



## ПАТОГЕНЕЗ РАННИХ ВНУТРИГРУДНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ТЯЖЁЛОЙ ТОРАКАЛЬНОЙ ТРАВМЫ, ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

И.А. Шарипов<sup>1</sup>, А.О. Седаков<sup>1</sup>, И.П. Щеглов<sup>1</sup>, В.М. Мануйлов<sup>2</sup>, А.Н. Щербюк<sup>2,3</sup>, А.А. Архипов<sup>2</sup>,  
Я.Э. Немцверидзе<sup>3,4</sup>, В.О. Маслов<sup>2</sup>, А.А. Андрущенко<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Большая Сухаревская пл., д. 3, г. Москва, 107045, Россия

<sup>2</sup>Пушкинская клиническая больница им. проф. Розанова В.Н., ул. Авиационная, д. 35, г. Пушкино, Московская область, 141206, Россия

<sup>3</sup>Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владими爾ского, ул. Щепкина, д. 61/2, г. Москва, 129110, Россия

<sup>4</sup>Московский медицинский университет «Реавиз», Краснобогатырская ул., д. 2, стр. 2, г. Москва, 107564, Россия

**Резюме.** Актуальность. Тяжёлая торакальная травма характеризуется высокой летальностью (27–35%) среди лиц трудоспособного возраста. Основными причинами неблагоприятных исходов являются быстропрогрессирующие внутригрудные осложнения и развитие инфекционных процессов у 65–70% умерших пациентов. Цель исследования: оценить эффективность клапанной торакостомии с применением оригинального дренажного устройства в профилактике ранних внутригрудных осложнений у пациентов с тяжёлой торакальной травмой в сравнении со стандартными методами дренирования. Материалы и методы. Проведено проспективное когортное исследование 250 пациентов с тяжёлой торакальной травмой, поступивших в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского и Пушкинскую клиническую больницу в период с января 2020 по декабрь 2024 гг. (протокол одобрен локальным этическим комитетом №ЛЭК-2019-084). Пациенты распределены в две группы: основная группа (n=130) с применением S-образного дренажа с односторонним лепестковым клапаном и контрольная группа (n=120) со стандартным трубчатым дренированием. Критерии включения: изолированная тяжёлая торакальная травма с ISS 16–25 баллов, возраст 18–65 лет, наличие гемопневмоторакса. Критерии исключения включали сочетанную черепно-мозговую травму, ISS более 25 баллов и полиорганную недостаточность на момент поступления. Первичная конечная точка – частота инфекционных осложнений, вторичные конечные точки включали длительность госпитализации, частоту рецидивирующего пневмоторакса и динамику газообмена ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ). Статистический анализ проведён с использованием критерия  $\chi^2$  для категориальных переменных, U-критерия Манна–Уитни для непрерывных переменных при уровне значимости  $p<0,05$ . Результаты. В основной группе частота инфекционных осложнений составила 8,5% (11/130) по сравнению с 23,3% (28/120) в контрольной группе ( $\chi^2=11,24$ ,  $p=0,001$ ; ОШ=0,31, 95% ДИ 0,15–0,64). Медиана длительности госпитализации при изолированной тяжёлой торакальной травме составила 6 дней [IQR 5–8] в основной группе против 13 дней [IQR 10–16] в контрольной ( $U=2847$ ,  $p<0,001$ ). Рецидивирующий пневмоторакс развился у 1,5% (2/130) пациентов основной группы против 7,5% (9/120) контрольной ( $\chi^2=5,89$ ,  $p=0,015$ ). Индекс оксигенации на 3-и сутки:  $312\pm45$  мм рт. ст. в основной группе против  $276\pm52$  мм рт. ст. в контрольной ( $p=0,002$ ). Летальность составила 3,8% (5/130) в основной группе против 5,8% (7/120) в контрольной ( $p=0,48$ ). Выводы. Применение клапанной торакостомии с S-образным дренажем статистически значительно снижает частоту инфекционных осложнений и рецидивирующего пневмоторакса, сокращает длительность госпитализации и улучшает показатели газообмена у пациентов с тяжёлой торакальной травмой.

**Ключевые слова:** торакальная травма [D013898]; пневмоторакс [D011030]; геморрагический шок [D012771]; дренаж плевральной полости [D015505]; торакостомия [D013906]; переломы ребер [D012253]; послеоперационные осложнения [D011183]; компьютерная томография [D014057]; газообмен [D011659]; неотложная медицина [D004635].

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

**Соответствие нормам этики.** Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая обязательное получение информированного согласия.

