

Функциональное состояние дыхательной системы при сочетанных боевых травмах

О.И. Савушкина^{✉1,2}, Е.Р. Кузьмина¹, А.А. Зайцев^{1,3}, М.М. Малашенко¹, И.Ц. Кулагина¹,
Н.А. Терновская¹, О.В. Фесенко^{1,3}, Е.В. Крюков⁴

¹ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. акад. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия;

²ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России, Москва, Россия;

³ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия;

⁴ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Обоснование. Сочетанная боевая травма обуславливает гипоксические расстройства, наиболее выраженные при повреждении органов грудной клетки (ГК). Однако при любой тяжелой огнестрельной травме все органы пострадавшего подвержены в той или иной степени контузионному повреждению, а массивная кровопотеря запускает каскад патофизиологических реакций, приводящих к острому повреждению легких.

Цель. Изучить функциональное состояние дыхательной системы в различные периоды после тяжелых минно-взрывных ранений (МВР) неторакальной локализации.

Материалы и методы. В исследование включены 30 пациентов с диагнозом сочетанной боевой травмы, 100% мужчины, 100% курящие, медиана возраста – 37 лет. Медиана срока давности получения травмы (Ме) составила 63,5 (28–136) дня.

Результаты. Выполнено проспективное поперечное исследование. Общая выборка разделена на группы: 1-я группа – 19 пациентов с сочетанными МВР (исключая ГК), полученными в период 3 мес, 2-я группа – 11 пациентов с сочетанными МВР (исключая ГК), полученными в период более 3 мес на момент проведения исследования. Всем пациентам проведены спирометрия, бодиплетизмография, диффузионный тест. В общей группе у 3 пациентов выявлено нарушение вентилиации по обструктивному типу, у 37% (11/30), большинство из которых получили травмы конечностей, – нарушение диффузионной способности легких (ДСЛ). Кроме того, во 2-й группе обращают на себя внимание более низкие значения объема форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ₁ – 115 и 102% долж. в 1 и 2-й группах соответственно; $p=0,01$) и более высокая частота выявления нарушения ДСЛ (в 21 и 64% случаев в 1 и 2-й группах соответственно; $p=0,026$).

Заключение. Следует уделять особое внимание диагностике функционального состояния дыхательной системы у пациентов, получивших тяжелые травматические повреждения конечностей. Вследствие массивной кровопотери и шока в раннем посттравматическом периоде у данной категории пострадавших запускается каскад патофизиологических реакций, приводящих к повреждению легочной ткани разной степени выраженности, что впоследствии может обуславливать функциональные расстройства дыхательной системы, прежде всего нарушение ДСЛ.

Ключевые слова: сочетанная боевая травма, функциональное состояние дыхательной системы, легочные функциональные тесты

Для цитирования: Савушкина О.И., Кузьмина Е.Р., Зайцев А.А., Малашенко М.М., Кулагина И.Ц., Терновская Н.А., Фесенко О.В., Крюков Е.В. Функциональное состояние дыхательной системы при сочетанных боевых травмах. *Consilium Medicum*. 2025;27(9):503–507.

DOI: 10.26442/20751753.2025.9.203446

Введение

Сочетанная боевая травма обуславливает гипоксические расстройства, которые наиболее выражены при повреждении органов грудной клетки (ГК). Нарушение целостности грудного каркаса оказывает влияние на функциональное

состояние дыхательной системы (прежде всего на диффузионную способность легких – ДСЛ), что уже нашло свое подтверждение в ряде работ [1–4]. Кроме того, еще одним механизмом функциональных расстройств дыхательной системы вследствие травмы груди может быть дисфункция респира-

Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Савушкина Ольга Игоревна** – канд. биол. наук, зав. отд-нием исследований функции внешнего дыхания центра функционально-диагностических исследований ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко», ст. науч. сотр. лаб. клинической пульмонологии ФГБУ «НИИ пульмонологии». E-mail: olga-savushkina@yandex.ru

Кузьмина Екатерина Рафилевна – канд. мед. наук, врач отд-ния исследований функции внешнего дыхания центра функционально-диагностических исследований ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко»

Зайцев Андрей Алексеевич – д-р мед. наук, проф., гл. пульмонолог ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко», проф. каф. пульмонологии ФГБОУ ДПО РМАНПО, засл. врач РФ

