

DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64472>



# Метод остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких

© А.К. Колобков\*, В.Ю. Маркевич

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург

Проанализирована структура повреждений груди в мирное и военное время, а также выполнен статистический анализ этапного лечения пострадавших с продолжающимся кровотечением при сквозном ранении легких в период войны в Афганистане, вооруженных конфликтов на Северном Кавказе и по данным историй болезни пациентов клиники военно-полевой хирургии. Структура жизнеугрожающих последствий повреждений груди в ходе военных конфликтов включала в себя развивающееся в 22,5 % случаев продолжающееся кровотечение при сквозном ранении легких; в условиях мирного времени — в 18,6 % случаев. Сформулированы медико-технические требования к способу остановки продолжающегося кровотечения при такого рода ранении. Разработаны биологическая модель сквозного ранения легкого для проведения испытаний созданного метода и способ остановки продолжающегося кровотечения при таком ранении в соответствии с медико-техническими требованиями. Экспериментально подтверждена высокая эффективность разработанного способа остановки кровотечения при сквозном ранении легкого (6 рис., 4 табл., библи.: 7 ист.).

**Ключевые слова:** Damage Control; кровотечение; остановка кровотечения; сквозное ранение легких; сочетанная травма; травма груди.

## Как цитировать:

Колобков А.К., Маркевич В.Ю. Метод остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких // Известия Российской Военно-медицинской академии. 2021. Т. 40. № 1. С. 11–17. DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64472>

DOI: <https://doi.org/10.17816/uroved64472>

# The method of stopping continuing bleeding in case of through-and-through lung injury

© Artemii K. Kolobkov\*, Vitaliy Yu. Markevich

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

The analysis of the structure of chest injuries in peacetime and wartime was carried out; a statistical analysis of the staged treatment of patients with ongoing bleeding with a perforating wound of the lungs during the war in Afghanistan, armed conflicts in the North Caucasus and according to the case histories of patients of the clinic of military-field surgery. The structure of the life-threatening consequences of chest injuries during military conflicts included continuing bleeding developing in 22.5% of cases with a through wound of the lungs; in peacetime in 18.6% of cases. The medical and technical requirements for the method of stopping the ongoing bleeding with a through wound of the lungs are formulated. Biological models of ongoing bleeding with a through wound of the lungs have been developed to conduct tests of the developed method. A method of stopping continuing bleeding in case of through-and-through lung injury in accordance with medical and technical requirements has been developed. The high efficiency of the developed method of stopping bleeding in case of through lung injury was experimentally confirmed (6 figures, 4 tables, bibliography: 7 refs).

**Keywords:** chest injury; concomitant injury; Damage Control; stopping bleeding; the bleeding; through-and-through lung injury.

## To cite this article:

Kolobkov AK, Markevich VYu. The method of stopping continuing bleeding in case of through-and-through lung injury. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2021;40(1):11–17. DOI: <https://doi.org/10.17816/uroved64472>

Received: 28.02.2021

Accepted: 14.03.2021

Published: 23.03.2021

## ВВЕДЕНИЕ

Частота и тяжесть ранений груди как в вооруженных конфликтах, так и в мирное время только увеличиваются. Такие ранения часто сопровождаются жизнеугрожающими последствиями, занимающими большую долю в структуре летальности раненых, приводя к увеличению тяжести их состояния [1–3]. В настоящий момент развитие хирургии повреждений груди характеризуется широким внедрением разнообразных методик устранения такого жизнеугрожающего последствия ранений груди, как продолжающееся кровотечение при сквозном ранении легких, но их применение зачастую остается длительным по времени выполнения и травматичным, что может явиться причиной развития как осложнений, так и летального исхода [4, 5]. Разработка способа быстрой и эффективной остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких в рамках тактики Damage control, предусматривающей первоочередное устранение жизнеугрожающих последствий с целью сохранения жизни, может способствовать улучшению результатов лечения таких пациентов [5, 6].

