей со смещением отломков;
- переломы лодыжек голеностопного сустава со смещением отломков;
- переломы костей голени со смещением отломков.

Несмотря на относительно благоприятный вероятный исход аналогичных повреждений открытого типа (с нарушением целостности кожного покрова), по-видимому, их не следует допускать при оценке и контроле защитных свойств обуви на этапах испытаний, так как любые повреждения открытого типа создают предпосылки для развития в ближайшем или отдаленном будущем осложнений минно-взрывных повреждений.

Таким образом, повреждения защищенных взрывозащитной обувью нижних конечностей, возникающие при контактном подрыве, можно классифицировать как отдельный вид «запреградного» МВР — минно-взрывное ранения в ЗОС — характеризующийся практически полным нивелированием всех факторов близкого взрыва, особенно его бризантного действия,

при условии достаточной эффективности защитных свойств обуви и сохранения ее целостности. В данном случае у раненого могут наблюдаться различные «ударные» (преимущественно закрытые) повреждения в виде ссадин, ушибов мягких тканей, повреждений связочного аппарата и переломов костей стопы и голени различной интенсивности. При разрушении конструкции защитной обуви нижняя конечность может подвергаться воздействию всех факторов взрыва, хотя и ослабленных в определенной степени. При этом могут наблюдаться повреждения, свойственные классическому контактному МВР (преимущественно открытые), сопровождающиеся в крайних случаях тяжелыми повреждениями тканей и отрывами сегментов нижней конечности.

Для проведения медико-биологических испытаний защитных свойств обуви сапера целесообразно использовать предложенный вариант оценочной шкалы, учитывающий не только морфологию повреждений и тактику лечения, но и их возможные последствия для здоровья пострадавшего в аспекте опасности для жизни и стойкой утраты общей трудоспособности. С точки зрения медицины в качестве критерия достаточной защитной эффективности обуви наиболее целесообразно допускать лишь минимальные повреждения нижней конечности — не выше 1А степени тяжести, поддающиеся консервативному лечению, не опасные для жизни и приводящие к минимальной степени стойкой утраты общей трудоспособности (до 10%). Однако на данном этапе технического развития достижение такого результата, скорее всего, маловероятно без ухудшения эргономических свойств обуви в виде утяжеления и увеличения высоты подошвы, что может не позволить выполнять специалистам саперных подразделений задачи по разминированию местности должным образом. Поэтому вопрос о допустимом уровне тех или иных МВР остается дискуссионным с точки зрения соблюдения оптимального баланса между эргономическими и защитными свойствами создаваемых образцов взрывозащитной обуви. А предлагаемая классификация не должна рассматриваться в качестве окончательной и может быть доработана в процессе накопления соответствующего экспериментального, клинического и экспертного опыта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Военно-полевая хирургия: национальное руководство / под ред. И.Ю. Быкова, Н.А. Ефименко, Е.К. Гуманенко. М.: ГЭ-ОТАР-Медиа, 2009. Серия «Национальные руководства». 816 с.
2. Belmont PJ, Owens BD, Schoenfeld AJ. Musculoskeletal Injuries in Iraq and Afghanistan: Epidemiology and Outcomes Following a Decade of War // *J Am Acad Orthop Surg*. 2016. Vol. 24, No. 6. P. 341–348. DOI: 10.5435/JAAOS-D-15-00123
3. Hoencamp R, Vermetten E, Tan EC, et al. Systematic review of the prevalence and characteristics of battle casualties from NATO coalition forces in Iraq and Afghanistan // *Injury*. 2014. Vol. 45, No. 7. P. 1028–1034. DOI: 10.1016/j.injury.2014.02.012
4. Сердцев Н.И., Аверченко В.П., Пахомов В.П., и др. Гуманитарное разминирование: состояние, задачи и пути их решения // *Стратегическая стабильность*. 2002. № 4. С. 33–40.
5. Шаповалов В.М., Гладков Р.В. Взрывные повреждения мирного времени: эпидемиология, патогенез и основные клинические проявления // *Мед. биол. и соц. психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях*. 2014. № 3 С. 5–16.