Малашенко Мария Михайловна – канд. мед. наук, зав. отд-нием физиотерапии ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко»

Кулагина Ирина Цаликовна – канд. мед. наук, зав. отд-нием пульмонологии ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко»

Терновская Нина Андреевна – врач отд-ния пульмонологии ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко»

Фесенко Оксана Вадимовна – д-р мед. наук, пульмонолог-консультант ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко», проф. каф. пульмонологии ФГБОУ ДПО РМАНПО

Крюков Евгений Владимирович – акад. РАН, д-р мед. наук, проф., нач. ФГБВОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова»

✉ **Olga I. Savushkina** – Cand. Sci. (Biol.), Burdenko Main Military Clinical Hospital, Pulmonology Scientific Research Institute. E-mail: olga-savushkina@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-7486-4990

Ekaterina R. Kuzmina – Cand. Sci. (Med.), Burdenko Main Military Clinical Hospital. ORCID: 0009-0006-9969-9051

Andrey A. Zaytsev – D. Sci. (Med.), Prof., Burdenko Main Military Clinical Hospital, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education. ORCID: 0000-0002-0934-7313

Maria M. Malashenko – Cand. Sci. (Med.), Burdenko Main Military Clinical Hospital. ORCID: 0000-0002-8204-6269

Irina Ts. Kulagina – Cand. Sci. (Med.), Burdenko Main Military Clinical Hospital. ORCID: 0000-0002-5387-5244

Nina A. Ternovskaya – pulmonologist, Burdenko Main Military Clinical Hospital. ORCID: 0000-0003-3083-9635

Oxana V. Fesenko – D. Sci. (Med.), Burdenko Main Military Clinical Hospital, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education. ORCID: 0000-0003-0078-4071

Evgeniy V. Kryukov – D. Sci. (Med.), Prof., Acad. RAS, Kirov Military Medical Academy. ORCID: 0000-0002-8396-1936

The lung function after mine explosion wounds

Olga I. Savushkina^{✉1,2}, Ekaterina R. Kuzmina¹, Andrey A. Zaytsev^{1,3}, Maria M. Malashenko¹, Irina Ts. Kulagina¹, Nina A. Ternovskaya¹, Oxana V. Fesenko^{1,3}, Evgeniy V. Kryukov⁴

¹Burdenko Main Military Clinical Hospital, Moscow, Russia;

²Pulmonology Scientific Research Institute, Moscow, Russia;

³Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia;

⁴Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

Abstract

Background. Combined gunshot wounds (GSWs) causes hypoxic disorders, most pronounced in cases of damage to the chest. However, with any severe gunshot injury, all the organs are susceptible to varying degrees of contusion injury, and massive blood loss triggers a cascade of pathophysiological reactions leading to acute lung damage.

Aim. To study the lung function in various periods after severe GSWs of non-thoracic localization.

Materials and methods. The study included 30 patients with a diagnosis of combined combat injury, 100% men, 100% smokers, median age 37 years. The median period from injury (Me) was 63.5 (28–136) days.

Results. A prospective cross-sectional study was performed. The total sample was divided into groups: group 1–19 patients with combined GSWs received over a period of 3 months, group 2–11 patients with combined GSWs received more than 3 months ago from the date of the study. All patients underwent spirometry, body plethysmography, and a diffusion test. In the total group, 3 patients had obstructive ventilation disorders, 37% (11/30, most of whom suffered injuries to their limbs) had impaired lung diffusion capacity (decreased DLco). In addition, in group 2, lower values of forced exhalation volume in 1 second are noteworthy (FEV₁ 115% pred. and 102% pred. in groups 1 and 2, respectively; $p=0.01$) and a higher incidence of decreased DLco (in 21% and 64% of cases in groups 1 and 2, respectively; $p=0.026$).

Conclusion. Special attention should be paid to the lung function in patients with severe traumatic limb injuries. Due to massive blood loss and shock in the early post-traumatic period, a cascade of pathophysiological reactions is triggered, leading to damage to lung tissue of varying severity, which can subsequently lead to functional disorders of the respiratory system, primarily a decreased diffusion capacity of lungs.

