

Функциональные нарушения респираторной системы при боевой травме груди

О.И. Савушкина¹, П.А. Астанин^{2,3}, М.М. Малашенко¹, И.В. Пыхтин¹, Е.Р. Кузьмина¹, А.А. Зайцев^{✉1,4}

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

²ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия;

³ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. акад. Н.Ф. Измерова», Москва, Россия;

⁴ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» Москва, Россия

Аннотация

Актуальность. Огнестрельные травмы занимают одно из ведущих мест в ряду повреждений (боевых травм), возникающих в военных конфликтах.

Цель. Изучить влияние огнестрельных ранений грудной клетки – ГК (проникающих и непроникающих), а также закрытых травм груди (ЗТГ) на функциональное состояние респираторной системы.

Материалы и методы. В исследование включены 78 пациентов с диагнозом сочетанной травмы, в том числе огнестрельное проникающее/непроникающее ранение ГК или ЗТГ. Медиана срока давности получения травмы на момент функциональных исследований респираторной системы составила 17 [15; 22] дней.

Результаты. Выполнено проспективное поперечное исследование. Всем пациентам (100% мужчины) проведены спирометрия, бодиплетизмография, диффузионный тест. Общая выборка разбита на две группы: группа 1 (медиана возраста 27,5 [23,0; 36,0] года) – 68 пациентов с огнестрельными проникающими ранениями ГК, группа 2 (медиана возраста 26,5 [20,0; 30,5] года) – 10 пациентов с ЗТГ или огнестрельными непроникающими ранениями ГК. В группе 1 медианы жизненной емкости легких, форсированной жизненной емкости легких, емкости вдоха, объема форсированного выдоха за 1-ю секунду, диффузионной способности легких (определялась по величине трансфер-фактора монооксида углерода – DLCO) и альвеолярного объема были снижены. В группе 2 показатели легочной вентиляции были в пределах нормальных значений, медиана DLCO снижена. Статистически значимых различий между группами не выявлено.

Вывод. Огнестрельные как проникающие, так и непроникающие ранения ГК и ЗТГ оказывают негативное влияние, в том числе на функциональное состояние респираторной системы, в большей степени на газообменную функцию легких. Необходимо создание программ медикаментозной коррекции и более длительное реабилитационное лечение такой категории пациентов.

Ключевые слова: проникающие/непроникающие ранения грудной клетки, закрытые травмы груди, легочные функциональные тесты, диффузионная способность легких

Для цитирования: Савушкина О.И., Астанин П.А., Малашенко М.М., Пыхтин И.В., Кузьмина Е.Р., Зайцев А.А. Функциональные нарушения респираторной системы при боевой травме груди. Consilium Medicum. 2023;25(3):213–217. DOI: 10.26442/20751753.2023.3.202191

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2023 г.

ORIGINAL ARTICLE

Functional disorders of the respiratory system in combat chest injury

Olga I. Savushkina¹, Pavel A. Astanin^{2,3}, Maria M. Malashenko¹, Igor V. Pyhtin¹, Ekaterina R. Kuzmina¹, Andrey A. Zaitsev^{✉1,4}

¹Burdenko Main Military Clinical Hospital, Moscow, Russia;

²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;

³Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russia;

⁴BIOTECH University, Moscow, Russia

Abstract

Background. Gunshot injuries occupy one of the leading places in a number of injuries (combat injuries) that occur in military conflicts.

Aim. To study the effect of gunshot wounds of the chest (penetrating and non-penetrating), as well as closed chest trauma on the respiratory function.

Materials and methods. The study included 78 patients with a diagnosis of combined trauma, including a gunshot penetrating/non-penetrating wound of the chest or closed chest injuries. The median period from injury to the time of lung function tests was 17 [15; 22] days.

Results. A prospective cross-sectional study was performed. All patients (100% males) underwent spirometry, body plethysmography, and diffusion test. The total sample was divided into two groups: group 1 (median age 27.5 [23.0; 36.0] years) – 68 patients with gunshot penetrating chest wound, group 2 (median age 26.5 [20.0; 30.5] years) – 10 patients with gunshot non-penetrating wound or closed chest trauma. In group 1, the medians of the vital capacity, forced vital capacity, inspiratory capacity, forced exhalation volume in 1 second, lung diffusion capacity (determined by the value of the carbon monoxide transfer-factor – DLCO) and alveolar volume were reduced. In group 2, pulmonary ventilation parameters were within normal values while the median of DLCO was reduced. There were no statistically significant differences between the groups.