*Цель* — по результатам экспериментального исследования предложить способ для остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких. На основании статистического анализа определить возможности метода в улучшении исходов лечения раненых.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

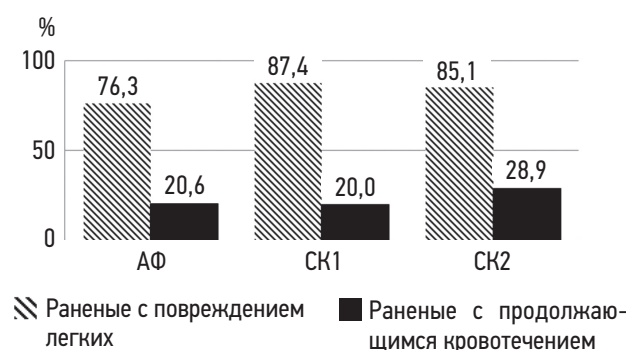
Статистическое исследование основано на ретроспективном анализе 1924 историй болезни пациентов с тяжелой сочетанной травмой груди. В первый массив ( $n = 804$ ) вошли раненые в периоды вооруженных конфликтов в Афганистане и на Северном Кавказе; во второй массив ( $n = 1120$ ) внесены данные о пациентах, поступивших на лечение в клинику военно-полевой хирургии (2011–2017 гг.). Для создания первичной базы данных использовалась программа Microsoft Excel 2016, статистическая обработка осуществлялась с помощью

программы Statistica 10. Статистическая значимость зафиксирована на уровне ниже 0,05. Апробация предложенного метода остановки кровотечения при сквозном ранении легкого осуществлялась в экспериментальной части исследования на 3 свиньях. Выбор животных определялся следующими факторами: адаптацией животных к содержанию в вивариях; близкой в сравнении с человеком реакцией на кровотечение при ранении легких, схожей системой гемостаза, сопоставимой с человеком массой тела, схожими по структуре и функции органами сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем [7]. С помощью монитора МИТАР-01-«Р-Д» регистрировали среднее артериальное давление, частоту дыхательных движений и сердечных сокращений, сатурацию.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При проведении ретроспективного анализа историй болезни 804 тяжело раненых в грудь во время вооруженных конфликтов в Афганистане и на Северном Кавказе (1994–1996 гг., 1999–2002 гг.) (далее — АФ, СК1 и СК2 соответственно), было отобрано 652 (81,1 %) истории болезней с повреждением одного или двух легких. В 22,5 % случаев ( $n = 181$ ) развилось продолжающееся кровотечение при сквозном ранении легких.

Распределение раненых с повреждениями легких и с развитием продолжающегося кровотечения при их сквозном ранении по вооруженным конфликтам представлено на схеме (рис. 1). Наблюдается увеличение частоты повреждений легких при ранениях груди и случаев продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких от АФ к СК2 — что демонстрирует растущую актуальность исследования. Для остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких на этапах медицинской помощи в военное время использовались следующие способы: атипичная резекция легкого (51,6 %), лобэктомия (25,3 %), ушивание раневого канала легкого (14,3 %), пневмонэктомия (8,8 %). Частота выполнения операций для остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких на этапах



**Рис 1.** Распределение раненых с продолжающимся кровотечением при сквозном ранении легких в вооруженных конфликтах

**Таблица 1.** Устранение продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких у исследуемых на различных этапах медицинской эвакуации, %

Конфликт	Этап	
	КХП	СХП
АФ	41,2	28,2
СК1	26,3	13,1
СК2	13,8	15,5
Среднее	27,1	18,9

*Примечание.* КХП — этап квалифицированной хирургической помощи; СХП — этап специализированной хирургической помощи.

**Таблица 2.** Летальность исследуемых раненых на различных этапах медицинской эвакуации, %

Конфликт	Этап	
	КХП	СХП
АФ	12,9	4,7
СК1	0,0	5,3
СК2	5,2	1,7
Среднее	6,0	3,9

медицинской помощи отражена в табл. 1, летальность среди исследуемых раненых приведена в табл. 2.

Остановка продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких на этапе КХП производилась в 13,8 % (СК2), 26,3 % (СК1) и 41,2 % (АФ), на этапе СХП — в 13,1 % (СК1), 15,5 % (СК2) и в 28,2 % (АФ) случаев, большее количество оперативных вмешательств на этапе КХП обусловлено наиболее ранней доставкой раненых на данный этап. При этом на этапе КХП наблюдается большее среднее значение летальности (6,0 %), чем на этапе СХП (3,9 %), причиной чему служили тяжесть состояния раненых и ограниченные возможности хирургического устранения последствий ранений. Неостановленное продолжающееся кровотечение при сквозном ранении легких послужило причиной смерти на этапах медицинской помощи в 21 случае (11,6 %). Высокий уровень летальности раненых объясняется тяжестью состояния вследствие развития жизнеугрожающих последствий ранений. Остановка продолжающегося кровотечения из ткани легкого в рамках концепции Damage control с использованием быстрой и эффективной методики позволит улучшить результаты лечения у такой категории раненых в военное время.