**Для цитирования:** Шарипов И.А., Седаков А.О., Щеглов И.П., Мануйлов В.М., Щербюк А.Н., Архипов А.А., Немцверидзе Я.Э., Маслов В.О., Андрущенко А.А. Патогенез ранних внутригрудных осложнений тяжёлой торакальной травмы, пути их устранения. Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье. 2025;15(5):50-57. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.CLIN.4>



## PATHOGENESIS OF EARLY INTRATHORACIC COMPLICATIONS OF SEVERE THORACIC TRAUMA, WAYS OF THEIR ELIMINATION

**Igor' A. Sharipov<sup>1</sup>, Aleksey O. Sedakov<sup>1</sup>, Ivan P. Shcheglov<sup>1</sup>, Vladimir M. Manuilov<sup>2</sup>, Aleksandr N. Shcherbyuk<sup>2</sup>,  
Artem A. Arkhipov<sup>2</sup>, Yakov E. Nemstsveridze<sup>3,4</sup>, Valeriy O. Maslov<sup>2</sup>, Artem A. Andrushchenko<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Care, Bolshaya Sukharevskaya Square, Bldg. 3, Moscow, 107045, Russia  
<sup>2</sup>Pushkin Clinical Hospital named after prof. V.N. Rozanov, Aviationsnaya Street, Bldg. 35, Pushkino, Moscow Region, 141206, Russia  
<sup>3</sup>Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirsksy, Shchepkinskaya Street, Bldg. 61/2, Moscow, 129110, Russia  
<sup>4</sup>Moscow Medical University "Reaviz", Krasnobogatyrskaya Street, Bldg. 2, Moscow, 107564, Russia

**Abstract.** *Background.* Severe thoracic trauma is characterized by high mortality (27–35%) among working-age individuals. The main causes of unfavorable outcomes include rapidly progressing intrathoracic complications and the development of infectious processes in 65–70% of deceased patients. *Objective.* To evaluate the effectiveness of valve thoracostomy using an original drainage device in the prevention of early intrathoracic complications in patients with severe thoracic trauma compared with standard drainage methods. *Materials and methods.* A prospective cohort study was conducted involving 250 patients with severe thoracic trauma admitted to the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine and Pushkin Clinical Hospital from January 2020 to December 2024 (protocol approved by the local ethics committee No. LEC-2019-084). Patients were allocated into two groups: the study group (n=130) with the use of an S-shaped drain with a one-way petal valve, and the control group (n=120) with standard tube drainage. Inclusion criteria: isolated severe thoracic trauma with ISS 16–25 points, age 18–65 years, presence of hemopneumothorax. Exclusion criteria included concomitant traumatic brain injury, ISS greater than 25 points, and multiple organ failure at admission. The primary endpoint was the incidence of infectious complications; secondary endpoints included length of hospital stay, recurrent pneumothorax rate, and gas exchange dynamics (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>). Statistical analysis was performed using the  $\chi^2$  test for categorical variables and the Mann-Whitney U test for continuous variables at a significance level of p<0.05. *Results.* In the study group, the incidence of infectious complications was 8.5% (11/130) compared with 23.3% (28/120) in the control group ( $\chi^2=11.24$ , p=0.001; OR=0.31, 95% CI 0.15–0.64). The median length of hospital stay for isolated severe thoracic trauma was 6 days [IQR 5–8] in the study group versus 13 days [IQR 10–16] in the control group (U=2847, p<0.001). Recurrent pneumothorax developed in 1.5% (2/130) of patients in the study group versus 7.5% (9/120) in the control group ( $\chi^2=5.89$ , p=0.015). The oxygenation index on day 3 was 312±45 mmHg in the study group versus 276±52 mmHg in the control group (p=0.002). Mortality was 3.8% (5/130) in the study group versus 5.8% (7/120) in the control group (p=0.48). *Conclusions.* The use of valve thoracostomy with an S-shaped drain significantly reduces the incidence of infectious complications and recurrent pneumothorax, shortens the length of hospital stay, and improves gas exchange parameters in patients with severe thoracic trauma.

**Keywords:** thoracic injuries [D013898]; pneumothorax [D011030]; shock, hemorrhagic [D012771]; chest tubes [D015505]; thoracostomy [D013906]; rib fractures [D012253]; postoperative complications [D011183]; tomography, X-ray computed [D014057]; pulmonary gas exchange [D011659]; emergency medicine [D004635].

**Competing interests.** The authors declare no competing interests.

**Funding.** This research received no external funding.

**Cite as:** Sharipov I.A., Sedakov A.O., Shcheglov I.P., Manuilov V.M., Shcherbyuk A.N., Arkhipov A.A., Nemstsveridze Ya.E., Maslov V.O., Andrushchenko A.A. Pathogenesis of early intrathoracic complications of severe thoracic trauma, ways of their elimination. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2025;15(5):50-57. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.CLIN.4>

### Введение

Тяжёлая торакальная травма занимает 2-3 место в структуре механических повреждений и характеризуется высоким уровнем заболеваемости и летальности [1]. В 85% случаев тяжёлая торакальная травма сопровождается переломами рёбер, в 55% – развитием пневмоторакса, в 60% – внутриплевральными кровотечениями [2]. Особую актуальность проблема приобретает в контексте сочетанных политравм, встречающихся в 50–55% случаев [3].