Conclusion. Both gunshot penetrating wounds of the chest and gunshot non-penetrating wounds of the chest and closed chest injuries have a negative impact, including on the respiratory function, to a greater extent on lung diffusion capacity. It is necessary to create programs of drug correction and longer rehabilitation treatment of this category of patients.

Keywords: penetrating/non-penetrating chest wounds, closed chest injuries, pulmonary functional tests, lung diffusion capacity

For citation: Savushkina OI, Astanin PA, Malashenko MM, Pyhtin IV, Kuzmina ER, Zaitsev AA. Functional disorders of the respiratory system in combat chest injury. Consilium Medicum. 2023;25(3):213–217. DOI: 10.26442/20751753.2023.3.202191

Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Зайцев Андрей Алексеевич** – д-р мед. наук, проф., гл. пульмонолог ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко»; зав. каф. пульмонологии (с курсом аллергологии) Медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», засл. врач РФ. E-mail: a-zaitsev@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-0934-7313

✉ **Andrey A. Zaitsev** – D. Sci. (Med.), Prof., Burdenko Main Military Clinical Hospital, BIOTECH University. ORCID: 0000-0002-0934-7313

Введение

Огнестрельная травма занимает одно из ведущих мест в ряду повреждений (боевых травм), возникающих в военных конфликтах. Среди огнестрельных ранений одними из наиболее тяжелых являются проникающие ранения грудной клетки (ГК), которые, как правило, сопровождаются травматическим шоком (изменениями гемодинамики, одышкой, болью). Повреждения легких и плевры часто осложняются гемопневмотораксом, эмфиземой мягких тканей ГК и средостения, ранением и ушибом легких и впоследствии – функциональными нарушениями респираторной системы.

Однако закрытые травмы груди (ЗТГ) вследствие воздействия высокоэнергетической ударной волны, обуславливающей контузионное повреждение органов средостения, в том числе ткани легких, также сопровождаются структурными и функциональными нарушениями респираторной системы различной степени выраженности. При травме ГК возникает своеобразный вид повреждения – ушиб легкого. Морфологическим субстратом ушиба легкого являются разрывы легочной паренхимы с формированием воздушных полостей или внутрилегочных гематом, дистелектазов (сочетание участков ателектаза и эмфиземы), кровоизлияния в легочную паренхиму, имбиция альвеол кровью, разрушения участков легочной паренхимы [1, 2]. Вследствие применения современного оружия, обладающего большой кинетической энергией, мы наблюдаем значительное число случаев ушибов легких, которые характеризуются длительными функциональными расстройствами респираторной системы. Знание этих проблем, наблюдение за пациентами данной категории позволяет определить направления фармакологической коррекции и медицинской реабилитации с целью профилактики формирования фиброзных изменений легочной ткани.

Таким образом, **цель настоящего исследования** – изучить влияние огнестрельных ранений ГК (проникающих и непроникающих) и ЗТГ на функциональное состояние респираторной системы.

Материалы и методы

В исследование включены 78 пациентов с диагнозом сочетанной травмы, в том числе огнестрельным проникающим/непроникающим ранением ГК или ЗТГ. У 47 (60%) пациентов повреждение легких сопровождалось оскольчатыми переломами ребер, в единичных случаях – переломом грудины, лопатки, ключицы, у 71 (91%) – гемотораксом, у 67 (86%) – пневмотораксом, у 41 (53%) – подкожной эмфиземой мягких тканей. По компьютерной томографии органов ГК у 69 (88,5%) пациентов диагностированы ушиб легкого (посттравматический пульмонит), у 38 (49%) – гидроторакс, у 20 (26%) – ателектазы в легких, у 6 (8%) –

плеврит. Болевой синдром отмечали 69 (88,5%) пациентов. Медиана [интерквартильный размах] срока давности получения травмы на момент функциональных исследований респираторной системы составила 17 [15; 22] дней.