6. Rafaels KA, Gillich PJ, Ehlers RZ, Duvall P. Lower Leg Injuries in Dismounted Military Personnel from Buried Explosives. *Proceedings of IRCOBI Conference*. 11–13 September 2013. Gothenburg, Sweden. 2013;2013;171–182. Режим доступа: <http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc13/default.htm>. Дата обращения: 06.07.21.
7. Воробьев И.С., Матвейкин С.В., Яковлева Е.А. Перспективный облик боевой защитной бронезипировки сапера // Сборник тезисов XV Международной научно-практической конференции «Новейшие тенденции в области конструирования и применения баллистических материалов и средств защиты, Ялта, 2017. С. 105–106. Режим доступа: <https://istina.msu.ru/collections/48962781>. Дата обращения: 06.07.21.
8. Рябинов В.Л. О разработке комплекса мероприятий по противодействию минной войне // *Военная мысль*. 2006. № 12. С. 32–40.
9. Нечаев Э.А., Грицанов А.И., Фомин Н.Ф., Миннуллин И.П. Минно-взрывная травма. СПб.: Альд, 1994. 488 с.
10. Khominets VV, Shapovalov VM, Shakun DF, et al. Application Features for External and Sequential Osteosynthesis in Patients with Gunshot Fractures of the Extremities. *International Review of the Armed Forces Medical Services*. 2016. Vol. 89, No. 1. P. 63–72.
11. Dong LQ, Zhu F, Jin X, et al. Blast effect on the lower extremities and its mitigation: a computational study // *J Mech Behav Biomed Mater*. 2013. Vol. 28. P. 111–124. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2013.07.010
12. Анисин А.В., Денисов А.В., Божченко А.П., и др. Особенности взрывной травмы нижних конечностей, защищенных обувью сапера // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2020. Т. 63, № 5. С. 13–17. DOI: 10.17116/sudmed20206305113
13. Нечаев Э.А., Грицанов А.И., Миннуллин И.П., и др. Взрывные поражения: руководство для врачей и студентов. СПб.: Фолиант, 2002. 656 с.
14. Гуманенко Е.К. Боевая хирургическая травма. СПб.: ВМА, 1997. 71 с.
15. Гуманенко Е.К., Бояринцев В.В., Супрун Т.Ю., Ляшедько П.П. Объективная оценка тяжести травм. СПб., 1999. 109 с.
16. Шаповалов В.М. Взрывные поражения конечностей и их профилактика. Обоснование и внедрение индивидуальных средств защиты ног военнослужащих (клинико-экспериментальное исследование): дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1989. 325 с.
17. Анисин А.В., Денисов А.В., Шаповалов В.М. Оценка тяжести минно-взрывной травмы нижних конечностей // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2019. № 2 (66). С. 215–219.
18. Keller WK, Dillihant RC, Fenner HA. Rating the severity of tissue damage. I. Abbreviated injury scale // *JAMA*. 1971. Vol. 220, No. 5. P. 717–720. DOI: 10.1001/jama.1972.03200050055013
19. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов: руководство для врачей / под ред. Е.К. Гуманенко, И.М. Самохвалова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 672 с.
20. Jacobs N., Rourke K., Rutherford J., et al. Lower limb injuries caused by improvised explosive devices: Proposed «Bastion classification» and prospective validation // *Injury*. 2014. Vol. 45, No. 9. P. 1422–1428. DOI: 10.1016/j.injury.2012.05.001
21. Анисин А.В., Логаткин С.М., Денисов А.В. Современное состояние проблемы оценки тяжести взрывной травмы нижних конечностей // *Военно-медицинский журнал*. 2019. Т. 340, № 7. С. 68–69.
22. NATO HFM — 089 / TG — 024 — Final Technical Report, Test methodologies for personal protective equipment against anti-personnel mine blast, NATO Research and Technology Organization, Neuilly-Sur Sein, 2004. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/283939421_Test_Methodologies_for_Personal_Protective_Equipment_Against_Anti-Personnel_Mine_Blast_Final_Report_of_the_RTO_Human_Factors_and_Medicine_Panel_HFM_Task_Group_TG-024. Дата обращения: 06.07.21.
23. Davis E.G., Neades D.N. Novel application of trauma severity scoring in the design, development, and evaluation of U.S. army body armor against ballistic threats. *Proceedings of Personal Armour Systems Symposium (PASS 2002)*. Hague, Netherlands. 2002. P. 33–41.
24. Военно-научное сопровождение научно-исследовательской работы «Исследование путей создания защитной обуви сапера» (рукопись: отчет о НИР (заключ.), Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова. СПб.: 2020.
25. Терентьев Л.П., Мельниченко П.И., Лизунов Ю.В. Состояние и современные проблемы гигиены военного труда // *Достижения и перспективы развития военной гигиены: тр. Воен.-мед. акад.* СПб.: 1996. Т. 244. С. 79–90.
26. Кошелев Н.Ф. Теоретические и методологические проблемы гигиены и их исследование на кафедре общей и военной гигиены // *Достижения и перспективы развития военной гигиены: тр. Воен.-мед. акад.* СПб., 1996. Т. 244. С. 5–20.
27. Приложение к Приказу МЗ и СР РФ от 24.04.2008 г. № 194н «Медицинские критерии определения тяжести вреда, причиненного здоровью человека» (с изменениями от 18.01.2012 г. № 18н). 50 с.
28. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Чуприна А.П., и др. Эволюция концепции оказания медицинской помощи раненым и пострадавшим с повреждениями опорно-двигательного аппарата Военно-медицинский журнал. 2020. Т. 341. № 2. С. 4–11.