Keywords: combined gunshot wounds, lung function, lung function tests

For citation: Savushkina OI, Kuzmina ER, Zaytsev AA, Malashenko MM, Kulagina IT, Ternovskaya NA, Fesenko OV, Kryukov EV. The lung function after mine explosion wounds. *Consilium Medicum*. 2025;27(9):503–507. DOI: 10.26442/20751753.2025.9.203446

торной мускулатуры, что подтверждается данными А. Baydur и соавт. [5], а также собственным исследованием [6].

При боевой травме ГК возникает своеобразный вид повреждения – ушиб легкого, морфологическим субстратом которого являются разрывы легочной паренхимы с формированием воздушных полостей или внутрилегочных гематом, дистелектазов (сочетание участков ателектаза и эмфиземы), имбиция альвеол кровью [2, 7]. Необходимо также отметить, что при травме груди практически всегда отмечается поражение легочных сосудов той или иной степени выраженности, включая микротромбозы, тромбозы легочных артерий, что вносит свой вклад в последствия, обнаруживаемые в том числе в позднем периоде, а именно формирование вентиляционных расстройств и нарушение ДСЛ.

Вместе с тем при любой огнестрельной травме все органы пострадавшего подвержены в той или иной степени контузионному повреждению, включая органы ГК. В частности, после тяжелого ранения, сопровождающегося массивной кровопотерей, нарушение микроциркуляции, активация лейкоцитов и гиперцитокинемия могут привести к повреждению и отеку альвеоло-капиллярной мембраны с развитием острого повреждения легких, а в ряде случаев – острого респираторного дистресс-синдрома. Однако на современном этапе респираторные последствия неторакальных ранений изучены недостаточно.

Цель исследования – изучение функционального состояния дыхательной системы в различные периоды после тяжелых минно-взрывных ранений (МВР) неторакальной локализации.

Материалы и методы

Дизайн исследования. В исследование включены 30 пациентов, 100% мужчины, 100% курящие, медиана возраста – 37 (30–44) лет, с диагнозом сочетанного МВР любой локализации, за исключением ГК, медиана срока давности которого на момент проведения исследований в общей группе составила 63,5 (28–136) дня.

Таблица 1. Распределение пострадавших при МВР в зависимости от локализации травмы и срока ее получения

Локализация травмы	Всего	Срок получения травмы	
		1-я группа (n=19); ≤90 дней	2-я группа (n=11); >90 дней
Голова + конечности	18	11*	7**
Голова + глаза + шея	10	6	4
Голова + конечности + непроницающее ранение живота	2	2	0

Примечание. Здесь и далее в табл. 2: *из них 2 ампутации, **из них 5 ампутаций

Общая группа разделена следующим образом:

- 1-я группа – 19 пациентов с сочетанным МВР, полученным в период 3 мес (90 дней) на момент проведения исследования;
- 2-я группа – 11 пациентов с сочетанными МВР, полученным в период более 3 мес на момент проведения исследования.

Распределение пострадавших при МВР в зависимости от локализации травмы представлено в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что в 1-й группе 11 пациентов получили сочетанные МВР головы и конечностей (в 2 случаях с травматической ампутацией конечности), 6 – головы, шеи и глаз, 2 – головы, конечностей и мягких тканей живота. Во 2-й группе 7 пациентов получили сочетанные МВР головы и конечностей (в 5 случаях с травматической ампутацией конечности), 4 – ранения головы, шеи и глаз. У ряда пациентов выявлены посттравматические и постоперационные осложнения: тромбозы глубоких вен нижних конечностей, синдромы фантома ампутированных конечностей со стойко выраженными болевыми синдромами.

Критерий включения – боевая травма. Критерии не включения – выраженный болевой синдром; пневмоторакс; травма челюстно-лицевого аппарата, препятствующая герметичному присоединению к загубнику; состояние после

Таблица 2. Результаты лучевых методов исследования включенных в анализ пациентов, получивших тяжелые МВР

Лучевые методы диагностики	Всего	Срок получения травмы	
		1-я группа (n=19); ≤90 дней	2-я группа (n=11); >90 дней
КТ ОГК – норма	5	3*	2
КТ ОГК – выявлены гиповентиляционные изменения	6	6	–
КТ ОГК – выявлены буллы	2	–	2
Рентгенологическое исследование легких – норма	17	10	7**

*Из указанного числа пациентов пневмония на этапе эвакуации перенес 1; **из указанного числа пациентов пневмония на этапе эвакуации перенесли трое.

