

 ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
CHEMICAL SAFETY

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

Чепур С.В., Никифоров А.С., Лютов Р.В., Юдин М.А., Морозов Е.В., Цой Д.В.

Современные боевые комбинированные химические поражения

ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации, 195043, Санкт-Петербург, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Введение. Доля комбинированных воздействий факторами механического, термического и инфекционного повреждения с химическим отравлением при авариях различных химических производств, горении пластиков и нефтепродуктов на сегодняшний день существенно дополнилась случаями поражений при ведении боевых действий в зоне специальной военной операции.

Материал и методы. Ретроспективный сравнительный анализ случаев поражений военнослужащих с изолированной и комбинированной химической травмой, поступивших в стационар первого уровня.

Результаты. Комбинированные поражения в потоке отравленных, поступающих в лечебные учреждения первого уровня, составляют 13,7%. Этиология химической травмы у таких пострадавших соответствует изолированным химическим повреждениям, при этом её основу составляют поражения ирритантами, органическими кислотами, щелочами и детергентами. По сравнению с изолированными отравлениями, наличие контузий или раневого процесса способствуют раннему обращению за медицинской помощью и госпитализацией. Основу же выявленных токсических поражений составляет патология бронхолёгочной системы и слизистой гортаноглотки. Кислотные ожоги слизистой манифестировали на второй-третий день после травмы. Возникновение тяжёлых многоочаговых пульмонитов после отравления органическими и минеральными щелочами и детергентами утяжеляет протекание травматического шока и ранних гнойных осложнений механической травмы. Выраженный некротизирующий эффект отмечен при местном воздействии токсикантов, присутствующих на осколках боеприпасов.

Ограничения исследования. Результаты исследований случаев химической травмы не распространяются на категории гражданских лиц и работников предприятий химической промышленности и предусматривают события при выполнении боевых и учебно-боевых задач.

Заключение. Многообразие повреждений определяет необходимость формирования синдромально-го диагноза, определяющего лечебную тактику и эвакуационное предназначение поражённых.

Ключевые слова: ирританты; вещества прижигающего действия; детергенты; комбинированные осколочно-химические поражения

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует предоставления заключения по биоэтической этике.

Для цитирования: Чепур С.В., Никифоров А.С., Лютов Р.В., Юдин М.А., Морозов Е.В., Цой Д.В. Современные боевые комбинированные химические поражения. *Токсикологический вестник*, 2025; 33(3): 206–213. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2025-33-3-206-213>

Для корреспонденции: Никифоров Александр Сергеевич, e-mail: gniiivm_2@mil.ru

Участие авторов: Чепур С.В. – идея исследования, написание текста, редактирование; Никифоров А.С., Цой Д.В. – аналитические исследования биосред и предметов одежды; Юдин М.А. – обработка аналитического материала; Лютов Р.В., Морозов Е.В. – осмотр и оказание помощи пострадавшим, систематизация и статистическая обработка клинического материала. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила в редакцию: 10 сентября 2024 / Принята в печать: 16 мая 2025 / Опубликовано: 30 июня 2025

Sergey V. Chepur, Alexander S. Nikiforov, Roman V. Lyutov, Mikhail A. Yudin, Evgeniy V. Morozov, Dmitry V. Tsoi

Contemporary combat combined chemical injures

State Research Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 195043, Saint-Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The share of combined effects of mechanical, thermal and infectious damage with chemical poisoning in accidents of various chemical industries, burning of plastics and petroleum products has been significantly increased by cases of damage during combat operations in the zone of special military operation.

Material and methods. A retrospective comparative analysis of patients with isolated and combined chemical trauma admitted to a first-level hospital.

Results. Combined injuries in the flow of intoxicated patients entering first-level medical institutions account for 13.7%. The etiology of chemical injury in such victims corresponds to isolated chemical damage; at that, injuries by irritants, organic acids, alkalis and detergents form the basis. The presence of contusions or a wound process promotes early seeking of medical help and hospitalization compared to isolated poisonings. The basis of toxic injuries was the pathology of the bronchopulmonary system and laryngopharyngeal mucosa. Acid burns of the mucous membrane manifested on the second or third day postexposure. The occurrence of severe multi-focal pulmonitis after poisoning with organic and mineral alkalis and detergents aggravates the course of traumatic shock and early purulent complications of mechanical trauma. The pronounced necrotizing effect was noted during local exposure of toxicants present on the ammunition fragments.

Limitations. The results of studies of chemical injury cases do not apply to categories of civilians and workers of chemical industry enterprises and provide for events during the performance of combat and combat training missions.

Conclusion. The injuries' variety determines the need to formulate a syndromic diagnosis for setting treatment tactics and evacuation purpose of the injured.

Keywords: irritants; cauterizing agents; detergents; combined fragmentation-chemical injuries

Compliance with ethical standards. The study does not require a conclusion on biomedical ethics.

For citation: Chepur S.V., Nikiforov A.S., Lyutov R.V., Yudin M.A., Morozov E.V., Tsoi D.V. Contemporary combat combined chemical injures. *Toksikologicheskii vestnik / Toxicological Review*. 2025; 33(3): 206–213. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2025-33-3-206-213> (in Russian)

For correspondence: Alexander S. Nikiforov, e-mail: nikiforov2004@mail.ru

Authors' contribution: Chepur S.V. – the concept and design of the study, writing and editing a text; Nikiforov A.S., Tsoi D.V. – analytical studies of biological media and clothing items; Yudin M.A. – processing of analytical material; Lyutov R.V., Morozov E.V. – examination and assistance to victims, systematization and statistical processing of clinical material. All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study had no sponsorship.