Все пациенты находились на обследовании и лечении в ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко». Комплексное лечение включало необходимую медикаментозную терапию (при наличии показаний – антикоагулянты, ингаляционные глюкокортикостероиды, бронхолитики, в случае присоединения бактериальной инфекции – антибактериальная терапия) и индивидуальную программу медицинской реабилитации (медицинский массаж, дыхательная гимнастика, физиотерапевтическое лечение).

С учетом возможных функциональных нарушений респираторной системы всем пациентам выполнены спирометрия, бодиплетизмография и диффузионный тест. Форсированные дыхательные маневры проводились с большой осторожностью с учетом относительных противопоказаний, а именно: болевого синдрома, пневмоторакса в анамнезе, операции на ГК менее 4 нед назад [3].

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко» (протокол №254 от 20.04.2022).

Исследования проводились на оборудовании MasterScreen Body/Diff (ViasysHealthcare, ErichJager, Германия) с соблюдением отечественных и международных требований [3–6]. Диффузионная способность легких (ДСЛ) оценивалась по монооксиду углерода методом однократного вдоха с задержкой дыхания и коррекцией полученных данных по уровню гемоглобина.

Проанализировали следующие параметры: спокойная жизненная емкость легких (ЖЕЛ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1-ю секунду ($ОФВ_1$), отношение $ОФВ_1/ЖЕЛ$, общая емкость легких ($ОЕЛ_{пл}$), остаточный объем легких ($ООЛ$), отношение $ООЛ/ОЕЛ_{пл}$, функциональная остаточная емкость легких, измеренная методом бодиплетизмографии ($ФОЕ_{пл}$), отношение $ФОЕ_{пл}/ОЕЛ_{пл}$, емкость вдоха ($E_{вд}$), резервный объем выдоха ($РО_{вд}$), общее бронхиальное сопротивление ($Raw_{общ}$), трансфер-фактор по монооксиду углерода, скорректированный по уровню гемоглобина ($DLCO$), альвеолярный объем (VA), разница между $ОЕЛ_{пл}$ и $ОЕЛ$, измеренная по разведению инертного газа ($ОЕЛ_{диф}$), а именно: $\Delta ОЕЛ = ОЕЛ_{пл} - ОЕЛ_{диф}$.

При анализе показателей, полученных в результате комплексного функционального исследования системы дыхания, использованы должные значения Европейского сообщества стали и угля (European Community for Steel and Coal 1993). Результаты выражали в процентах от должного значения (%долж.): полученное значение/должное значение

Савушкина Ольга Игоревна – канд. биол. наук, зав. отд-нием исследований функции внешнего дыхания центра функционально-диагностических исследований ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко». E-mail: olga-savushkina@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-7486-4990

Астанин Павел Андреевич – аспирант ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова», ФГБНУ НИИ МТ. E-mail: med_cyber@mail.ru; ORCID: 0000-0002-1854-8686

Малашенко Мария Михайловна – канд. мед. наук, зав. отд-нием физиотерапии ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко». E-mail: mar-malashenko@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-8204-6269

Пыхтин Игорь Викторович – зам. нач. по медицинскому снабжению ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко». E-mail: gvkg@mail.ru

Кузьмина Екатерина Рафаильевна – канд. мед. наук, врач отд-ния исследований функции внешнего дыхания центра функционально-диагностических исследований ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко». E-mail: damietta@mail.ru

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

Pavel A. Astanin – Graduate Student, Pirogov Russian National Research Medical University, Izmerov Research Institute of Occupational Health. E-mail: med_cyber@mail.ru; ORCID: 0000-0002-1854-8686

Maria M. Malashenko – Cand. Sci. (Med.), Burdenko Main Military Clinical Hospital. E-mail: mar-malashenko@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-8204-6269

Igor V. Pyhtin – Deputy Head of Medical Supply, Burdenko Main Military Clinical Hospital. E-mail: gvkg@mail.ru

Ekaterina R. Kuzmina – Cand. Sci. (Med.), Burdenko Main Military Clinical Hospital. E-mail: damietta@mail.ru

Таблица 1. Характеристика пациентов

Параметр	Группа 1 (n=68)	Группа 2 (n=10)	p
Пол (мужской), n (%)	68 (100)	10 (100)	1,000
Возраст, лет	27,5 [23,0; 36,0]	26,5 [20,0; 30,5]	0,553
Рост, см	176 [172; 181]	179 [175; 183]	0,584
Масса тела, кг	72,5 [66,0; 83,0]	74,5 [69,2; 80,0]	0,999
Индекс массы тела, кг/м ²	24,0 [22,0; 26,1]	25,0 [23,2; 26,0]	0,890

Примечание. Здесь и далее в табл. 2: данные представлены как n (%) – число пациентов (доля, %) или медианные значения и интерквартильный размах (Ме [Q1; Q3]).