трахеостомии, когда не удавалось герметизировать отверстие трахеостомы; когнитивные нарушения; травма нижних конечностей и/или аппараты наружного остеосинтеза, не позволяющие расположиться в кабине бодиплетизмографа; онкологические заболевания; отравление неизвестными химическими веществами. Критерий исключения – невыполнение хотя бы одного легочного функционального теста.

Условия проведения. Все пациенты проходили лечение в профильных отделениях ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко» в соответствии с характером травмы.

С учетом возможного формирования расстройств дыхательной системы выполнено комплексное функциональное исследование: спирометрия, бодиплетизмография, диффузионный тест.

Исследования проводились на оборудовании MasterScreenBody/Diff (Viasys Healthcare Erich Jager, Германия) с соблюдением международных и российских стандартов качества [8–11].

ДСЛ оценивалась по монооксиду углерода методом однократного вдоха с задержкой дыхания и коррекцией полученных данных по уровню гемоглобина.

Проанализировали следующие параметры:

- 1) спирометрии: форсированная жизненная емкость легких (ЖЕЛ), ЖЕЛ (из двух показателей ЖЕЛ или форсированная ЖЕЛ выбирался больший и принимался за ЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), ОФВ₁/ЖЕЛ;
- 2) бодиплетизмографии: общая емкость легких (ОЕЛ), отношение остаточного объема легких к ОЕЛ (ООЛ/ОЕЛ), отношение функциональной остаточной емкости легких (ФОЕ_{пл}) к ОЕЛ (ФОЕ_{пл}/ОЕЛ_{пл}), общее бронхиальное сопротивление (Raw_{общ});
- 3) диффузионного теста: трансфер-фактор по оксиду углерода, скорректированный по уровню гемоглобина (DLco).

При анализе показателей, полученных в результате комплексного функционального исследования дыхательной системы, использованы должные значения Европейского сообщества стали и угля (1993 г.) [10]. Результаты выражали в процентах от должного значения (% долж.): полученное значение/должное значение × 100%. Интерпретация функциональных показателей внешнего дыхания осуществлялась с учетом отечественных и международных рекомендаций [8, 12].

За нижнюю границу нормы изучаемых показателей принималось фиксированное значение 80% долж., за исключением отношения ОФВ₁/ЖЕЛ, за нижнюю границу нормы которого принято значение 0,7. Верхняя граница нормы (ВГН) показателей ООЛ/ОЕЛ, ФОЕ_{пл}/ОЕЛ рассчитывалась как должное + 1,645SD (где SD – стандартное квадратичное отклонение от среднего).

Статистический анализ

Выполнено проспективное поперечное исследование. Статистическая обработка данных проводилась с применением

Таблица 3. Характеристика пациентов, показатели легочных функциональных тестов после получения тяжелого МВР неторакальной локализации

Показатель	Общая группа	1-я группа (n=19)	2-я группа (n=11)	p
Срок давности получения травмы, дни	63,5 (28–136)	32 (22–55)	173 (120–213)	<0,001 ¹
Возраст, лет	37 (30–44)	36 (29–46)	38 (31–44)	0,7 ¹
Индекс массы тела, кг/м ²	24,5 (21,5–27,6)	25 (22–28)	23 (21–29)	0,47 ¹
Гемоглобин, г/дл	13,3 (12,9–15,1)	13,1 (12,3–13,7)	13,8 (13,0–15,3)	0,18 ¹
ЖЕЛ, % долж.	109 (106–116)	114 (106–117)	108 (97–115)	0,17 ¹
ЖЕЛ<80% долж.	0	0	0	–
ОФВ ₁ , % долж.	109 (101–118)	115 (103–118)	102 (97–110)	0,01 ¹
ОФВ ₁ <80% долж.	1	0	1	–
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, %	78 (72–74)	78 (77–83)	78 (69–83)	0,55 ¹
ОФВ ₁ /ЖЕЛ<0,7	3	1	2	–
ОЕЛ, % долж.	111 (104–115)	111 (107–115)	106 (100–116)	0,36 ¹
ОЕЛ<80% долж.	0	0	0	–
ФОЕ _{пл} , % долж.	116 (97–125)	117 (97–128)	105 (95–124)	0,27 ¹
ФОЕ _{пл} /ОЕЛ, % долж.	98 (87–104)	99 (87–107)	97 (86–103)	0,49 ¹
ФОЕ _{пл} /ОЕЛ,>ВГН	1	1	0	–
ООЛ, % долж.	112 (96–125)	110 (96–127)	113 (94–123)	0,91 ¹
ООЛ/ОЕЛ, % долж.	97 (91–107)	96 (86–107)	97 (94–108)	0,52 ¹
ООЛ/ОЕЛ,>ВГН	1	1	0	–
Raw _{общ} кПа×с/л	0,24 (0,19–0,27)	0,24 (0,19–0,26)	0,24 (0,17–0,30)	0,41 ¹
Raw _{общ} >0,3 кПа×с/л	3	1	2	–
DLco, % долж.	85 (74–92)	88 (80–93)	76 (72–89)	0,057 ¹
DLco<80% долж.	11 (37)	4 (21)	7 (64)	0,026 ²