Received: September 10, 2024 / Accepted: May 16, 2025 / Published: June 30, 2025

Введение

Теория и практика лечения комбинированных поражений составляет одну из значимых и не до конца решённых проблем современной экстремальной медицины с учётом изменяющейся нозологии острых состояний и заболеваний, наибольшую настороженность представляют комбинированные химические поражения. В основе проявлений комбинированных химических поражений лежит одновременное или последовательное в определённом временном диапазоне воздействие нескольких поражающих факторов различной природы, тяжесть воздействия кото-

рых дополняется предшествующим либо последующим инфекционным процессом [1]. Такого рода повреждения нельзя представить как математическую сумму синхронно протекающих патологических процессов. Принципиально важным в диагностике и прогнозе исхода комбинированных химических поражений считают выявление синдрома взаимного отягощения, наличие которого служит характеристически осложняющим признаком любых других воздействий (ожоги, ранения, травмы и т. д.) [2].

Наиболее часто разбираемым примером комбинированных поражений признаны радиационно-механические с характерной стадийной

сменой проявлений лучевой и не лучевой патологии, тогда как механохимические и механотермохимические, а также и радиационно-химические формы патологии должным образом не исследовались [3]. Так, в случае отравлений боевыми отравляющими веществами клиническая картина интоксикации определяет порядок оказания медицинской помощи и зачастую исход поражения в целом, тогда как при отравлении различными промышленными токсикантами клиническая манифестация поражений либо отсрочена, либо растянута во времени, при этом эвакуационно-сортировочные мероприятия в большинстве случаев определяются механическими повреждениями [4].

Комбинированные химические поражения рассматривают часто в контексте аварий на химически опасных промышленных объектах с взрывными процессами, горением, которое в случае воспламенения элементов городской застройки (современные отделочные материалы на основе пластика) может стать самостоятельным источником токсичных продуктов [5], выбросами и проливами легколетучих и разливами агрессивных интермедиантов технологических линий производства и синтеза [6]. Участвовавшей причиной возникновения поражений по результатам ретроспективного анализа случаев в зоне специальной военной операции считают атаки дронов различной конструкции [7], что также актуализирует необходимость освещения этого вопроса для решения задач по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в областях, граничащих с участками проведения боевых действий. Особенности локального взрывного процесса после применения БПЛА в снаряжении отравляющими и высокотоксичными веществами обуславливают существенные отличия характеристик возникающего очага химического поражения по отношению к иным способам формирования дымов, в том числе при применении артиллерийских боеприпасов.

В этой связи отсутствие глубокого анализа комплексного действия поражающих факторов химической и нехимической природы чревато снижением качества оказания медицинской помощи, что определило *цель настоящего исследования*.

Материал и методы

Материалом исследования стали наблюдения случаев отравлений военнослужащих, эвакуированных на этапах оказания первичной врачебной и специализированной (реанимационной) медицинской-санитарной помощи с января по май 2024 г.

в зоне специальной военной операции после одномоментного воздействия факторов взрыва различной мощности и отравляющих веществ в виде сухого аэрозоля или тяжелого газа. У всех пострадавших выявляли признаки интоксикации, которые в токсигенную фазу патологического процесса часто определяли тяжесть поражения и наличие хирургической патологии в виде осколочных ранений и последствий фугасного действия (комбинации механического и физического факторов), представленные травмами (ушибы и переломы различной локализации, баротравмы уха и внутренних органов, кровопотеря и т. д.). Анализу подвергали медицинскую документацию с детализацией условий получения травмы, обстоятельств эвакуации на этапы оказания медицинской помощи, состояние пострадавших и эффективность проводимой терапии. Для токсико-химической экспертизы отбирали фрагменты одежды пострадавших, образцы крови, мочи и слюны, а также пробы волосяного покрова. При проведении первичной хирургической обработки иссекали ранящие осколки и омертвевшие ткани. При подозрении на их загрязнение отравляющими веществами, а также при явных клинических признаках местного некротизирующего процесса, после извлечения образцов и проб их также подвергали аналитическому контролю. В ряде случаев пробы доставляли в замороженном виде или использовали специально разработанные сорбционные картриджи, реализующие метод сухой капли и обеспечивающие сохранность проб до одного месяца без соблюдения холодовой цепи. После жидкость-жидкостной экстракции биопробы концентрировали методом вакуумного высушивания и подвергали аналитическому исследованию с применением стандартных алгоритмов на газовом (Agilent, США) и жидкостных (Thermo Fisher Scientific, США) хромато-масс-спектрометрах, а также квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой (Helicon 7000, Китай).

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Statistica 2010. Данные представлены в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (ST), встречаемость признаков и их ошибку определяли в соответствии с таблицами В.С. Генеса. При сравнении двух независимых групп и определении значимости использовали непараметрический метод несвязанных выборок — *U*-критерий Манна-Уитни. Для сравнения нескольких независимых групп и определения значимости в исследуемых показателях использовали критерий Краскела-Уоллиса.

Таблица 1 / Table 1

Структура входящего потока химических поражённых пациентов в госпитали первого уровня, %
The structure of the incoming flow of chemical victims in first-level hospitals, %

Диагноз по МКБ-10 Diagnosis according to ICD-10	Вариант химического поражения (по МКБ-10) / A variant of chemical injuries (to ICD-10)					
	изолированное Isolated	комбинированное / combined				
		осколочное ранение / shrapnel wound			контузия / concussion	
		T01.0	T01.1	T01.2 + T01.3 + T01.6	S06.0	S20.2
T40.7	1,8	–	–	–	–	–
T54.2	5,4	–	–	0,9	–	–
T54.3	11,6	–	–	0,9	–	–
T53.5	8,0	–	0,9	1,7	0,9	–
T53.7	10,7	–	–	–	0,9	–
T55	14,3	0,9	–	0,9	0,9	–
T56.1	0,9	–	–	–	–	–
T57.1	6,3	–	0,9	–	–	–
T58	2,7	–	–	–	–	–
T59.3	24,0	0,9	–	1,8	0,9	0,9

Результаты

Анализ доли поражённых с клиническими проявлениями отравлений в 13,7% случаев соответствовал комбинированным механохимическим воздействиям среди поступивших в госпиталь первого уровня в приграничной с Украиной территории. Структура входящего потока химически поражённых представлена в табл. 1.