Летальность при тяжёлой торакальной травме достигает 27–35% среди лиц репродуктивного возраста, что превышает показатели смертности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний в данной возрастной группе [4]. Основными причинами неблагоприятных исходов являются быстропрогрессирующие интрапракальные осложнения, включающие напряжённый пневмоторакс, гемопневмомедиастинум, тампонаду сердца, геморрагический шок и рефрактерную кардио-респираторную недостаточность. Инфекционные осложнения, такие как гнойный трахеобронхит,

пневмония и эмпиема плевры, развиваются у 65–70% умерших пациентов, что указывает на критическое значение своевременной декомпрессии и адекватного дренирования плевральной полости [1].

Ключевыми патогенетическими факторами ранних осложнений при тяжёлой торакальной травме являются болевой синдром, представляющий собой сложный физиологический ответ, опосредованный активацией ноцицептивной системы и ограничивающий дыхательные экскурсии [5], остшая кровопотеря, приводящая к развитию геморрагического шока как компонента травматического шока [6], а также нарушения газообмена и системная воспалительная реакция, являющиеся ключевыми звенями патогенеза острого респираторно-гипотензивного синдрома [7].

Современные методы дренирования плевральной полости включают использование традиционных трубчатых дренажей с активной аспирацией и клапанных систем [8, 9]. Клапанная торакостомия позволяет создать условия для эвакуации воздуха и

крови при минимальном риске ретроградного инфицирования. Систематический обзор и метаанализ Fluitman et al. (2018) показал, что применение разрежения при дренировании плевральной полости после травматических повреждений сокращает длительность дренирования и частоту персистирующей утечки воздуха [10]. Исследование Beeton et al. (2023) продемонстрировало, что катетеры малого диаметра обеспечивают сопоставимую эффективность с традиционными дренажами большого диаметра при меньшей выраженности болевого синдрома у отдельных категорий пациентов с травмой [11].

За последние 5 лет отмечается рост числа пациентов с тяжёлой торакальной травмой на 15%, что связано с увеличением дорожно-транспортных происшествий и производственных травм [12]. Уровень инфекционных осложнений остаётся значительным (12–18%), что обуславливает необходимость совершенствования методов лечения данной категории больных [13].

**Цель исследования:** оценить эффективность клапанной торакостомии с применением S-образного дренажа с односторонним лепестковым клапаном в профилактике ранних внутригрудных осложнений у пациентов с тяжёлой торакальной травмой в сравнении со стандартными методами дренирования.

## Материалы и методы

### Дизайн исследования

Проведено проспективное когортное сравнительное исследование с участием пациентов, поступивших в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского (Москва) и Пушкинскую клиническую больницу им. проф. Розанова В.Н. (Московская область) в период с 1 января 2020 г. по 31 декабря 2024 г. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом НИИ СП им. Н.В. Склифосовского (протокол №ЛЭК-2019-084 от 15.11.2019). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

### Критерии включения и исключения

Критерии включения охватывали возраст 18–65 лет, изолированную торакальную травму с оценкой по шкале ISS (Injury Severity Score) 16–25 баллов, наличие гемопневмоторакса, подтверждённого рентгенографией или компьютерной томографией

грудной клетки, поступление в стационар в течение 6 часов после травмы и показания к дренированию плевральной полости.

Критерии исключения включали сочетанную черепно-мозговую травму средней и тяжёлой степени (GCS менее 13 баллов), тяжёлую сочетанную травму с ISS более 25 баллов, полиорганическую недостаточность на момент поступления (SOFA не менее 3 баллов), проникающую торакальную травму с повреждением магистральных сосудов, предшествующие заболевания лёгких (хроническая обструктивная болезнь лёгких, туберкулёз, эмпиема плевры в анамнезе), иммунодефицитные состояния, а также отказ пациента от участия в исследовании.

### Формирование групп и методика дренирования

Пациенты распределены в две группы методом последовательного включения с учётом доступности оборудования. Основная группа (n=130) получала клапанную торакостомию с использованием S-образного дренажа с односторонним лепестковым клапаном. Дренаж устанавливался в V межреберье по средней подмышечной линии под местной анестезией (10 мл 1% раствора лидокаина). Дренажная система включала эластичный контейнер для сбора крови и клапанный механизм, обеспечивающий одностороннюю эвакуацию содержимого плевральной полости без ретроградного заброса (рис. 1, 2). Контрольная группа (n=120) получала стандартное трубчатое дренирование плевральной полости с активной аспирацией (разрежение –15 см вод. ст.) по системе Бюлау. Дренаж диаметром 28–32 Fr устанавливался в аналогичной анатомической позиции.

### Конечные точки исследования

Первичная конечная точка определялась как частота инфекционных осложнений в течение 30 дней после травмы, включая нозокомиальную пневмонию, эмпиему плевры и гнойный трахеобронхит, диагностированных согласно критериям CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Вторичные конечные точки включали длительность госпитализации (кайко-дни), частоту рецидивирующего пневмоторакса (повторное накопление воздуха более 20% объёма гемоторакса после удаления дренажа), динамику индекса оксигенации ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) на 1-е, 3-и и 7-е сутки, а также летальность в течение 30 дней.