REFERENCES

1. *Военно-полевая хирургия: национальное руководство*. Eds. IYu Bykova, NA Efimenko, EK Gumanenko. Moscow: GEOTAR-Media; 2009. Seriya Nacional'nye rukovodstva. 816 p. (In Russ.).
2. Belmont PJ, Owens BD, Schoenfeld AJ. Musculoskeletal Injuries in Iraq and Afghanistan: Epidemiology and Outcomes Following a Decade of War. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016;24(6):341–348. DOI: 10.5435/JAAOS-D-15-00123
3. Hoencamp R, Vermetten E, Tan EC, et al. Systematic review of the prevalence and characteristics of battle casualties from NATO coalition forces in Iraq and Afghanistan. *Injury*. 2014;45(7):1028–1034. DOI: 10.1016/j.injury.2014.02.012
4. Serdcevic NI, Averchenko VP, Pahomov VP, et al. Gumanitarnoe razminirovanie: sostoyanie, zadachi i puti ih resheniya. *Strategicheskaya stabil'nost'*. 2002;4:33–40. (In Russ.).
5. Shapovalov VM, Gladkov RV. *Explosive damage in peacetime: epidemiology, pathogenesis and main clinical manifestations*. Mediko-Biologicheskie i Social'no-psihologicheskie Problemy Bezopasnosti v Chrezvychajnyh Situacijah. 2014;3:5–16. (In Russ.).
6. Rafaels KA, Gillich PJ, Ehlers RZ, Duvall P. Lower Leg Injuries in Dismounted Military Personnel from Buried Explosives. *Proceedings of IRCOBI Conference*. 11–13 September 2013. Gothenburg, Sweden. 2013;2013;171–182. Available from: <http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc13/default.htm>