Основу изолированной химической патологии составили раздражители из числа полицейских газов (преимущественно CS), а также органические кислоты (тозилхлорид), промышленные щёлочи и детергенты или их смеси, а также производные нафталинов и галогенорганические циклические соединения. Структура отравлений военнослужащих с комбинированными поражениями в целом соответствует структуре изолированных химиче-

ских повреждений, а характер патологии отражает применение отравляющих веществ посредством сброса с БПЛА, взрыва FPV-дрона или диспергирования газо-воздушной смеси или аэрозоля.

Временные характеристики оказания медицинской помощи в ходе эвакуации представлены в табл. 2.

Важно отметить достоверно более раннее обращение пострадавших с комбинированными поражениями за медицинской помощью в силу тяжести состояния по хирургическим показаниям, в итоге они раньше попадали на госпитальный этап медицинской помощи. Объёмы проводимых мероприятий на первичном этапе у таких поражённых по времени превышают таковые при изолированной химической травме, однако в силу очерёдности эвакуации достоверно не увеличивают время доставки на следующий этап.

Таблица 2 / Table 2

Сложившиеся временные характеристики оказания медицинской помощи пострадавшим с химической травмой (Me [Q₁÷Q₃], ч)

Established time characteristics of providing medical care to victims with chemical trauma (Me [Q₁÷Q₃], h)

Химическое поражение Chemical injuries	Временной диапазон / Time range		
	обращение за доврачебной медицинской помощью requesting pre-medical care	подготовка и эвакуация в стационар preparation and evacuation to the hospital	формирование предварительного диагноза formation of a preliminary diagnosis
Изолированные / Isolated	12,0 [2,0 ÷ 48,0]	7,0 [3,0 ÷ 10,0]	21,6 [11,8 ÷ 57,6]
Комбинированные / Combined	4,0 [3,5 ÷ 10,0]*	8,0 [7,0 ÷ 12,0]	14,4 [12,5 ÷ 17,6]*

Примечание. Здесь и в табл. 3: * – различия между показателями групп значимы при $p < 0,05$.

Note. Here and in Table 3: * – differences between the indicators of the groups are significant at $p < 0.05$.

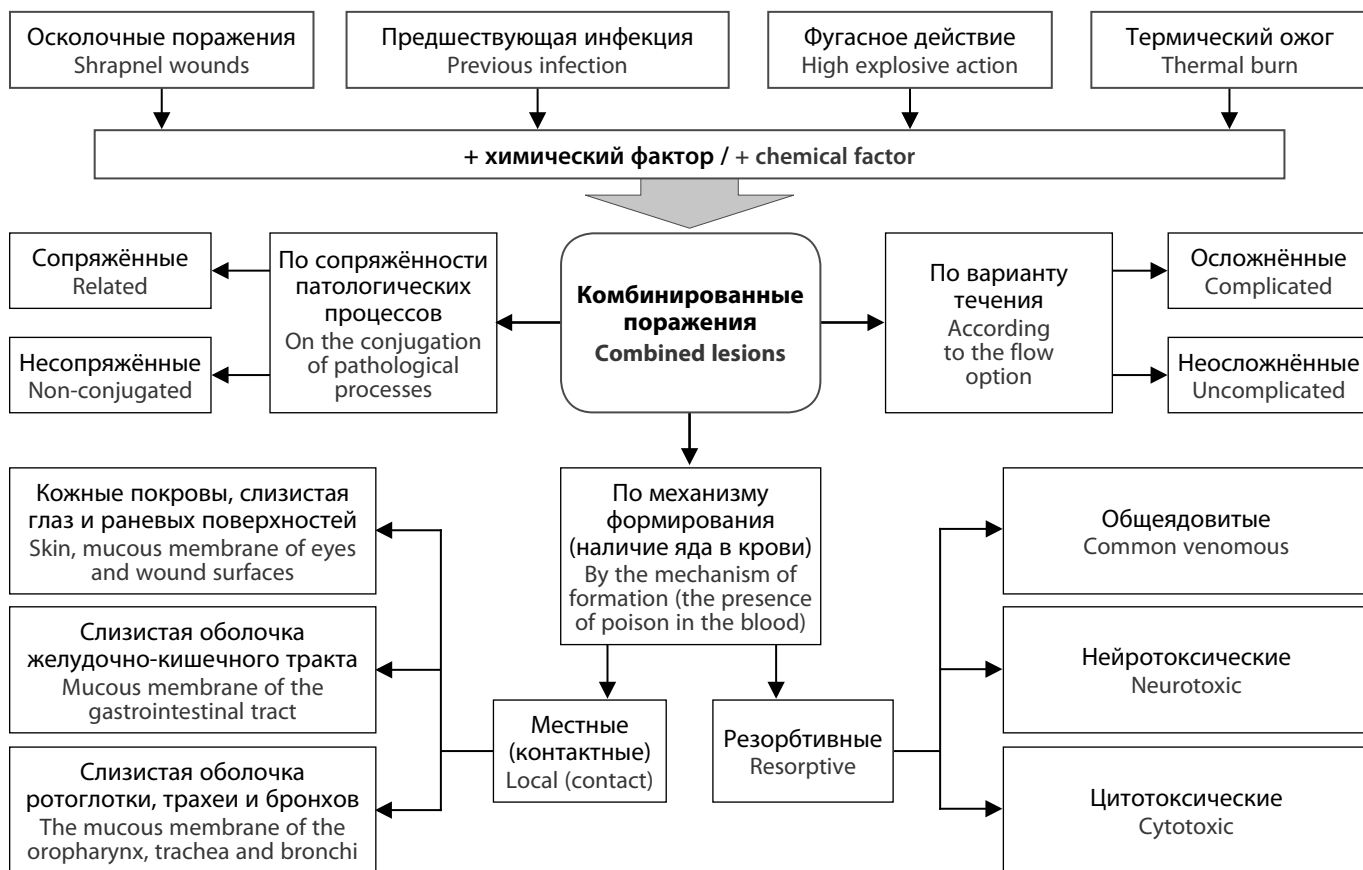


Рис. 1. Рабочая классификация комбинированных химических поражений.