**Рисунок 1.** Второй этап установки клапанной торакостомии: к наружному концу дренажа подсоединен лепестковый клапан односторонней проводимости, кровь заполнила просвет дренажа и клапана

**Figure 1.** The second stage of the KTOP installation: a one-way petal valve is connected to the outer end of the drainage, blood has filled the lumen of the drainage and the valve

#### Методы обследования

Всем пациентам при поступлении проводилась лабораторная диагностика, включавшая общий анализ крови, биохимический анализ (креатинин, мочевина, АЛТ, АСТ, общий билирубин, глюкоза), коагулограмму (АЧТВ, МНО, фибриноген, D-димер), газовый состав артериальной крови (рН, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, лактат) и уровень прокальцитонаина и С-реактивного белка. Инструментальная диагностика включала рентгенографию органов грудной клетки в прямой и боковой проекциях, компьютерную томографию грудной клетки (по показаниям – с внутривенным контрастированием) и ультразвуковое исследование плевральных полостей, выполнявшееся ежедневно до удаления дренажа. Мониторинг проводился ежедневно до выписки и включал оценку объема отделяемого по дренажу, характера отделяемого (серозное, геморрагическое, гнойное), показателей газообмена и признаков инфекционных осложнений.

#### Статистический анализ

Расчет размера выборки проведён исходя из предполагаемого снижения частоты инфекционных осложнений с 20% до 8% ( $\alpha=0,05$ , мощность 80%), что потребовало включения минимум 110 пациентов в каждую группу. Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения SPSS версия 26.0 (IBM Corp., США). Проверка нормальности распределения выполнялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Количественные данные с нормальным распределением представлены как среднее  $\pm$  стандартное отклонение (M $\pm$ SD), с ненормальным распределением – как



**Рисунок 2.** Третий этап установки клапанной торакостомии: к дренажу подсоединенна ёмкость для сбора крови

**Figure 2.** The third stage of the KTOP installation: a blood collection container is connected to the drainage

медиана и интерквартильный размах [IQR]. Категориальные данные представлены как абсолютные числа и проценты. Для сравнения категориальных переменных использовался критерий  $\chi^2$  Пирсона или точный критерий Фишера (при ожидаемых частотах менее 5). Для сравнения непрерывных переменных применялся t-критерий Стьюдента (при нормальном распределении) или U-критерий Манна-Уитни (при ненормальном распределении). Относительный риск представлен как отношение шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (ДИ). Уровень статистической значимости установлен как  $p<0,05$ .

#### Результаты

##### Характеристика пациентов

В исследование включено 250 пациентов с тяжёлой торакальной травмой. Группы были сопоставимы по основным демографическим и клиническим характеристикам (табл. 1).

**Таблица 1.** Исходные характеристики пациентов

**Table 1.** Baseline characteristics of patients

Показатель	Основная группа (n=130)	Контрольная группа (n=120)
<b>Возраст, лет (M<math>\pm</math>SD)</b>	42,3 $\pm$ 12,8	44,1 $\pm$ 13,2
<b>Мужчины, n (%)</b>	98 (75,4%)	87 (72,5%)
<b>ISS, баллы (M<math>\pm</math>SD)</b>	19,7 $\pm$ 3,2	20,1 $\pm$ 3,4
<b>Механизм травмы - ДТП, n (%)</b>	76 (58,5%)	72 (60,0%)
<b>Падение с высоты, n (%)</b>	42 (32,3%)	36 (30,0%)
<b>Другое, n (%)</b>	12 (9,2%)	12 (10,0%)
<b>Переломы рёбер <math>\geq 3</math>, n (%)</b>	108 (83,1%)	98 (81,7%)
<b>PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> при поступлении, мм рт. ст. (M<math>\pm</math>SD)</b>	248 $\pm$ 38	252 $\pm$ 42

**Примечание:** различия между группами статистически незначимы ( $p>0,05$  для всех показателей).

### Первичная конечная точка: инфекционные осложнения

Частота инфекционных осложнений в основной группе составила 8,5% (11/130) по сравнению с 23,3% (28/120) в контрольной группе ( $\chi^2=11,24$ ,  $p=0,001$ ). Применение клапанной торакостомии ассоциировалось со снижением риска инфекционных осложнений (ОШ=0,31, 95% ДИ 0,15-0,64). Структура инфекционных осложнений представлена в таблице 2.