Примечание. Данные представлены как медиана (нижний квартиль–верхний квартиль) [Me (Q1–Q3)] или n (%); p – достигнутый уровень значимости различий; ¹критерий Манна–Уитни; ²точный критерий Фишера.

программно-прикладного пакета Statistica 13. Для описания количественных данных рассчитывались медиана, нижний и верхний квартили [Me (Q1–Q3)]. Оценка различий между количественными показателями производилась с использованием непараметрического критерия Манна–Уитни. Для оценки различий между качественными показателями осуществлялось построение таблиц сопряженности и их последующий анализ с использованием точного критерия Фишера (при ожидаемых значениях хотя бы в одной ячейке менее 5). Различия считались статистически значимыми при достигнутом уровне значимости p<0,05.

Результаты

На момент проведения исследований состояние у 1 пациента расценено как средней степени тяжести, у остальных – удовлетворительное.

Результаты лучевых методов исследования представлены в табл. 2, характеристика пациентов и результаты легочных функциональных тестов – в табл. 3.

Из табл. 2 следует, что компьютерная томография органов ГК (КТ ОГК) выполнена 43% (13/30) пациентам, в 5 случаях очаговых и инфильтративных изменений не выявлено. У 6 пациентов выявлены гиповентиляционные и

ателектатические изменения и в 2 случаях – буллы в верхушках обоих легких. Рентгенологическое исследование легких выполнено 17 пациентам, и во всех случаях патологии не диагностирована.

Из табл. 3 следует, что медиана срока давности получения травмы на момент функциональных исследований дыхательной системы в 1-й группе составила 32 (22–55) дня, во 2-й группе – 173 (120–213) дня, и различие по данному показателю между группами оказалось статистически значимым.

Также из табл. 3 можно сделать вывод, что статистически значимых различий по возрасту, индексу массы тела, уровню гемоглобина между группами не выявлено.

Медианы показателей легочной вентиляции оставались в пределах нормы. Однако ОФВ₁ оказался ниже во 2-й группе, и различие с 1-й группой было статистически значимым.

Вместе с тем снижение ОФВ₁ выявлено у 1 пациента из 2-й группы, снижение ОФВ₁/ЖЕЛ и увеличение Raw_{общ} – у 1 пациента из 1-й группы и у 2 – из 2-й группы, увеличение отношений ООЛ/ОЕЛ и ФОЕ_{пл}/ОЕЛ – у 1 пациента из 1-й группы.

Медиана показателя DLco снижена во 2-й группе, в пределах нормы в 1-й группе, однако статистически значимых различий между группами не выявлено. Частота снижения DLco во 2-й группе составила в 64% (7/11), в 1-й группе – 21% (4/19), и различие по данному показателю являлось статистически значимым.

Обсуждение

Согласно современной классификации боевая хирургическая травма объединяет:

- *огнестрельные травмы*, которые, в свою очередь, подразделяются на огнестрельные (пулевые и осколочные), МВР, а также взрывные травмы;
- *неогнестрельные травмы*, включающие неогнестрельные ранения и неогнестрельные механические травмы [13].

Известно, что МВР имеет наиболее тяжелые последствия и высокую летальность среди других видов боевой хирургической патологии. Не вызывает сомнений необходимость проведения легочных функциональных исследований в период реабилитации пациентов, получивших ранения ГК. Вместе с тем результаты настоящего исследования показали, что функциональные расстройства дыхательной системы могут быть выявлены и при травмах неторакальной локализации.