Fig. 1. Working classification of combined chemical injuries.

Рабочая классификация комбинированных химических поражений, исходя из зафиксированных случаев отравлений, представляется следующим образом (рис. 1).

Параметры применённой классификации достаточно широко известны и обуславливают лечебную тактику и эвакуационные предназначения. Важно отметить, что проявления острого химического поражения могут существенно различаться во времени. Если при отравлениях образцами химического оружия или высокотоксичными веществами клиника токсических поражений, как правило, предшествует манифестации травматической болезни, за исключением случаев, сопряжённых с кровопотерей, то при отравлениях иными токсичными химикатами, в том числе с пролонгированным эффектом, проявления токсической патологии могут возникать на фоне манифестации проявлений травматической болезни и её осложнений. Этиологический фактор, приведший к отравлению, выявляют в ходе химико-токсикологической экспертизы иногда в течение 1 нед с учётом транспортировки проб в аналитическую лабораторию (центр), тогда как анализ клинических проявлений позволит врачу

сформировать должную настороженность в оценке прогноза заболевания. В силу этого, в понимание патогенеза формирующихся повреждений сознательно введён классификационный признак сопряжённости химического с другой этиологией травматических процессов.

Предполагая сходную структуру химических поражений и обусловленность возникновения комбинированных вариантов на их основе исключительно условиями диспергирования отравляющих веществ, выявление феномена взаимного отягощения, при несопряжённых во времени процессах, осуществляли ретроспективно в ходе анализа жалоб в фазу преобладания токсических проявлений до поступления в стационар, что отражено в табл. 3.

При сопряжённых во времени проявлениях механических и токсических поражений вариант утяжеления выявляли при анализе объективного состояния на момент поступления в стационар (табл. 4).

На догоспитальном этапе поражённые с комбинированным вариантом воздействия чаще предъявляли жалобы на проявления, косвенно сопряжённые с сосудистым тонусом и степенью кровопотери (слабость, головная боль,

Таблица 3 / Table 3

Доля предъявлений жалоб пострадавшими с изолированными и комбинированными химическими поражениями, % ($P \pm m_p$)**The proportion of complaints filed by victims with isolated and combined chemical lesions, % ($P \pm m_p$)**

Предъявляемые жалобы Submitted complaints	Химические поражения Chemical injuries	
	изолированные isolated	комбинированные combined
Кратковременная потеря сознания / Short-term loss of consciousness	2 ± 2	0 + 7
Слабость и утомляемость / Weakness and fatigue	21 ± 5	7 ± 7*
Локальные боли, в том числе в области ранений / Local pain, including in the area of wounds	0 ± 1	7 ± 7
Ломота в мышцах / Muscle aches	1 ± 1	0 ± 7
Резь в глазах, носу и ротоглотке / Pain in the eyes, nose and oropharynx	30 ± 5	34 ± 13
Слезотечение и слюнотечение / Lacrimation and salivation	16 ± 4	14 ± 10
Сухость во рту и в горле, першение / Dry mouth and throat, tickling	10 ± 3	7 ± 7
Одышка, затруднение дыхания / Shortness of breath, difficulty breathing	46 ± 6	36 ± 13
Кашель / Cough	42 ± 6	50 ± 14
Головная боль / Headache	26 ± 5	50 ± 14*
Головокружение, звон в ушах / Dizziness, ringing in the ears	28 ± 5	36 ± 13
Посторонний привкус во рту / Foreign taste in the mouth	9 ± 3	21 ± 11
Тошнота / Nausea	40 ± 6	28 ± 13*
Рвота / Vomiting	14 ± 4	21 ± 11
Диарея / Diarrhea	4 ± 2	7 ± 7
Боль или жжение в груди / Pain or burning sensation in the chest	25 ± 5	7 ± 7*
Отеки нижних конечностей / Swelling of the lower extremities	1 ± 1	0 ± 7
Сердцебиение / Heartbeat	5 ± 2	0 ± 7

Таблица 4 / Table 4

Оценка объективного статуса при стационарном обследовании пострадавших с изолированными и комбинированными химическими поражениями**Assessment of the objective status during inpatient examination of victims with isolated and combined chemical injuries**

Показатель Indicator	Химические поражения / Chemical injuries	
	изолированные isolated	комбинированные combined
Систолическое артериальное давление, $Me [Q_1 \div Q_3]$, мм рт. ст. Systolic blood pressure, $Me [Q_1 \div Q_3]$, mmHg	130,0 [111,3 ÷ 147,5]	120,0 [110,0 ÷ 130,0]
Диастолическое артериальное давление, $Me [Q_1 \div Q_3]$, мм рт. ст. Diastolic blood pressure, $Me [Q_1 \div Q_3]$, mmHg	80,0 [72,5 ÷ 90,0]	80,0 [75,0 ÷ 80,0]
Частота сердечных сокращений, $Me [Q_1 \div Q_3]$, уд. в 1 мин Heart rate, $Me [Q_1 \div Q_3]$, beats per minute	90,0 [81,8 ÷ 99,0]	82,0 [78,0 ÷ 90,0]
Частота дыхания, $Me [Q_1 \div Q_3]$, вдохов в минуту Respiratory rate, $Me [Q_1 \div Q_3]$, breaths per minute	20,0 [18,8 ÷ 20,0]	18,0 [18,0 ÷ 19,0]
Сатурация кислорода крови, $Me [Q_1 \div Q_3]$, % / Blood oxygen saturation, $Me [Q_1 \div Q_3]$, %	97,0 [96,0 ÷ 98,0]	98,0 [95,5 ÷ 98,0]
Температура тела, $Me [Q_1 \div Q_3]$, °C / Body temperature, $Me [Q_1 \div Q_3]$, °C	36,6 [36,3 ÷ 37,0]	36,6 [36,6 ÷ 36,7]
Доля лиц с гиперемией кожи и слизистых, % Proportion of people with hyperemia of the skin and mucous membranes, %	22 ± 5	14 ± 10
Частота рентгенологических признаков бронхита, % Frequency of radiographic signs of bronchitis, %	14 ± 4	7 ± 7
Частота рентгенологических признаков пневмонии, % Frequency of radiographic signs of pneumonia, %	9 ± 3	0 ± 7