**Таблица 2.** Структура инфекционных осложнений  
**Table 2.** Structure of infectious complications

Осложнение	Основная группа (n=130)	Контрольная группа (n=120)
Нозокомиальная пневмония, n (%)	6 (4,6%)	15 (12,5%)
Эмпиема плевры, n (%)	3 (2,3%)	9 (7,5%)
Гнойный трахеобронхит, n (%)	2 (1,5%)	4 (3,3%)
Всего, n (%)	11 (8,5%)	28 (23,3%)

### Вторичные конечные точки

Медиана длительности госпитализации при изолированной тяжёлой торакальной травме в основной группе составила 6 дней [IQR 5-8] по сравнению с 13 днями [IQR 10-16] в контрольной группе ( $U=2847$ ,  $p<0,001$ ), что демонстрирует статистически значимое сокращение сроков стационарного лечения на 54%. Частота рецидивирующего пневмоторакса после удаления дренажа составила 1,5% (2/130) в основной группе против 7,5% (9/120) в контрольной ( $\chi^2=5,89$ ,  $p=0,015$ ; ОШ=0,19, 95% ДИ 0,04-0,89).

Показатели газообмена ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) представлены в таблице 3. На 3-и сутки наблюдалось статистически значимое улучшение оксигенации в основной группе ( $312\pm45$  мм рт. ст.) по сравнению с контрольной ( $276\pm52$  мм рт. ст.,  $p=0,002$ ).

**Таблица 3.** Динамика индекса оксигенации ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ), мм рт. ст.

**Table 3.** Dynamics of oxygenation index ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ), mm Hg.

Сутки	Основная группа (M±SD)	Контрольная группа (M±SD)	p-значение
1-е сутки	248±38	252±42	0,48
3-и сутки	312±45	276±52	0,002
7-е сутки	358±51	324±58	0,008

Летальность в течение 30 дней составила 3,8% (5/130) в основной группе и 5,8% (7/120) в контрольной группе ( $p=0,48$ , различия статистически незначимы). Основными причинами летальных исходов были тяжёлый геморрагический шок ( $n=6$ ), острый респираторный дистресс-синдром ( $n=4$ ) и сепсис ( $n=2$ ).

### Обсуждение

Настоящее исследование продемонстрировало статистически значимое преимущество клапанной торакостомии с применением S-образного дренажа перед стандартным трубчатым дренированием в профилактике инфекционных осложнений у пациентов с тяжёлой торакальной травмой. Снижение частоты инфекционных осложнений с 23,3% до 8,5% (ОШ=0,31,  $p=0,001$ ) согласуется с данными систематического обзора Bertoglio и соавт. (2019), показавшего преимущества дренажей малого диаметра в снижении частоты инфекционных осложнений при сопоставимой эффективности [14].

Механизм снижения инфекционных осложнений при использовании клапанной торакостомии обусловлен несколькими факторами. Во-первых, односторонний лепестковый клапан предотвращает ретроградный заброс содержимого из ёмкости для сбора, что минимизирует риск контаминации плевральной полости. Во-вторых, отсутствие необходимости в постоянной активной аспирации снижает травматизацию плевры и способствует более физиологичному расправлению лёгкого. В-третьих, герметичность системы уменьшает риск внешней контаминации через негерметичные соединения, характерные для традиционных систем активной аспирации [15].

Сокращение длительности госпитализации на 54% (с 13 до 6 дней) имеет важное клиническое и экономическое значение. Данные результаты превосходят показатели, полученные в исследовании Halifax и соавт. (2020), где использование амбулаторных клапанных систем сократило госпитализацию на 32% [16]. Более выраженный эффект в нашем исследовании может объясняться оптимизированной конструкцией дренажа, обеспечивающей быструю эвакуацию содержимого и раннюю мобилизацию пациентов.

Снижение частоты рецидивирующего пневмоторакса с 7,5% до 1,5% ( $p=0,015$ ) соответствует патофизиологическим представлениям о механизмах формирования плевральных сращений. Клапанная система обеспечивает постоянное отрицательное давление в плевральной полости без риска баротравмы от избыточной аспирации, что способствует более равномерному расправлению лёгкого и формированию физиологичных плевральных сращений [17]. Улучшение показателей газообмена к 3-м суткам ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 312\pm45$  против  $276\pm52$  мм рт. ст.,  $p=0,002$ ) отражает более эффективное восстановление функции внешнего дыхания, что может быть связано с меньшей выраженностью болевого синдрома при отсутствии тракции дренажа системой активной аспирации [18].

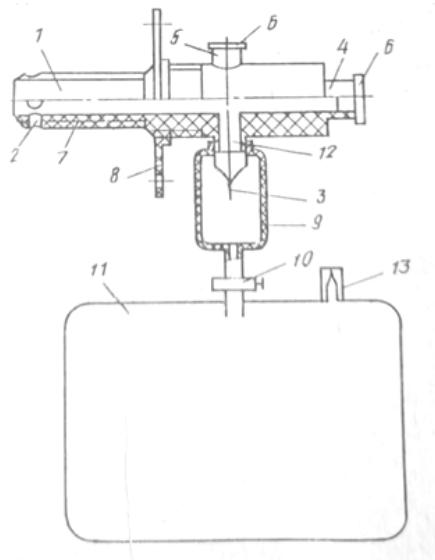
Отсутствие статистически значимых различий в летальности (3,8% против 5,8%,  $p=0,48$ ) может объясняться тем, что основными причинами смерти являлись критические состояния в ранние сроки после травмы (геморрагический шок, острый респираторный дистресс-синдром), развитие которых не зависит от метода дренирования. Для оценки влияния метода дренирования на летальность потребуется исследование с большей выборкой.