ние×100%. Для легочных объемов нижняя граница нормы (НГН) рассчитывалась по формуле: НГН = должное среднее значение - 1,645×σ, где σ – стандартное отклонение от среднего, за исключением параметров E_{вд}, PO_{вд} и VA, для которых за НГН принимали значение 80 %долж. Для соотношения ОФВ₁/ЖЕЛ за НГН принимали значение 0,7. Верхняя граница нормы (ВГН) для легочных объемов рассчитывалась по формуле ВГН = должное среднее значение + 1,645×σ. Для показателя Raw_{общ} за ВГН принимали значение 0,3 кПа×с/л. Интерпретация функциональных показателей респираторной системы осуществлялась с учетом отечественных и международных рекомендаций [3, 7].

Выполнено проспективное поперечное исследование. Статистическая обработка данных проводилась с применением программно-прикладного пакета SPSS 23. Для описания количественных данных рассчитывались медиана и интерквартильный размах (Ме [Q1; Q3]). Оценка различий между количественными показателями производилась с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни. Для оценки различий между качественными показателями осуществлялись построение таблиц сопряженности и их последующий анализ с использованием точного критерия Фишера. Статистически значимыми считались результаты проверки гипотез с уровнем значимости p<0,05.

Результаты

Общая выборка обследованных была разбита на две группы: группа 1 – пациенты с огнестрельными проникающими ранениями ГК – 68 (87%) пациентов, группа 2 – пациенты с ЗТГ или огнестрельными непроникающими ранениями ГК – 10 (13%) пациентов. Результаты исследования приведены в табл. 1 и 2.

Анализ данных табл. 1 и 2 показал, что в обеих группах были 100% мужчин, медиана возраста которых в группе 1 составила 27,5 [23,0; 36,0] года, в группе 2 – 26,5 [20,0; 30,5] года, статистически значимых различий по возрасту между группами не выявлено.

При статистическом анализе в группе 1 были снижены медианы показателей ЖЕЛ преимущественно за счет E_{вд}, ФЖЕЛ и ОФВ₁. Соотношение ОФВ₁/ЖЕЛ, а также медианы PO_{вд}, OEL_{пл}, FOE_{пл}, FOE_{пл}/OEL_{пл}, OOL, OOL/OEL_{пл} и Raw_{общ} сохранялись в пределах нормальных значений. Однако у 9 (13%) пациентов выявлено снижение соотношения ОФВ₁/ЖЕЛ<0,7, что дало основание диагностировать обструктивный тип вентиляционных нарушений. Кроме того, у 20 (29%) пациентов выявлен рестриктивный тип вентиляционных нарушений на основании снижения OEL_{пл} (OEL_{пл}<НГН). Значения параметров FOE_{пл} и FOE_{пл}/OEL_{пл} были увеличены у 14 (20%) и 23 (34%) пациентов соответственно, параметров OOL и OOL/OEL_{пл} – у 28 (41%) и 38 (56%) пациентов соответственно. Медианы показателей DLCO и VA были снижены и составили 68 и 77%долж. соответственно, что позволило диагностировать нарушение ДСЛ. Частоты снижения показателей DLCO и VA составили 79 и 59% соответственно. Медиана показателя ΔOEL была увеличена (более 500 мл), что указывало на увеличение неventилируемого объема легких [8]. Частота увеличения ΔOEL составила 53%.