головокружение), тогда как тошнота и раздражение верхних дыхательных путей выражены реже, что, по-видимому, сопряжено с мотивацией покинуть место травмы.

При поступлении в стационар первого уровня выраженных проявлений, свидетельствующих о наличии феномена взаимного отягощения, не прослеживали. Частота раздражения кожи и слизистых, рентгенологических находок была несколько выше при изолированных поражениях, что, по-видимому, обуславливалось продолжительностью воздействия химического фактора при потребности немедленно покинуть опасную зону вследствие ранения. Длительные кожные проявления свидетельствовали о применении кислотных или щелочных агентов, тогда как действие ирритантов при поступлении пострадавших в стационар через сутки после поражения в подавляющем числе случаев не прослежено. Отмеченные случаи воздействия фосфорно-термитными смесями подтверждались данными рентгеноспектрального микроанализа образцов проб, отобранных с места их применения в зоне специальной военной операции (рис. 2, см. на вклейке).

Основу токсических проявлений составляла патология бронхолегочной системы и слизистой гортаноглотки, часто недоступной для самостоятельного промывания и требующей обработки в стационаре. Кислотные ожоги слизистой манифестировали на второй-третий день после травмы, представленными изъязвлениями с отторжением коагулированной ткани слизистой верхних дыхательных путей. Возникновение наиболее тяжелых пневмонитов связывали с воздействием органических и минеральных щелочей и детергентов. Их проявление было отсрочено по времени, однако они были значимо больше по глубине и формировали множественные очаги поражения не только бронхиального дерева, но и прилежащей лёгочной ткани с выраженной гиперемией и отёком слизистой при бронхоскопии, обтурацией бронхов и присоединением инфекционного процесса.

Проявления от воздействия комбинации химического и других факторов возможны не только на уровне резорбтивных и рефлекторных эффектов, но и при местной аппликации. В трёх случаях у поражённых прослежены некротические процессы вокруг осколков FPV-дронов и сбрасываемых устройств. В отличие от артиллерийских снарядов, испытывающих воздействие факторов стрельбы, скорость перемещения дрон позволяет нанести на их поражающие элементы местнодействующие токсиканты. В частности, прослежены признаки направленного загрязнения осколков (рис. 3,

см. на вклейке), иссечённых при первичной хирургической обработке ран, различных некротизирующих агентов (этиленоксид, тетраэтиленгликоль, N-лаурилдиэтанолламин и др.).

Обсуждение

Результаты ретроспективного анализа поражённых с клиническими проявлениями отравлений указывают на преобладание изолированных форм отравлений, основа которых представлена последствием применения ирритантов и органических кислот, щелочей и детергентов. Несмотря на небольшую долю (13,7%) схожих структурно комбинированных поражений, характер их получения связан со сбросом боеприпаса с БПЛА, взрыва FPV-дрона или диспергирования газовой смеси или аэрозоля. Более раннее обращение пострадавших с комбинированными поражениями за медицинской помощью в силу тяжести состояния по хирургическим показаниям определили увеличение времени проведения мероприятий первичной медицинской помощи. Отмечено, что при смертельных отравлениях клиника токсических поражений, как правило, предшествует манифестации травматической болезни, в ином случае проявления токсической патологии могут возникать на фоне последствий травматического шока. Сходная структура химических поражений и обусловленность возникновения комбинированных вариантов на их основе свидетельствует о возможности реализации феномена взаимного отягощения, претерпевающего клинически значимые состояния для локальных поражений бронхиального дерева и прилежащей легочной ткани с присоединением инфекционного процесса. В остальных же случаях феномен взаимного отягощения явно не прослеживался, в том числе по причине мотивации поражённых немедленно покинуть опасную зону вследствие ранения.

Структура химической травмы в основном была представлена местными проявлениями в результате применения кислотных или щелочных агентов, а также загрязнения осколков различными некротизирующими агентами (этиленоксид, тетраэтиленгликоль, N-лаурилдиэтанолламин и др.). Так, если действие ирритантов при поступлении пострадавших в стационар через сутки после поражения в подавляющем числе случаев не прослежено, кислотные же ожоги слизистой манифестировали на второй-третий день в виде изъязвлений с отторжением коагулированной ткани слизистой верхних дыхательных путей. Возникновение наиболее тяжёлых пневмонитов

было сопряжено с воздействием органических и минеральных щелочей и детергентов.

Ограничения исследования. Результаты исследований случаев химической травмы не распространяются на категории гражданских лиц и работников предприятий химической промышленности и предусматривают события при выполнении боевых и учебно-боевых задач.