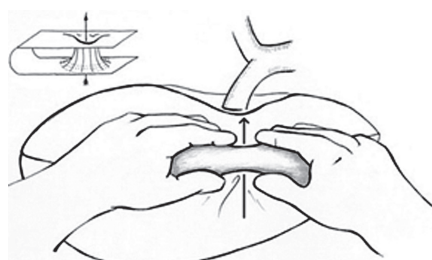
Для определения эффективности остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких на этапе специализированной помощи в мирное время из 1120 исследуемых историй болезни было отобрано 148 (13,2 %) случаев тяжелых сочетанных огнестрельных или колото-резанных ранений груди. Из них 59 случаев (5,3 %) составили пациенты с проникающими ранениями и повреждением легких. Из этого числа пострадавших в 11 случаях (18,6 %) наблюдалось

продолжающееся кровотечение при сквозном ранении легких. При этом во всех случаях выполнялась неотложная торакотомия. Для остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легкого было произведено 6 (59,5 %) атипичных резекций легкого, в 2 случаях (18,2 %) проводилась сегментэктомия, также в 2 случаях (18,2 %) — легочная трахотомия и в 1 случае (9,1 %) пациенту выполнена лобэктомия. В результате использования существующих методов остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легкого зарегистрировано развитие осложнений в 3 случаях (27,5 %), летального исхода в 2 наблюдениях (18,2 %).

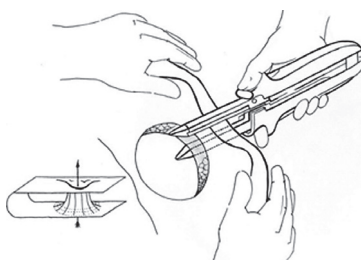
Анализ исходов лечения раненых и пострадавших показал, что летальность в военное время составила 11,6 %, а в мирное — 18,2 %. В результате проведенного исследования установили, что ранения груди часто сопровождаются развитием жизнеугрожающих последствий, которые приводят к увеличению тяжести состояния раненых. Имеющиеся жизнеугрожающие состояния создают необходимость скорейшего их устранения. Остановка продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легкого в рамках концепции Damage control с использованием быстрой и эффективной методики позволит улучшить результаты лечения исследуемой категории пациентов.

Выявлены высокая летальность и частота развития осложнений при сквозных ранениях легких, сопровождающихся продолжающимся кровотечением, что связано с высокой тяжестью состояния пациентов при развитии жизнеугрожающих последствий ранения. При оказании медицинской помощи таким пациентам в рамках тактики Damage control необходимо скорейшее устранение жизнеугрожающих состояний, блокировка факторов танатогенеза. С этой целью сформулированы требования для создания способа остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легкого с учетом достоинств и недостатков имеющихся методик.

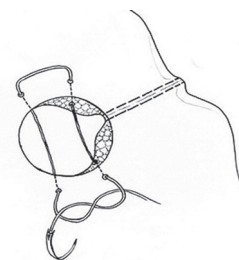
Метод для устранения продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких должен обеспечивать максимальную остановку кровотечения и герметизацию для предотвращения утечки воздуха из поврежденного легкого, в том числе из раневого канала, локализованного в центральной зоне органа. Осуществление данного требования возможно достичь с использованием аппаратного шва или ручным обвивным швом на легочную ткань. Кроме этого, способ должен выполняться быстро для уменьшения времени операции на раневом канале в легком в целях снижения интраоперационной кровопотери и вероятности поздних инфекционных осложнений. Также техническая простота и высокая эффективность выполнения данного метода должны позволять выполнить окончательную остановку кровотечения и аэростаз хирургу, обладающему базовыми навыками в торакальной хирургии.



**Рис. 2.** Компрессия легочной ткани по ходу раневого канала ассистентом



**Рис. 3.** Аппаратный шов сжатой по ходу раневого канала легочной ткани от наружной поверхности легкого до раневого канала