Так, у более 1/3 пациентов (11/30, 37% случаев) диагностировано нарушение ДСЛ (снижение DLco): большинство (8/11) получили травмы конечностей с последующей ампутацией одной из них в 4 случаях, 3 – травмы головы. По результатам КТ ОГК в 2 случаях выявлены гиповентиляционные изменения в задне-базальных отделах легких, в 2 – буллы в верхушках обоих легких (возможно, не диагностированные до получения травмы), в 2 – резидуальные поствоспалительные изменения в легких. Пяти пациентам выполнена только обзорная рентгенограмма ГК.

Таким образом, большинство пациентов с диагностированным нарушением ДСЛ получили тяжелые травмы конечностей, сопровождающиеся массивной кровопотерей, что являлось причиной гиповолемии, нарушения перфузии и гипоксемии в раннем посттравматическом периоде. А.М. Голубев и соавт. [14] показали, что при тяжелых сочетанных травмах ранние изменения в легких (в течение 1-го часа) заключаются в расстройстве микроциркуляции в малом круге кровообращения, которое проявляется полнокровием капилляров межалвеолярных перегородок, усилением проницаемости сосудов, очагами отека, кровоизлияниями. В этом периоде часть пациентов погибают от прогрессирования острого повреждения легких до острого респираторного дистресс-синдрома. По данным Т.В. Смелой [15], в ближайшем посттравматическом периоде (в течение 3–5 сут после получения травмы) у 41,1% пострадавших развилась

полиорганная недостаточность, а ведущим синдромом в структуре полиорганных нарушений являлась острая дыхательная недостаточность, которой предшествовали шок и кровопотеря. Следовательно, выявленные у пациентов, включенных в настоящее исследование, участки гиповентиляции и резидуальные поствоспалительные изменения легочной ткани по данным КТ ОГК, вероятнее всего, являются следствием описанных патоморфологических изменений.

Необходимо отметить, что в 5 случаях со сниженным показателем DLco по данным обзорной рентгенограммы ГК очаговых и инфильтративных изменений в легких не выявлено. Однако из анамнеза известно, что 2 пациента из этой категории на этапах эвакуации перенесли пневмонию. Кроме того, по мнению А.М. Голубева и соавт. [14], принимая во внимание тяжесть полученных травм, могут иметь место повреждение слизистой оболочки бронхов и бронхиол, развитие ателектазов, дистелектазов и очаговой эмфиземы и, как следствие, нарушение ДСЛ. Однако, учитывая технические ограничения метода обзорной рентгенограммы органов ГК, выявлять описанные изменения не представляется возможным.

При анализе показателей легочных функциональных тестов в настоящем исследовании обращают на себя внимание более низкие значения показателя ОФВ₁ и более высокая частота снижения DLco во 2-й группе, в которую включены пациенты, обследованные в период более 3 мес от получения травмы. С одной стороны, прошло достаточное количество времени после ранения и ожидаемо было бы получить более высокие значения изучаемых показателей, с другой – вероятно, из-за тяжести ранения и последующих оперативных вмешательств пациенты из 2-й группы находились на лечении дольше и позже направлены на комплексное функциональное исследование легких, по результатам которого выявлены более выраженные изменения по сравнению с 1-й группой.

Кроме того, в исследовании диагностировано нарушение вентиляции по обструктивному типу (ОФВ₁/ЖЕЛ < 0,7) у 3 пациентов, вероятнее всего, обусловленное длительным анамнезом курения. У тех же пациентов оказалось увеличенным бронхиальное сопротивление, и у 1 из них выявлены «воздушные ловушки» (увеличение отношений ООЛ/ОЕЛ и ФОЕ_{пл}/ОЕЛ).

Рестриктивный (снижение ОЕЛ при сохранном в пределах нормы отношении ОФВ₁/ЖЕЛ) и обструктивно-рестриктивный (снижение ОЕЛ и ОФВ₁/ЖЕЛ) синдромы ни у одного пациента не установлены.

Следовательно, анализ показателей легочной вентиляции и ДСЛ в комплексной функциональной диагностике у раненых имеет важное практическое значение, так как позволяет выявлять последствия боевой травмы, планировать варианты медикаментозной коррекции и программы медицинской реабилитации.

Ограничения исследования

Ограничениями исследования являются малый объем выборки во 2-й группе, отсутствие наблюдений в динамике на фоне реабилитационного лечения, отсутствие данных КТ ОГК у части пациентов с выявленным нарушением ДСЛ.