Таблица 2. Параметры спирометрии, бодиплетизмографии и диффузионного теста

Параметр	Группа 1 (n=68)	Группа 2 (n=10)	p
ЖЕЛ, %долж.	77,7 [63,5; 90,2]	86,5 [71,2; 99,0]	0,531
ЖЕЛ<НГН, n (%)	43 (63)	4 (40)	0,377
ФЖЕЛ, %долж.	79,0 [64,9; 94,0]	90,5 [64,7; 104]	0,649
ФЖЕЛ<НГН, n (%)	34 (50)	4 (40)	0,841
ОФВ ₁ , %долж.	75,5 [64,7; 89,7]	90,0 [64,5; 108]	0,635
ОФВ ₁ <НГН, n (%)	37 (54)	4 (40)	0,697
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, %	81,2 [76,0; 87,8]	81,9 [77,2; 84,0]	0,970
ОФВ ₁ /ЖЕЛ<0,7, n (%)	9 (13)	2 (20)	0,849
OEL _{пл} , %долж.	89,6 [80,7; 102]	97,0 [80,5; 102]	0,835
OEL _{пл} <НГН, n (%)	20 (29)	3 (30)	0,796
FOE _{пл} , %долж.	106 [97,7; 122]	104 [98,3; 121]	0,952
FOE _{пл} >ВГН, n (%)	14 (20)	2 (20)	0,999
FOE _{пл} /OEL _{пл} , %долж.	112 [102; 125]	103 [95,3; 118]	0,456
FOE _{пл} /OEL _{пл} , % > ВГН, n (%)	23 (34)	4 (40)	0,454
OOL, %долж.	135 [107; 157]	113 [109; 145]	0,913
OOL>ВГН, n (%)	28 (41)	3 (30)	0,798
OOL/OEL _{пл} , %долж.	139 [119; 172]	115 [104; 138]	0,332
OOL/OEL _{пл} , % > ВГН, n (%)	38 (56)	3 (30)	0,312
PO _{вд} , %долж.	82,0 [64,2; 100]	85,0 [61,5; 99,5]	0,997
PO _{вд} <НГН, n (%)	30 (44)	4 (40)	0,971
E _{вд} , %долж.	74,5 [58,7; 86,8]	83,5 [72,2; 102]	0,347
E _{вд} <НГН, n (%)	40 (59)	4 (40)	0,536
Raw _{общ} , кПа×с/л	0,20 [0,17; 0,25]	0,21 [0,17; 0,23]	1,000
DLCO, %долж.	68,0 [61,0; 78,0]	70,5 [67,9; 83,0]	0,513
DLCO<НГН, n (%)	54 (79)	7 (70)	0,798
VA, %долж.	77,3 [67,2; 86,2]	86,8 [73,0; 100]	0,402
VA<НГН, n (%)	40 (59)	5 (50)	0,871
ΔOEL, л	0,56 [0,27; 0,82]	0,40 [0,10; 0,66]	0,457
ΔOEL>0,5 л, n (%)	36 (53)	5 (50)	0,985

При статистическом анализе в группе 2 медианы показателей легочных объемов, емкостей и бронхиального сопротивления в целом по группе были в пределах нормальных значений. Вместе с тем ЖЕЛ, ФЖЕЛ и ОФВ₁ снижены у 4 (40%) пациентов, соотношение ОФВ₁/ЖЕЛ – у 2 (20%) пациентов. Кроме того, у 3 (30%) пациентов выявлен рестриктивный тип вентиляционных нарушений. Значения параметров FOE_{пл} и FOE_{пл}/OEL_{пл} увеличены у 2 (20%) и 4 (40%) пациентов соответственно, параметров OOL и OOL/OEL_{пл} – у 3 (30%) пациентов. Медиана DLCO была снижена и составила 70,5%долж., медианы VA и ΔOEL находились в пределах нормальных значений. Однако у 50% пациентов из данной группы отмечалось увеличение неventилируемого объема легких.

Вместе с тем статистически значимых различий изучаемых показателей между группами не выявлено.

Обсуждение

Настоящее исследование выполнено в ранний период выздоровления в среднем на 17-й день после получения сочетанной травмы, когда пациенты предъявляют ряд жалоб, разобраться в которых помогают в том числе функциональные исследования респираторной системы. Полученные результаты показали, что гораздо чаще на это исследование направляются пациенты с огнестрельными проникающими ранениями ГК и значительно реже – с ЗТГ или огнестрельными непроникающими ранениями, о чем свидетельствуют объемы выборки: 68 пациентов в группе 1 и гораздо меньше (10 пациентов) в группе 2. Однако

несмотря на то, что медианы легочных объемов у пациентов группы 2 сохранялись в пределах нормальных значений, ДСЛ и альвеолярный объем были снижены, что указывало на глубокое альвеолярное повреждение у данной категории пациентов.