**Рис. 4.** Прошивание раневого канала П-образным швом



**Рис. 5.** Биологическая модель продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких



**Рис. 6.** Осуществленный гемо- и аэрозтаз

Разработанный метод проиллюстрирован на рис. 2–4 и представляет собой хирургическое вмешательство. После выполнения типичной торакотомии производится ревизия плевральной полости, выявляются раневой канал и источник продолжающегося кровотечения из раны легкого. Ассистент сдавливает пальцами легочную ткань по ходу раневого канала, тем самым стремясь максимально сблизить входное и выходное отверстия (рис. 2). После компрессии легочной ткани хирург накладывает на легочную ткань сшивающий аппарат (рис. 3) от края легкого до компрессированного раневого канала, производятся сшивание и дальнейшее рассечение ткани легкого аппаратом. Если размер линии от края легкого до раневого канала превышает размер сшивающего аппарата, то прошивание производится в два и более приема. При отсутствии сшивающего аппарата аналогичным образом, параллельно, на расстоянии 5 мм друг от друга, накладываются два зажима. Легочная ткань между ними пересекается, зажимы разводятся в стороны, вокруг обоих зажимов накладывается обвивной шов, зажимы снимаются. Раневой канал раскрывается и прошивается П-образным швом (рис. 4). С помощью воздушной нагрузки с использованием аппарата искусственной вентиляции легких проводится контроль произведенного оперативным вмешательством гемостаза и герметизации легочной ткани. При обнаружении мест утечки воздуха они дополнительно ушиваются. Операция заканчивается постановкой дренажей в плевральную полость и послойным ушиванием торакотомной раны.

Создание биологической модели продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких начиналось с подготовки экспериментального животного. Биообъекты

интубировались с целью обеспечения проходимости дыхательных путей. Наркоз подбирался таким образом, чтобы достигалась достаточная наркотизация, но сохранялось самостоятельное дыхание атмосферным воздухом. Для вводного наркоза использовался Золетил 100. После фиксации показателей жизнедеятельности производилась правосторонняя боковая торакотомия, скальпелем или зажимом наносилось сквозное ранение легкого в центральной зоне (рис. 5). Далее проводилась экспозиция в течение 20 мин, после которой выполнялась вторая фиксация показателей для оценки полученной биологической модели. На разработанной биологической модели проводилась остановка продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких путем выполнения предложенного способа. Для каждого животного показатели жизнедеятельности контролировались в трех временных точках: до начала эксперимента, после создания кровотечения из паренхимы легкого и после применения разработанного метода для остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких. Контроль показателей осуществлялся после экспозиции. Значения показателей жизнедеятельности в ходе экспериментов по устранению данного состояния представлены в табл. 3. В ходе эксперимента, в результате нанесения ранений легочной паренхиме и продолжающегося кровотечения, отмечались выраженная тахикардия, снижение артериального давления, увеличение частоты дыхательных движений и уменьшение сатурации — развитие тяжелого состояния у животных. Было выполнено предложенное оперативное вмешательство, после его применения (рис. 6) определялось изменение показателей в сторону нормализации, что подтверждает эффективность разработанной методики.



**Таблица 3.** Значения показателей жизнедеятельности в ходе экспериментов

Показатели	САД среднее	ЧСС	ЧДД	SpO <sub>2</sub>
До ранения	122,4 ± 8,9	77 ± 6	14 ± 2	97,9 ± 1,7
После экспозиции (20 мин)	75 ± 7,4	136 ± 4	26 ± 3	81,3 ± 3,7
После оперативного вмешательства	112,1 ± 4,7	106,7 ± 8,3	21 ± 2	95,7 ± 2,3

*Примечание.* САД — систолическое артериальное давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ЧДД — частота дыхательных движений, SpO<sub>2</sub> — насыщение крови кислородом.

**Таблица 4.** Выполнение технических требований к методу

Критерий	Результат
Остановка кровотечения (с какой попытки)	С 1-й попытки
Создание аэростаза (с какой попытки)	С 1-й попытки
Травматизация плевральной полости/легкого/органов средостения (+/-)	—
Время операции (мин)	4 ± 1

В процессе выполнения эксперимента контролировали выполнение технических требований к способу, которые подтверждают его эффективность при лечении раненых в тяжелом состоянии согласно тактике Damage control — скорость его выполнения, отсутствие дополнительной травматизации, эффективность остановки кровотечения и создания аэростаза (табл. 4).

Таким образом, при экспериментальной оценке эффективности предложенного способа остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких на биологических объектах была продемонстрирована его эффективность, выполнение всех предъявляемых к нему медико-технических требований. Это позволяет использовать разработанный способ при устранении жизнеугрожающих состояний у раненых, находящихся в тяжелом и крайне тяжелом состоянии согласно тактике Damage control.

## ВЫВОДЫ

1. Структура жизнеугрожающих последствий повреждений груди в ходе военных конфликтов включала в себя развивающееся в 22,5 % случаев продолжающееся кровотечение при сквозном ранении легких;

в условиях мирного времени данное состояние наблюдалось в 18,6 % случаев.