Заключение

Многообразии повреждений в результате комбинированного химического воздействия определяет необходимость формирования син-

дромального диагноза, обуславливающего лечебную тактику и эвакуационное предназначение поражённых. Следует учитывать, что при отравлениях разъедающими агентами, в особенности щелочами, поражения трахеи и бронхов могут возникать через 3–4 дня после отравления и утяжелять протекание травматического шока и ранних гнойных осложнений механической травмы. Прослеженные примеры токсических поражений актуализируют необходимость совершенствования оказания медицинской помощи отравленным и проведения санитарной обработки при длительно сохраняющихся химических загрязнениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Военно-полевая хирургия. Национальное руководство. 2-е изд, перераб. и доп. Под редакцией Самохвалова И.М. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2024.
2. Легеца В.И., Гребенюк А.Н., Бояринцев В.В. Комбинированные радиационные поражения и их компоненты. СПб.: Фолиант; 2015.
3. Завирский А.В., Зацепин В.В., Башарин В.А. Экспериментальная модель комбинированного радиационно-химического поражения в результате воздействия рентгеновского излучения и монооксида углерода. *Medline.ru. Российский биомедицинский журнал*. 2020; 21: 11–22.
4. Башарин В.А., Карамуллин М.А., Зацепин В.В., Завирский А.В., Чеховских Ю.С. Комбинированное действие ионизирующих излучений и токсикантов. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2019; 1(65): 225–9.
5. Толкач П.Г. Изучение механизма пульмонотоксического действия дихлорангидрида угольной кислоты. *Токсикологический вестник*. 2020; 3(162): 26–32.
6. McCord G.C., Bharadwaj P., McDougal L., Kaushik A., Raj A. Long-term health and human capital effects of in utero exposure to an industrial disaster: a spatial difference-in-differences analysis of the Bhopal gas tragedy. *BMJ Open*. 2023; 13(6): e066733.
7. Рудаков Д.П. Анализ способов применения отравляющих веществ по опыту специальной военной операции. *Научно-методический бюллетень Военного университета Министерства обороны Российской Федерации*. 2024; 1(21): 72–9.

REFERENCES

1. *Military field surgery. National leadership. 2nd ed., revised. and add. Edited by I.M. Samokhvalov [Военно-полевая хирургия. Национальное руководство. 2-е изд, перераб. и доп. Под редакцией Самохвалова И.М.]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2024. (in Russian)
2. Legeza V.I., Grebenyuk A.N., Boyarintsev V.V. Combined radiation damage and its components [Комбинированные радиационные поражения и их компоненты]. Saint-Petersburg: Foliant; 2015. (in Russian)
3. Zavriskiy A.V., Zatselin V.V., Basharin V.A. An experimental model of combined radiation and chemical damage caused by exposure to X-rays and carbon monoxide. *Medline.ru. Ross. biomed. zhurn.* 2020; 21: 11–22. (in Russian)
4. Basharin V.A., Karamullin M.A., Zatselin V.V., Zavriskiy A.V., Chekhovskikh Yu.S. The combined effect of ionizing radiation and toxicants. *Vestnik Rossijskoj Voennomeditsinskoj akademii*. 2019; 1(65): 225–9. (in Russian)
5. Tolkach P.G. Investigation of the mechanism of pulmunotoxic action of carbonic acid dichlorohydride. *Toksikologicheskij vestnik*. 2020; 3(162): 26–32. (in Russian)
6. McCord G.C., Bharadwaj P., McDougal L., Kaushik A., Raj A. Long-term health and human capital effects of in utero exposure to an industrial disaster: a spatial difference-in-differences analysis of the Bhopal gas tragedy. *BMJ Open*. 2023; 13(6): e066733.
7. Rudakov D.P. Analysis of methods of using toxic substances based on the experience of a special military operation. *Nauchno-metodicheskij byulleten' . Voennogo. universiteta Ministerstva oborony Rossijskoj Federacii*. 2024; 1(21): 72–9. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Чепур Сергей Викторович – доктор мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, начальник ФГБУ ГНИИИВМ МО РФ, 195043, г. Санкт Петербург, Россия. E-mail: gniiivm_2@mail.ru

Никифоров Александр Сергеевич – доктор биол. наук, профессор, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского испытательного центра (медико-биологической защиты) ФГБУ ГНИИИВМ МО РФ, 195043, г. Санкт Петербург, Россия. E-mail: nikiforov2004@mail.ru

Люттов Роман Викторович – доктор мед. наук, профессор, начальник филиала № 2 ФГБУ ГНИИИВМ МО РФ, 195043, г. Санкт Петербург, Россия. E-mail: gniiivm_2@mail.ru

Юдин Михаил Анатольевич – доктор мед. наук, профессор, начальник научно-исследовательского испытательного центра (медико-биологической защиты) ФГБУ ГНИИИВМ МО РФ, 195043, г. Санкт Петербург, Россия. E-mail: gniiivm_2@mail.ru

Морозов Евгений Викторович – начальник терапевтического отделения госпиталя филиала № 2 ФГБУ ГНИИИВМ МО РФ, 195043, г. Санкт Петербург, Россия. E-mail: gniiivm_2@mail.ru

Цой Дмитрий Васильевич – кандидат биол. наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского испытательного центра (медико-биологической защиты) ФГБУ ГНИИИВМ МО РФ, 195043, г. Санкт Петербург, Россия. E-mail: gniiivm_2@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sergey V. Chepur, Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the State Research Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint-Petersburg, 195043, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-5324-512X> E-mail: gniiivm_2@mail.ru

Alexander S. Nikiforov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Leading Researcher at the Scientific Research Testing Center (Biomedical Protection) of the State Research Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint-Petersburg, 195043, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-4592-5352> E-mail: nikiforov2004@mail.ru

Roman V. Lyutov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Branch № 2 of the State Research Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint-Petersburg, 195043, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9227-8688> E-mail: gniiivm_2@mail.ru