Заключение

Контузионное повреждение органов и тканей имеет место при любой боевой травме. Не вызывает сомнений, что пациенты с ранениями ГК ожидаемо будут иметь функциональные изменения дыхательной системы и нуждаться в соответствующем медикаментозном и реабилитационном лечении. Основным вывод, который следует из проведенного исследования, – уделять особое внимание пациентам, получившим тяжелые травматические повреждения, прежде всего конечностей. Вследствие массивной кровопотери и шока в раннем посттравматическом периоде у данной категории пострадавших запускается каскад патофизиоло-

гических реакций, приводящих к повреждению легочной ткани разной степени выраженности, что впоследствии может обуславливать функциональные нарушения дыхательной системы, преимущественно нарушение ДСЛ.

При выявлении функциональных расстройств дыхательной системы целесообразно не ограничиваться рентгенологическим исследованием легких, а проводить КТ ОГК для определения характера и объема поражения легочной ткани, постановки точного диагноза и своевременной коррекции диагностированных нарушений. Учитывая возможные осложнения со стороны дыхательной системы у получивших тяжелые травмы конечностей, следует продолжить изучение такой категории пациентов с целью проведения более детального анализа результатов лучевых и функциональных методов исследования.

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

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. О.И. Савушкина – разработка дизайна исследования, сбор клинического материала, статистическая обработка, анализ и интерпретация результатов, написание и редактирование текста; Е.Р. Кузьмина – сбор клинического материала, оформление статьи, сбор документов для разрешения на опубликование; А.А. Зайцев – концепция статьи, редактирование текста; М.М. Малащенко – разработка дизайна исследования, сбор клинического материала, редактирование текста; И.Ц. Кулагина – сбор клинического материала; оформление статьи; Н.А. Терновская – сбор клинического материала, оформление статьи; О.В. Фесенко – концепция статьи, редактирование текста; Е.В. Крюков – концепция статьи, утверждение итогового варианта текста рукописи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. O.I. Savushkina – development of research design, collecting of clinical material, statistical processing, analysis and interpretation of results, writing and editing of the text; E.R. Kuzmina – collecting of clinical material, design of the article, collection of documents for permission to publish; A.A. Zaytsev – the concept of the article, text editing; M.M. Malashenko – development of the design of the study, collecting of clinical material, text editing; I.Ts. Kulagina – collecting of clinical material; design of the article; N.A. Ternovskaya – collecting of clinical material, the design of the article; O.V. Fesenko – the concept of the article, text editing; E.V. Kryukov – the concept of the article, approval of the final version of the manuscript.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Соответствие принципам этики. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко», протокол №254 от 20.04.2022. Одобрение и процедуру проведения протокола получали по принципам Хельсинской декларации.

Compliance with the principles of ethics. The study protocol was approved by the local ethics committee [Burdenko Main Military Clinical Hospital, Protocol No. 254, 22 Apr 2022]. Approval and protocol procedure was obtained according to the principles of the Declaration of Helsinki.

Благодарности. Авторы выражают благодарность заместителю начальника ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко» Пыхтину Игорю Викторовичу за техническое сопровождение и обеспечение расходными материалами.

Acknowledgments. The authors would like to thank I.V. Pykhtin, Deputy head of the Burdenko Main Military Clinical Hospital, for his technical support and provision of consumables.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Литература/References