Известно, что ударная волна, производимая взрывом и высокоскоростными снарядами, может быть причиной серьезных повреждений легочной ткани (легочных геморагий) и связанных с ними осложнений, таких как ушиб (пульмонит), острый респираторный дистресс-синдром и, как следствие, длительное нарушение трудоспособности [2]. В месте воздействия ударной волны происходит разрыв альвеолярных перегородок, расслоение легочной ткани, а также чрезмерное расширение пузырьков газа, содержащихся в легких, которое обуславливает эффект внутреннего взрыва, усугубляющего полученные повреждения. Кроме того, кровотечение в сегментах легких, непосредственно не подвергшихся воздействию ударной волны, может вызывать бронхоспазм, увеличение секреции слизи, уменьшение ее клиренса из дыхательных путей, уменьшение продукции сурфактанта, что оказывает дополнительное негативное действие на легочную ткань [9]. Таким образом, функциональные нарушения респираторной системы, выявляемые в посттравматическом периоде, являются следствием патоморфологических и патофизиологических изменений в легких, обусловленных воздействием ударной волны.

Кроме того, на функциональное состояние респираторной системы, а именно вентиляционную способность легких, оказывают влияние повреждения ГК (переломы ребер, лопатки, ключицы), которые являются причиной ограничения ее подвижности и болевого синдрома, а также слабость мышц, в том числе дыхательных, что обуславливало снижение показателей ФЖЕЛ и ОФВ₁. Вследствие болевого синдрома мы не настаивали на выполнении форсированных дыхательных маневров и рекомендовали повторить исследование в динамике после стабилизации состояния пациента.

В нашей предыдущей работе, выполненной на небольшой выборке пациентов [10], мы показали, что после проникающих ранений ГК чаще всего имеют место неспецифический паттерн вентиляционных нарушений [снижение ЖЕЛ (ФЖЕЛ) и ОФВ₁ при сохранении ОЕЛ_{пл} и соотношения ОФВ₁/ЖЕЛ (ФЖЕЛ) в пределах нормальных значений], чуть реже – нарушение вентиляционной функции легких по рестриктивному типу, а также нарушение ДСЛ.

В настоящем исследовании по данным бодиплетизмографии, которая выполняется при спокойном дыхании, установлен рестриктивный тип вентиляционных нарушений у 20 (29%) пациентов из группы 1 и у 3 (30%) пациентов из группы 2. Из них у 6 (9%) пациентов группы 1 выявлена простая рестрикция [снижение ОЕЛ_{пл}, ЖЕЛ (ФЖЕЛ), ООЛ при сохранении ООЛ/ОЕЛ_{пл} и ФОЕ_{пл}/ОЕЛ_{пл} в пределах нормальных значений], что обусловлено легочными причинами (посттравматические изменения легочной ткани). У 14 (20%) больных из группы 1 и у 3 (30%) из группы 2 диагностирована комплексная рестрикция [снижение ОЕЛ, ЖЕЛ (ФЖЕЛ) при увеличении ООЛ/ОЕЛ_{пл} и/или ФОЕ_{пл}/ОЕЛ_{пл}] вследствие как изменений легочной ткани, так и внелегочных причин (мышечной слабости и/или ограничения подвижности ГК). Кроме того, увеличение ООЛ/ОЕЛ_{пл} и/или ФОЕ_{пл}/ОЕЛ_{пл} при отсутствии обструкции дыхательных путей может быть обусловлено увеличением невентилируемого объема в легких у обследованных пациентов, прежде всего в результате образования воздушных полостей вследствие разрывов легочной паренхимы, а также за счет внутрилегочных гематом, дистелектазов, раневых каналов и подкожной эмфиземы мягких тканей ГК.