#### Техническое описание дренажного устройства

Используемое в исследовании устройство для дренирования плевральной полости (авторское свидетельство № 1521495, СССР, 1988) представляет собой усовершенствованную систему, позволяющую проводить диагностические и функциональные манипуляции при гемотораксе (рис. 3). Устройство содержит трубку с отверстиями на рабочем конце, клапан односторонней проводимости, трубы для эндоскопа и капиллярного дренажа со съемными крышками, узел фиксации, выполненный в виде резьбы с крупным шагом, резьбовую фиксирующую шайбу, клапанный чехол с фильтром, регулятор расхода и эластичный контейнер для крови, патрубок системы сброса и дополнительный клапан. Конструкция устройства позволяет использовать его на месте происшествия в условиях массовых катастроф без необходимости в донорской крови.

#### Ограничения исследования

Настоящее исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, отсутствие рандомизации могло привести к систематическим различиям между группами, несмотря на сопоставимость исходных характеристик. Во-вторых, открытый дизайн исследования мог повлиять на субъективную оценку некоторых исходов. В-третьих, исследование проведено в двух центрах, что может ограничивать обобщаемость результатов. В-четвертых, не оценивалось качество жизни пациентов и экономическая эффективность вмешательства. Необходимо проведение многоцентровых рандомизированных контролируемых исследований для подтверждения полученных данных.



**Рисунок 3. Дренажное устройство**  
**Figure 3. Drainage device**

#### Выводы

Применение клапанной торакостомии с S-образным дренажем статистически значимо снижает частоту инфекционных осложнений у пациентов с тяжёлой торакальной травмой (8,5% против 23,3%,  $p=0,001$ ; ОШ=0,31, 95% ДИ 0,15-0,64).

Использование клапанной торакостомии ассоциировано с сокращением длительности госпитализации на 54% (медиана 6 против 13 дней,  $p<0,001$ ) и снижением частоты рецидивирующего пневмоторакса в 5 раз (1,5% против 7,5%,  $p=0,015$ ).

Клапанная торакостомия способствует более быстрому восстановлению газообмена, что проявляется статистически значимым улучшением индекса оксигенации к 3-м суткам ( $312\pm45$  против  $276\pm52$  мм рт. ст.,  $p=0,002$ ).

Отсутствие различий в 30-дневной летальности между группами (3,8% против 5,8%,  $p=0,48$ ) указывает на то, что основные причины смерти при тяжёлой торакальной травме связаны с критическими состояниями в ранние сроки после травмы.

Полученные результаты обосновывают целесообразность внедрения клапанной торакостомии в качестве метода выбора при дренировании плевральной полости у пациентов с тяжёлой торакальной травмой.

#### Литература [References]

- Шарипов И.А., Владимирова Е. С., Розумный П. А., Шабанов А. К. Ранние последствия и осложнения тяжелой травмы груди при полигравме, причины летальных исходов. *Вестник ИвГМА*. 2017;4. Sharipov I.A., Vladimirova E.S., Rozumny P.A., Shabanov A.K. Early consequences and complications of severe chest trauma in polytrauma, causes of death. *Bulletin of the IvSMA*. 2017;4. (In Russ.)
- Battle C.E., Hutchings H., Evans P.A. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: a systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2012;43(1):8-17. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.01.004>
- Герасимов Л.В., Карпун Н.А., Пирожкова О.С. Избранные вопросы патогенеза и интенсивного лечения тяжелой сочетанной травмы. *Общая реаниматология*. 2012;4. 2 Gerasimov L.V., Karpun N.A., Pirozhkova O.S. Selected issues of pathogenesis and intensive treatment of severe combined trauma. *General Reanimatology*. 2012;4. (In Russ.)