2. Созданный на основе разработанных медико-технических требований метод оперативного вмешательства для остановки продолжающегося кровотечения при сквозном ранении легких продемонстрировал свою высокую эффективность при экспериментальной оценке на биологических моделях.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Финансирование данной работы не проводилось.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этическая экспертиза.** Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБВОУ «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова».

**Вклад авторов.** А.К. Колобков — анализ данных, написание текста статьи. В.Ю. Маркевич — редактирование текста статьи. Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов А.С., Щеколова Н.Б., Ладейщиков В.М. Хирургическая тактика при сочетанной травме груди в остром и последующих периодах травматической болезни // Пермский медицинский журнал. 2019. Т. 36, № 3. С. 11–17. DOI: 10.17816/pmj36311-17
2. Евдокимов С.В., Баулин А.В., Евдокимов М.Е., и др. Некоторые особенности организации проведения хирургического экс-

перимента на свиньях // Успехи современного естествознания. 2015. № 1–5. С. 756–759.

3. Иноземцев Е.О., Григорьев Е.Г., Апарцин К.А. Актуальные вопросы хирургии сочетанных повреждений (по материалам публикаций журнала «Политравма») // Политравма. 2017. № 1. С. 6–10.

4. Самохвалов И.М., Головки К.П., Бояринцев В.В., и др. Обоснование концепции раннего патогенетического лечения тяжелых ранений и травм // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2020. № 3. С. 23–28.
5. Самохвалов И.М., Мануковский В.А., Бадалов В.И., и др. Применение тактики многоэтапного лечения («damage control») в военно-полевой хирургии // Военно-медицинский журнал. 2011. Т. 332, № 9. С. 30–35.

6. Asensio J.A., Ogun O.A., Mazzini F.N., et al. Predictors of outcome in 101 patients requiring emergent thoracotomy for penetrating pulmonary injuries // *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2018. Vol. 44, No. 1. P. 55–61. DOI: 10.1007/s00068-017-0802-x
7. Geldenhuys A. Thoracic Damage Control Surgery // *Current Trauma Reports*. 2018. Vol. 4, No. 3. P. 177–182.

## REFERENCES

1. Denisov AS, Shchekolova NB, Ladeyshchikov VM. Surgical tactics for combined chest trauma in acute and subsequent periods of traumatic. *Perm Medical Journal*. 2019;36(3):11–17. (In Russ.) DOI: 10.17816/pmj36311-17
2. Evdokimov SV, Baulin AV, Evdokimov ME, et al. Some features of organizing a surgical experiment on pigs. *Advances in current natural sciences*. 2015;(1–5):756–759.
3. Inozemtsev EO, Grigoryev EG, Aparzin KA. Topical issues of surgery of combined injuries (based on the publications of the journal *Polytrauma*). *Polytrauma*. 2017;(1):6–10. (In Russ.)
4. Samokhvalov IM, Golovko KP, Boyarintsev VV, et al. Rationale for the concept of early pathogenetic treatment of severe injuries

- and injuries. *Vestnik Rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akademii*. 2020;(3):23–28. (In Russ.)
5. Samokhvalov IM, Manukovskiy VA, Badalov VI, et al. Application of multi-stage treatment tactics (“damage control”) in military field surgery. *Military Medical Journal*. 2011;332(9):30–35. (In Russ.)
6. Asensio JA, Ogun OA, Mazzini FN, et al. Predictors of outcome in 101 patients requiring emergent thoracotomy for penetrating pulmonary injuries. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2018;44(1):55–61. DOI: 10.1007/s00068-017-0802-x
7. Geldenhuys A. Thoracic Damage Control Surgery. *Current Trauma Reports*. 2018;4(3):177–82.

## ОБ АВТОРАХ

**\*Артемию Константинович Колобков**, курсант 6-го курса;  
адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;  
eLibrary SPIN: 1881-4298; e-mail: artkolon@gmail.com

**Виталий Юрьевич Маркевич**, канд. мед. наук, доцент;  
eLibrary SPIN: 5652-4935; e-mail: vityal-med@mail.ru

## AUTHORS INFO

**\*Artemii K. Kolobkov**, 6<sup>th</sup> year cadet;  
address: 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, 194044,  
Russia; eLibrary SPIN: 1881-4298; e-mail: artkolon@gmail.com

**Vitaliy Yu. Markevich**, MD, PhD (Medicine), Associate Professor;  
eLibrary SPIN: 5652-4935; e-mail: vityal-med@mail.ru