1. Самохвалов И.М., Гаврилин С.В., Супрун А.Ю., и др. Роль ушиба легких в патогенезе дыхательных расстройств при тяжелой сочетанной травме груди. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2011;8(5):11-6 [Samokhvalov IM, Gavrilin SV, Suprun AY, et al. The role of pulmonary contusion in the pathogenesis of respiratory disorders in severe concomitant chest trauma. *Vestnik anesthesiology and resuscitation*. 2011;8(5):11-6 (in Russian)].
2. Зайцев А.А., Давыдов Д.В., Чуприна А.П., и др. Повреждения грудной клетки. *Терапия*. 2023;9(6):60-8 [Zaitsev AA, Davydov DV, Chuprina AP, et al. Chest injuries. *Therapy*. 2023;9(6):60-8 (in Russian)]. DOI:10.18565/therapy.2023.6.60-68
3. Савушкина О.И., Зайцев А.А., Малащенко М.М., и др. Функциональные нарушения системы дыхания у пациентов с проникающими ранениями легких: дизайн проспективного исследования. *Consilium Medicum*. 2022;24(3):199-204 [Savushkina OI, Zaytsev AA, Malashenko MM, et al. Functional disorders of the respiratory system in patients with penetrating lung wounds: study prospective design. *Consilium Medicum*. 2022;24(3):199-204 (in Russian)]. DOI:10.26442/20751753.2022.3.201527
4. Савушкина О.И., Астанин П.А., Малащенко М.М., и др. Функциональные нарушения респираторной системы при боевой травме груди. *Consilium Medicum*. 2023;25(3):213-7 [Savushkina OI, Astanin PA, Malashenko MM, et al. Functional disorders of the respiratory system in combat chest injury. *Consilium Medicum*. 2023;25(3):213-7 (in Russian)]. DOI:10.26442/20751753.2023.3.202191
5. Baydur A, Inaba K, Barmaras G, et al. Thoracic gunshot wounds: alterations to pulmonary function and respiratory muscle strength. *Trauma*. 2010;69(4):756-60. DOI:10.1097/TA.0b013e3181ed4dbf
6. Савушкина О.И., Фокин А.В., Комолова Л.Ю., и др. Роль функциональных методов исследования в диагностике дисфункции диафрагмы: случай из практики. *Клиническая медицина*. 2022;100(6):310-3 [Savushkina OI, Fokin AV, Komolova LY, et al. The role of functional tests in the diagnosis of paresis of the diaphragm. *Clinical Medicine (Russian Journal)*. 2022;100(6):310-3 (in Russian)]. DOI:10.30629/0023-2149-2022-100-6-310-313
7. Крюков Е.В., Чуприна А.П., Зайцев А.А. Травма груди. Глава в руководстве «Респираторная медицина». М.: Литтерра, 2017; с. 174-81 [Kryukov EV, Chuprina AP, Zaytsev AA. *Trauma grudi. Glava v rukovodstve «Respiratornaia meditsina»*, Moscow: Litterra, 2017; p. 174-181 (in Russian)].
8. Каменева М.Ю., Черняк А.В., Айсанов З.Р., и др. Спирометрия: методическое руководство по проведению исследования и интерпретации результатов. *Пульмонология*. 2023;33(3):307-40 [Kameneva MYu, Chernyak AV, Aisanov ZR, et al. Spirometry: Methodological guide. *Pulmonology*. 2023;22(3):307-40 (in Russian)]. DOI:10.18093/08690189-2023-33-3-307-340
9. Wanger J, Clausen JL, Coates A, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J*. 2005;26(3):511-22. DOI:10.1183/09031936.05.00035005
10. Graham BL, Brusasco V, Burgos F, et al. ERS/ATS Standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. *Eur Respir J*. 2017;49(1):1-31. DOI:10.1183/13993003.00016-2016
11. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200(8):70-88. DOI:10.1164/rccm.201908-1590ST
12. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J*. 2005;26(5):948-68. DOI:10.1183/09031936.05.00035205
13. Антипенко В.С., Бадалов В.И., Бойко Э.В., и др. Военно-полевая хирургия: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016 [Antipenko VS, Badalov VI, Boiko EV et al. *Voenno-polevaia khirurgia: Uchebnik*. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow: GEOTAR-Media, 2016 (in Russian)].
14. Голубев А.М., Мороз В.В., Мещеряков Г.Н., и др. Патогенез и морфология острого повреждения легких. *Общая реаниматология*. 2005;1(5):5-12 [Golubev AM, Moroz VV, Meshcheryakov GN, et al. Acute Pulmonary Lesion: Pathogenesis and Morphology. *Obshchaya reanimatologiya*. 2005;1(5):5-12 (in Russian)].
15. Смелая Т.В. Повреждение легких у раненых с тяжелой минно-взрывной травмой. *Общая реаниматология*. 2005;1(5):44-8 [Smelaya TV. Pulmonary Lesion in the Wounded with Severe Mine Explosion Injury. *Obshchaya reanimatologiya*. 2005;1(5):44-8 (in Russian)].

Статья поступила в редакцию /

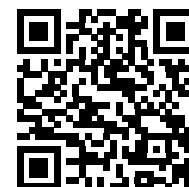
The article received:

02.09.2025

Статья принята к печати /

The article approved for publication:

23.10.2025



OMNIDOCTOR.RU