- 4 Вагнер Е.А., Брунс В.А. Хирургическая тактика при тяжелой сочетанной травме груди в раннем периоде травматической болезни (диагностика, лечение, исходы). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 1998;5(2):3-7. Wagner E.A., Bruns V.A. Surgical Tactics at Severe Concomitant Injury of the Chest in Early Stage of Traumatic Disease: Diagnosis, Treatment, Outcomes. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 1998;5(2):3-7. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/vto104415>
- 5 Bulger E.M., Edwards T., Klotz P., Jurkovich G.J. Epidural analgesia improves outcome after multiple rib fractures. *Surgery.* 2004;136(2):426-430. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2004.05.019>
- 6 Cannon J.W. Hemorrhagic shock. *N Engl J Med.* 2018;378(4):370-379. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1705649>
- 7 Matthay M.A., Zemans R.L., Zimmerman G.A., et al. Acute respiratory distress syndrome. *Nat Rev Dis Primers.* 2019;5(1):18. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0069-0>
- 8 Laws D., Neville E., Duffy J. BTS guidelines for the insertion of a chest drain. *Thorax.* 2003;58(Suppl 2):ii53-ii59. [https://doi.org/10.1136/thorax.58.suppl\\_2.ii53](https://doi.org/10.1136/thorax.58.suppl_2.ii53)
- 9 Прищепо М.И., Ахметов М.М., Соловьевна Н.А. и др. Способы дренирования плевральной полости : учебное пособие. Москва : Издательство "Знание-М", 2025:40. Prishchepo M.I., Akhmetov M.M., Solov'eva N.A. i dr. Sposoby drenirovaniya plevral'noy polosti : uchebnoe posobie. Moskva : Izdatel'stvo "Znanie-M", 2025:40. (In Russ.) <https://doi.org/10.38006/00255-096-8.2025.1.40>
- 10 Fluitman K.S., van der Poel M.W., Ten Broek R.P.G., et al. Systematic review and meta-analysis of tube thoracostomy following traumatic chest injury; suction versus water seal. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2019;45(5):1033-1043. <https://doi.org/10.1007/s00068-018-0942-7>
- 11 Beeton G., Ngatuivai M., Breeding T., et al. Outcomes of Pigtail Catheter Placement versus Chest Tube Placement in Adult Thoracic Trauma Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am Surg.* 2023;89(6):2743-2754. <https://doi.org/10.1177/00031348231157809>
- 12 WHO Global Status Report on Road Safety 2023. Geneva: World Health Organization; 2023.
- 13 Зайцев А.А., Чуприна А.П., Крюков Е.В. Глава 4. Травмы груди. *Респираторная медицина : руководство: в 5 томах.* Москва : Общество с ограниченной ответственностью «ПУЛЬМОМЕДИА», 2024:657-665. Zaytsev A.A., Chuprina A.P., Kryukov E.V. Glava 4. Travmy grudi. Respiratornaya meditsina : rukovodstvo: v 5 tomakh. Moskva : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «PUL'MOMEDIA», 2024:657-665. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/978-5-6048754-7-6-2024-3-657-665>
- 14 Bertoglio P., Guerrera F., Viti A., et al. Chest drain and thoracotomy for chest trauma. *J Thorac Dis.* 2019;11(Suppl 2):S186-S201. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.01.53>
- 15 Senanayake E.L., Smith G.D., Rooney S.J., et al. Chest drains - An overview. *Trauma.* 2017;19(1):37-47. <https://doi.org/10.1177/1460408616676505>
- 16 Hallifax R.J., Talwar A., Wrightson J.M., et al. State-of-the-art: ambulatory treatment in the management of pneumothorax. *Eur Respir Rev.* 2020;29(155):190036. <https://doi.org/10.1183/16000617.0036-2019>
- 17 Andrivet P., Djedaini K., Teboul J.L., et al. Spontaneous pneumothorax: comparison of thoracic drainage vs immediate or delayed needle aspiration. *Chest.* 1995;108(2):335-340. <https://doi.org/10.1378/chest.108.2.335>
- 18 Carrier F.M., Turgeon A.F., Nicole P.C., et al. Effect of epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Can J Anaesth.* 2009;56(3):230-242. <https://doi.org/10.1007/s12630-009-9052-7>
- 19 Heydari M.B., Hessami M.A., Setayeshi K., Sajadifar F. Use of prophylactic antibiotics following tube thoracostomy for blunt chest trauma in the prevention of empyema and pneumonia. *Arch Trauma Res.* 2014;3(2):e17430. <https://doi.org/10.5812/atr.17430>
- 20 Maxwell R.A., Campbell D.J., Fabian T.C., et al. Use of presumptive antibiotics following tube thoracostomy for traumatic hemopneumothorax in the prevention of empyema and pneumonia - a multi-center trial. *J Trauma.* 2004;57(4):742-748. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000144317.39968.8e>
- 21 Tran J., Heschl S., Bruder E., et al. Randomized clinical trial of pigtail catheter versus chest tube in injured patients with uncomplicated traumatic pneumothorax. *Br J Surg.* 2014;101(2):17-22. <https://doi.org/10.1002/bjs.9337>
- 22 Thyrault M., Veillon F., Chevallier D., et al. Simple aspiration versus drainage for complete pneumothorax: A randomized noninferiority trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2023;207(12):1623-1631. <https://doi.org/10.1164/rccm.202208-1491OC>

**Авторская справка****Шарипов Игорь Андреевич**

Д-р мед. наук, профессор, ведущий специалист политравм отделения сочетанной и множественной травмы НИИ СП им. Н.В. Склифосовского.

ORCID 0009-0001-2579-4770; Shar-II2011@yandex.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования.

**Седаков Алексей Олегович**

Врач, клинический ординатор отделения сочетанной и множественной травмы НИИ СП им. Н. В. Склифосовского.