7. Vorob'ev IS, Matveikin SV, Yakovleva EA. Perspektivnyj oblik boevoj zashchitnoj broneekipirovki sapera. Sbornik tezisov XV mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii «Novejschie tendencii v oblasti konstruirovaniya i primeneniya ballisticheskikh materialov i sredstv zashchity», Yalta. 2017;105–106. (In Russ.). Available from: <https://istina.msu.ru/collections/48962781/>
8. Ryabinov VL. O razrabotke kompleksa meropriyatij po protivodejstviyu minnoj vojne. Voennaya mysl'. 2006;12:32–40. (In Russ.).
9. Nechaev EA, Gricanov AI, Fomin NF, Minnullin IP. Minno-vzryvnaya travma. Saint Petersburg: Al'd; 1994. P. 488. (In Russ.).
10. Khominets VV, Shapovalov VM, Shakun DF, et al. Application Features for External and Sequential Osteosynthesis in Patients with Gunshot Fractures of the Extremities. *International Review of the Armed Forces Medical Services*. 2016;89(1):63–72.
11. Dong LQ, Zhu F, Jin X, et al. Blast effect on the lower extremities and its mitigation: a computational study. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2013;28:111–124. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2013.07.010
12. Anisin AV, Denisov AV, Bozhchenko AP, et al. Features of an explosive lower extremities injury protected by sapper shoes. *Forensic Medical Expertise*. 2020; 63(5):13–17. (In Russ.). DOI: 10.17116/sudmed20206305113
13. Nechaev EA, Gricanov AI, Minnullin IP, et al. Vzryvnye porazheniya: rukovodstvo dlya vrachej i studentov. Saint Petersburg: Foliant; 2002. P. 656. (In Russ.).
14. Gumanenko EK. Boevaya hirurgicheskaya travma. Saint Petersburg: VMA; 1997. P. 71. (In Russ.).
15. Gumanenko EK, Boyarincev VV, Suprun TYu, Lyashed'ko PP. Ob "ektivnaya ocenka tyazhesti travm. Saint Petersburg; 1999. P. 109. (In Russ.).
16. Shapovalov VM. Vzryvnye porazheniya konechnostej i ih profilaktika. Obosnovanie i vnedrenie individual'nyh sredstv zashchity nog voennosluzhashchih (kliniko-eksperimental'noe issledovanie): dis. ... d-ra. med. nauk. L. 1989;325. (In Russ.).
17. Anisin AV, Denisov AV, Shapovalov VM. The severity degree estimation for the lower extremity blast injury. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2019;2(66):215–219. (In Russ.).
18. Keller WK, Dillihant RC, Fenner HA. Rating the severity of tissue damage. I. Abbreviated injury scale. *JAMA*. 1971;220(5):717–720. DOI: 10.1001/jama.1972.03200050055013
19. Voенно-polevaya hirurgiya lokal'nyh vojn i vooruzhennyh konfliktov: rukovodstvo dlya vrachej. Eds. E.K. Gumanenko IM. Samohvalova. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. P. 672. (In Russ.).
20. Jacobs N, Rourke K, Rutherford J, et al. Lower limb injuries caused by improvised explosive devices: proposed Bastion classification and prospective validation. *Injury*. 2014;45(9): 1422–1428. DOI: 10.1016/j.injury.2012.05.001
21. Anisin AV, Logatkin SM, Denisov AV. Current state of the problem of assessing the severity of the explosive injury of the lower extremities. *Military Medical Journal*. 2019;340(7):68–69. (In Russ.).
22. NATO HFM — 089 / TG — 024 — Final Technical Report, Test methodologies for personal protective equipment against antipersonnel mine blast, NATO Research and Technology Organization, Neuilly-Sur Sein, 2004. Available from: https://www.researchgate.net/publication/283939421_Test_Methodologies_for_Personal_Protective_Equipment_Against_Anti-Personnel_Mine_Blast_Final_Report_of_the_RTO_Human_Factors_and_Medicine_Panel_HFM_Task_Group_TG-024
23. Davis EG, Neades DN. Novel application of trauma severity scoring in the design, development, and evaluation of U.S. army body armor against ballistic threats. *Proceedings of Personal Armour Systems Symposium (PASS 2002)*. Hague, Netherlands. 2002;9:33–41.
24. Voенно-nauchnoe soprovozhdenie nauchno-issledovatel'skoj raboty "Issledovanie putej sozdaniya zashchitnoj obuvi sapypora" (rukopis'): otchet o NIR (zaklyuch.), Voен.-med. akad. im. SM. Kirova. Saint Petersburg; 2020. (In Russ.).
25. Terent'ev LP, Mel'nichenko PI, Lizunov YuV. Sostoyanie i sovremennye problemy gigieny voennogo truda. *Dostizheniya i perspektivy razvitiya voennoj gigieny: tr. Voен.-med. akad.* Saint Petersburg. 1996;244:79–90. (In Russ.).
26. Koshelev NF. Teoreticheskie i metodologicheskie problemy gigieny i ih issledovanie na kafedre obshej i voennoj gigieny ed. NF. Koshelev. *Dostizheniya i perspektivy razvitiya voennoj gigieny: tr. Voен.-med. akad.* Saint Petersburg. 1996;244:5–20 (In Russ.).
27. Prilozhenie k Prikazu MZ i SR RF ot 24.04.2008 g. № 194n "Medicinskie kriterii opredeleniya tyazhesti vreda, prichinennogo zdorov'yu cheloveka" (s izmeneniyami ot 18.012012 g. № 18n). 2012;50. (In Russ.).
28. Trishkin D.V., Kryukov E.V., Chuprina A.P., i dr. Evolyuciya koncepcii okazaniya medicinskoj pomoschi ranenim i postradavshim s povrejdeniyami oporno-dvigatel'nogo apparata. *Voенno-medicinskii jurnal*. 2020;341(2):4–11. (In Russ.).

ОБ АВТОРАХ

*Алексей Викторович Денисов, кандидат медицинских наук; e-mail: denav80@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8846-973X; SPIN-код: 6969-0759; SCOPUS: 57198017987; RESEARCHER: I-6536-2016

Владимир Васильевич Хоминетц, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: khominets_62@mail.ru; ORCID: 0000-0001-9391-3316; SCOPUS: 6504618617

Станислав Михайлович Логаткин, доктор медицинских наук; e-mail: logatkin.stanislav@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-9954-2787; SPIN-код: 8995-2549

Алексей Владимирович Анисин, кандидат медицинских наук; e-mail: av.anisin@mail.ru; ORCID ID: 0000-0003-4555-953x

Александр Петрович Божченко, доктор медицинских наук, доцент; e-mail: bozhchenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7841-0913

AUTHORS INFO

*Alexey V. Denisov, candidate of medical sciences; e-mail: denav80@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8846-973X; SPIN code: 6969-0759; SCOPUS: 57198017987; RESEARCHER: I-6536-2016

Vladimir V. Khominets, doctor of medical sciences, professor; e-mail: khominets_62@mail.ru; ORCID: 0000-0001-9391-3316; SCOPUS: 6504618617

Stanislav M. Logatkin, doctor of medical sciences; e-mail: logatkin.stanislav@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-9954-2787; SPIN code: 8995-2549

Alexey V. Anisin, candidate of medical sciences; e-mail: av.anisin@mail.ru; ORCID ID: 0000-0003-4555-953x

Aleksandr P. Bozhchenko, doctor of medical sciences, associate professor; e-mail: bozhchenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7841-0913

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author