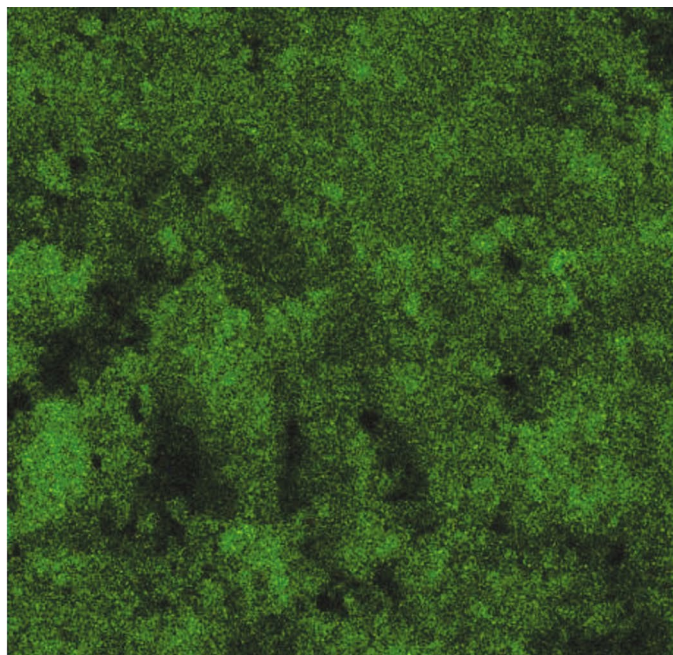
Mikhail A. Yudin, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Scientific Research Testing Center (Biomedical Protection) of the State Research Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint-Petersburg, 195043, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-5646-0880> E-mail: gniiivm_2@mail.ru

Evgeniy V. Morozov, Head of the Therapeutic Department of the hospital branch № 2 of the State Research Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint-Petersburg, 195043, Russian Federation, E-mail: gniiivm_2@mail.ru

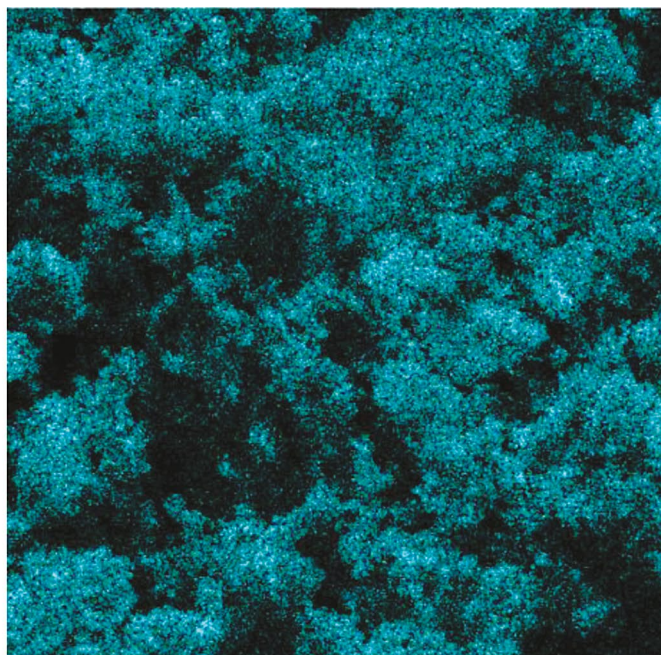
Dmitry V. Tsoi, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Scientific Research Testing Center (Biomedical Protection) of the State Research Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint-Petersburg, 195043, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-4230-7134> E-mail: gniiivm_2@mail.ru

*К статье С.В. Ченур и соавт.
To the article by Sergey V. Chepur et al.*

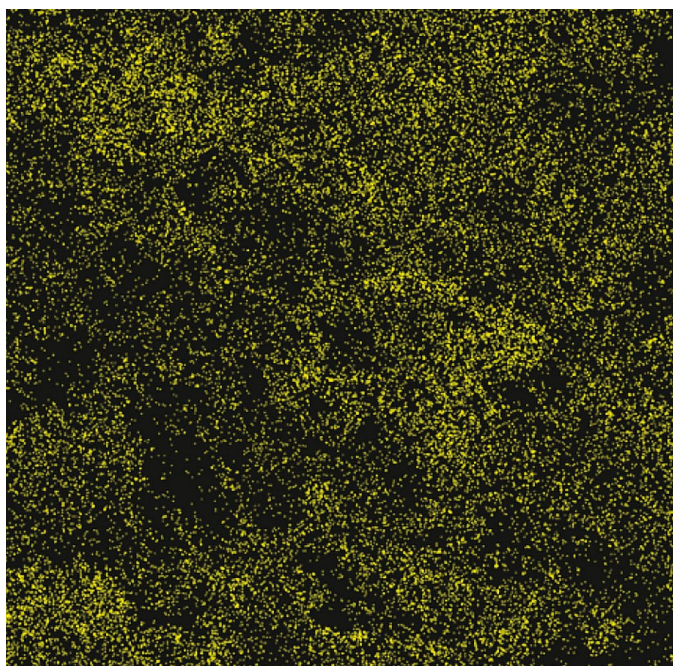
Фосфор / Phosphorus



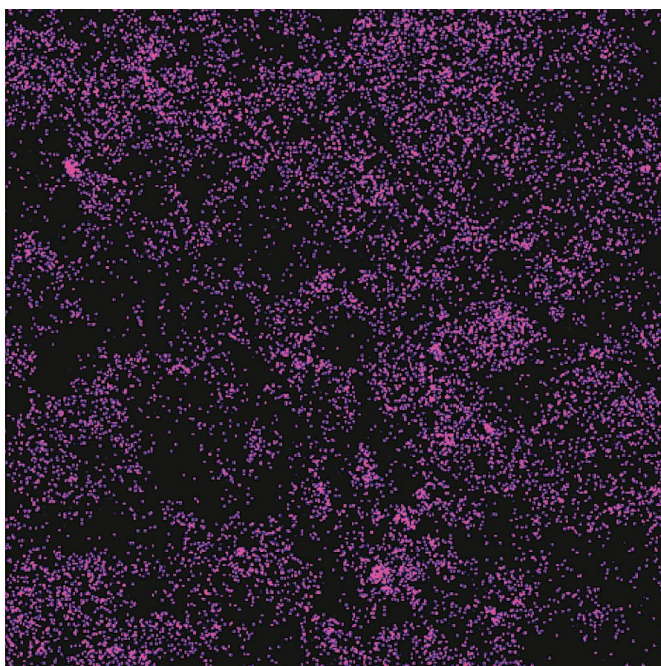
Кислород / Oxygen



Магний / Magnesium



Железо / Ferrum



50 μ m

Рис. 2. Элементный рентгеноспектральный микроанализ образцов фосфорно-термитных смесей.
(Представлены Н.Г. Венгеровичем).