ORCID 0009-0000-7656-6439; sedakov.alesha@yandex.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования.

**Щеглов Иван Павлович**

Врач, ординатор, специалист политравм отделения сочетанной и множественной травмы НИИ СП им. Н.В. Склифосовского.

ORCID 0009-0004-0905-7561; sheglovdoc@mail.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования.

**Author's reference****Igor' A. Sharipov**

Dr. Sci. (Med.), Professor, Leading Specialist in Polytrauma, Department of Combined and Multiple Trauma, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine.

ORCID 0009-0001-2579-4770; Shar-II2011@yandex.ru

Author's contribution: development of the research concept, formulation of research objectives.

**Aleksey O. Sedakov**

Doctor, clinical resident of the department of combined and multiple trauma of the N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine.

ORCID 0009-0000-7656-6439; sedakov.alesha@yandex.ru

Author's contribution: development of the research concept, formulation of research objectives.

**Ivan P. Shcheglov**

Doctor, resident, specialist in polytrauma of the combined and multiple trauma department of the N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine.

ORCID 0009-0004-0905-7561; sheglovdoc@mail.ru

Author's contribution: development of the research concept, formulation of research objectives.

**Мануйлов Владимир Михайлович**

Д-р мед. наук, профессор, главный врач Пушкинской клинической больницы им. проф. Розанова В.П. Заслуженный врач Российской Федерации.

ORCID 0000-0002-0854-8922; pushkino\_rb@mail.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования.

**Щербюк Александр Николаевич**

Д-р мед. наук, профессор, заведующий научно-клинического отдела Пушкинская клиническая больница им. проф. Розанова В.П., профессор кафедры хирургических болезней Московский медицинский университета «Реавиз».

ORCID 0000-0003-2616-2940; ANS1949@Rambler.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования.

**Архипов Артём Андреевич**

Заведующий травматолого-ортопедического отделения ГБУЗ МО "ПКБ им. проф. Розанова В.Н."

ORCID 0009-0009-9675-4598; arhangello\_aa@gmail.com

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования.

**Немцверидзе Яков Элгуджкович**

Специалист научно-инновационного отдела, Московский медицинский университет «Реавиз»; врач-стоматолог; врач-клинический ординатор кафедры ортопедической стоматологии Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимиরского, Москва, Россия.

ORCID 0000-0002-8784-7655; 9187751@gmail.com

Вклад автора: работа с источниками, анализ и обобщение полученных данных.

**Маслов Валерий Олегович**

Врач-хирург хирургического отделения, стационара № 2, Пушкинской клинической больницы им. проф. Розанова В.Н.

ORCID 0009-0005-8945-3106; dr.valeriimasloff@gmail.com

Вклад автора: разработка концепции исследования, постановка задач исследования.

**Андрющенко Артём Андреевич**

Студент 5 курса лечебного факультета, Московский медицинский университет «Реавиз».

ORCID 0009-0006-0362-8487; andrushchenko\_artem@mail.ru

Вклад автора: работа с источниками, анализ и обобщение полученных данных.

**Vladimir M. Manuilov**

Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Physician of the Pushkin Clinical Hospital named after prof. V.P. Rozanov. Honored Doctor of the Russian Federation.

ORCID 0000-0002-0854-8922; pushkino\_rb@mail.ru

Author's contribution: development of the research concept, formulation of research objectives.

**Aleksandr N. Shcherbyuk**

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Scientific and Clinical Department, Pushkin Clinical Hospital named after prof. V.P. Rozanov, Professor of the Department of Surgical Diseases, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0003-2616-2940; ANS1949@Rambler.ru

Author's contribution: development of the research concept, formulation of research objectives.

**Artem A. Arkhipov**

Head of the traumatology and orthopedic department of the State Budgetary Healthcare Institution of the Moscow Region "Public Clinical Hospital named after Prof. V.N. Rozanov"

ORCID 0009-0009-9675-4598; arhangello\_aa@gmail.com

Author's contribution: development of the research concept, formulation of research objectives.

**Yakov E. Nemstveridze**

Specialist of the Scientific and Innovation Department, Moscow Medical University "Reaviz", Moscow, Russia.

Dentist. Clinical resident of the Department of Orthopedic Dentistry, Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirosky, Moscow, Russia.

ORCID 0000-0002-8784-7655; 9187751@gmail.com

Author's contribution: work with sources, analysis and generalization of the obtained data.

**Valeriy O. Maslov**

Surgeon of the surgical department, hospital No. 2, Pushkin Clinical Hospital named after prof. V.N. Rozanov.

ORCID 0009-0005-8945-3106; dr.valeriimasloff@gmail.com

Author's contribution: development of the research concept, formulation of research objectives.

**Artem A. Andrushchenko**

5th year student of the medical faculty, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0009-0006-0362-8487; andrushchenko\_artem@mail.ru

Author's contribution: work with sources, analysis and generalization of the obtained data.