Неспецифический паттерн вентиляционных нарушений выявлен у 15 (22%) пациентов из группы 1 и не выявлен

в группе 2. Сохранение ОЕЛ и соотношения ОФВ₁/ЖЕЛ (ФЖЕЛ) в пределах нормы при снижении ЖЕЛ (ФЖЕЛ) и ОФВ₁, как правило, сопровождалось увеличением соотношений ФОЕ_{пл}/ОЕЛ_{пл} и ООЛ/ОЕЛ_{пл}, что указывает на перечисленные выше причины (мышечную слабость, ограничение подвижности ГК, увеличение невентилируемого объема в легких).

На увеличение невентилируемого объема в легких также указывало увеличение показателя ΔОЕЛ у 53 и 50% пациентов из групп 1 и 2 соответственно, который рассчитывается по результатам бодиплетизмографии и диффузионного теста.

Однако особое внимание обращает на себя нарушение ДСЛ у пациентов обеих групп, а именно у 79% пациентов из группы 1 и у 70% пациентов из группы 2. Это наиболее важный вопрос, так как снижение ДСЛ может сохраняться длительно и сопровождаться нетрудоспособностью пациента. Очевидно, что снижение ДСЛ свидетельствует о сохраняющихся изменениях в ткани легких и требует создания программ для медикаментозной коррекции. Так, одним из наиболее перспективных методов является терапия с использованием антикоагулянтов [2], которая в случае снижения ДСЛ может быть пролонгированной.

Данные лабораторных и инструментальных методов исследований, включая легочные функциональные тесты, а также анамнез и жалобы учитываются при проведении в условиях стационара медицинской реабилитации, направленной на восстановление в том числе функции респираторной системы. Программа медицинской реабилитации направлена на купирование болевого синдрома, активацию диафрагмального дыхания, улучшение бронхиальной проходимости, улучшение экскурсии ГК, усиление регенерационных процессов поврежденных тканей, профилактику посттравматического пневмофиброза и коррекцию психоэмоционального состояния.

С целью контроля результатов лечения, процессов восстановления и объективной оценки вентиляционной и газообменной функций легких при прохождении военно-врачебной комиссии легочные функциональные тесты целесообразно повторять в динамике.

Заключение

Таким образом, как огнестрельные проникающие, так непроникающие ранения ГК и ЗТГ оказывают негативное влияние, в том числе на функциональное состояние респираторной системы, и в большей степени на газообменную функцию легких, что требует создания программ медикаментозной коррекции и более длительного реабилитационного лечения такой категории пациентов.

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. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

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 был 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 Хельсинкской конвенции.

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of Burdenko Main Military Clinical Hospital (protocol №254 of 20.04.2022). The approval and procedure for the protocol were obtained in accordance with the principles of the Helsinki Convention.

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.

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. Крюков Е.В., Чуприна А.П., Зайцев А.А. Травма груди. В: *Респираторная медицина*. М., 2017. Т. 3. С. 174-81 [Kryukov EV, Chuprina AP, Zaitsev AA. *Trauma grudi*. In: *Respiratornaia meditsina*. Moscow, 2017. Vol. 3. P. 174-81 (in Russian)].
3. Методическое руководство: Спирометрия. Российское респираторное общество. 2023. Режим доступа: <https://spulmo.ru>. Ссылка активна на 10.02.2023 [Spirometry. Methodological guide. Russian respiratory society. 2023. Available at: <https://spulmo.ru>. Accessed: 10.02.2023 (In Russian)].
4. 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
5. Graham BL, Brusasco V, Burgos F, et al. 2017 ERS/ATS Standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. *Eur Respir J*. 2017;49(1):1600016. DOI:10.1183/13993003.00016-2016
6. 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
7. 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.
8. Каменева М.Ю. Синдром нарушения легочного газообмена у больных интерстициальными заболеваниями легких. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2015;56:14-20 [Kameneva MYu. Syndromes of gas exchange abnormalities in patients with interstitial lung diseases. *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration*. 2015;56:14-20 (in Russian)].
9. Cohn S, Dubose JJ. Pulmonary contusion: an update on recent advances in clinical management. *World J Surg*. 2010;34(8):1959-70. DOI:10.1007/s00268-010-0599-9
10. Савушкина О.И., Зайцев А.А., Малашенко 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, Zaitsev 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

Статья поступила в редакцию / The article received: 17.02.2023

Статья принята к печати / The article approved for publication: 24.04.2023



OMNIDOCTOR.RU