Fig. 2. X-ray elementary microanalysis of phospho-thermite mixtures' samples. (Presented by N.G. Vengerovich).

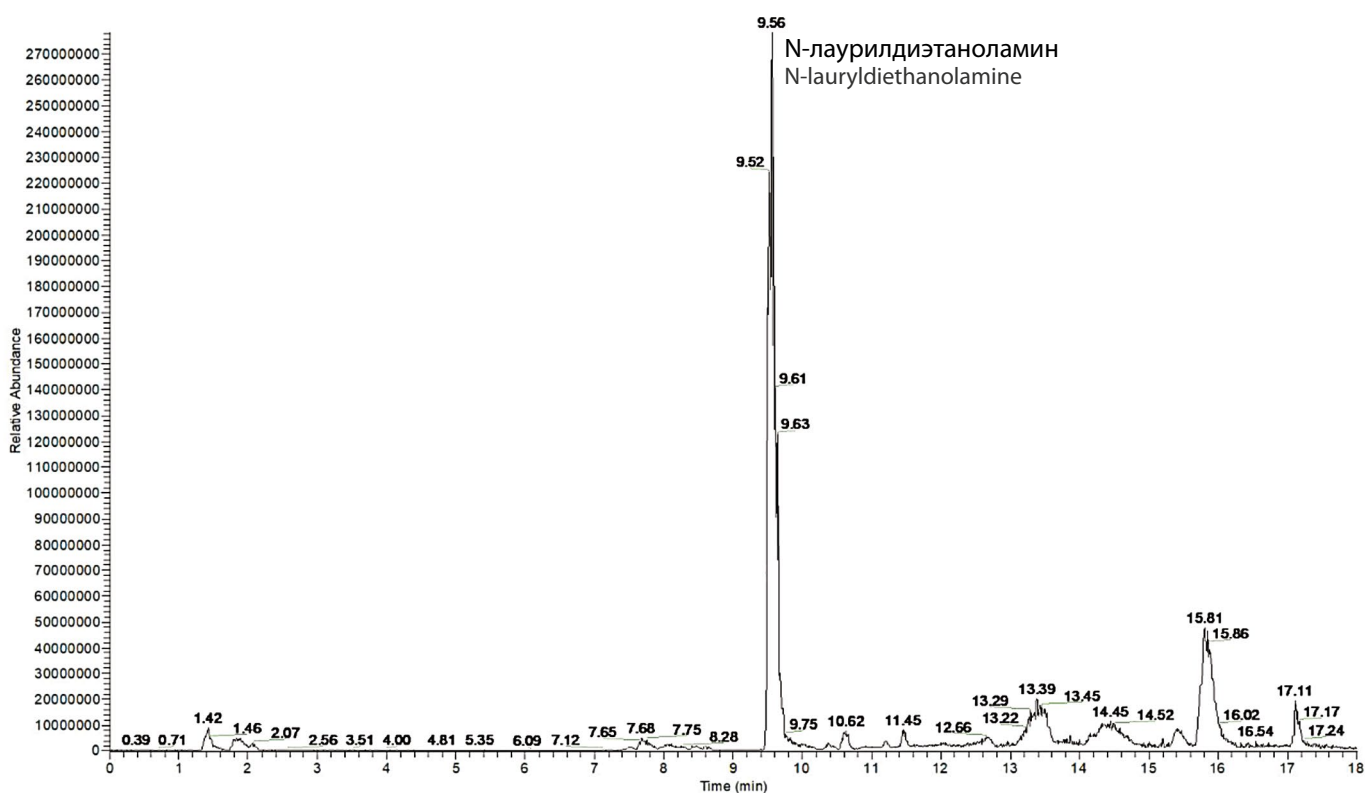
*К статье С.В. Ченур и соавт.
To the article by Sergey V. Chepur et al.*



а

Выявленные на осколке ирританты и вещества прижигающего действия Irritants and cauterizing substances detected on the fragment	RT, мин RT, min	m/z
Тетраэтиленгликоль Tetraethylene glycol	2.05	195.12
Хлороацеталь Chloroacetal	7.70	153.07
N-лаурилдиэтаноламин N-lauryldiethanolamine	9.54	274.27
Диундециламин Diundecylamine	11.45	326.38
Докоз-13-енамид Docose-13-enamide	14.58	338.34

б



б

Рис. 3. Иссечённый из раны осколок сброса с дрона (а) и ВЭЖХ/МС-спектр смыва с него органическими растворителями, содержащими различные ирританты и некротизирующие агенты (б). В осколке боеприпаса идентифицированы 7 органических соединений, 5 из которых относят к раздражающим и прижигающим веществам, в большом количестве обнаружен N-лаурилдиэтаноламин (в).

Fig. 3. A fragment of a drone discharge excised from a wound (a) and the LC/MS spectrum of the organic solvent wash containing various irritants and necrotizing agents (b). Seven organic compounds were identified in the fragment of the ammunition, five of which are classified as irritating and cauterizing substances, and N-lauryldiethanolamine (v) was found in large quantities.