



ПРЯМЫЕ ЗАКРЫТЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДИАФРАГМЫ: ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

Е.С. Владимирова, И.В. Ермолова, Ф.А. Черноусов, В.Г. Котанджан,
Е.Б. Николаева, И.Е. Попова, О.А. Алексеечкина

Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Большая Сухаревская пл., д. 3, г. Москва, 129090, Россия

Резюме. Актуальность. Повреждения диафрагмы ребром или прямые закрытые повреждения диафрагмы в разные сроки после травмы связаны с развитием гемоторакса, пневмогемоторакса, ушибом лёгкого, которые приводят к вторичным лёгочным осложнениям. Вопросы диагностики и тактики при прямых повреждениях диафрагмы во многом остаются нерешёнными. Цель: оценить возможности лучевых методов диагностики и определить методы лечения прямых закрытых повреждений диафрагмы. Объект и методы. В исследование включены 66 пациентов с сочетанной и изолированной травмой груди, переломами рёбер и прямыми закрытыми повреждениями диафрагмы, потребовавшими дренирования плевральной полости и других хирургических методов лечения (видеоторакоскопии, видеолaparоскопии, лапаротомии, торакотомии). Возраст пациентов варьировал от 16 до 84 лет, мужчин было 54, женщин – 12. Выборка была сформирована за период с января 1983 по декабрь 2024 гг. из пациентов, проходивших лечение в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. Результаты. Диагностировать прямые закрытые повреждения диафрагмы при использовании лучевых методов диагностики достаточно сложно, т.к. прямыми признаками является доказательство перемещения органов брюшной полости через дефект диафрагмы. Трудности диагностики прямых закрытых повреждений диафрагмы обусловлены небольшим сквозным дефектом диафрагмы или отсутствием сквозного дефекта при неполных повреждениях. Ведущая роль в выявлении прямых закрытых повреждений диафрагмы принадлежит методам, позволяющим визуально оценить состояние диафрагмы (видеоторакоскопия, видеолaparоскопия, лапаротомия, торакотомия, аутопсия). Выводы. Расширенное использование видеоторакоскопии при закрытой травме груди выявляет прямые закрытые повреждения диафрагмы в ранние сроки и позволяет избежать поздних осложнений.

Ключевые слова: травма диафрагмы [A03.734.414]; закрытая травма груди [C26.858]; переломы ребер [C26.404.180.746]; гемоторакс [C08.460.261.437]; пневмоторакс [C08.460.261.671]; видеоторакоскопия [E04.928.907]; лапароскопия [E01.370.388.250.520]; дренирование плевральной полости [E04.210.300]; лучевая диагностика [E01.370.350.700.745]; хирургическое лечение [E04].

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 получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Владимирова Е.С., Ермолова И.В., Черноусов Ф.А., Котанджан В.Г., Николаева Е.Б., Попова И.Е., Алексеечкина О.А. Прямые закрытые повреждения диафрагмы: диагностика и лечение. Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье. 2025;15(3):80–88. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.3.CLIN.2>

DIRECT CLOSED DIAPHRAGM INJURIES: DIAGNOSIS AND TREATMENT

Elizaveta S. Vladimirova, Irina V. Ermolova, Fedor A. Chernousov, Vazgen G. Kotandzhan,
Elena B. Nikolaeva, Irina E. Popova, Ol'ga A. Alekseechkina

Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, 3, Bolshaya Sukharevskaya Square, Moscow, 129090, Russia

Abstract. Background. Diaphragmatic injuries caused by ribs or direct blunt diaphragmatic injuries at various periods after trauma are associated with the development of hemothorax, pneumothorax, and pulmonary contusion, which lead to secondary pulmonary complications. Issues of diagnosis and management of direct diaphragmatic injuries remain largely unresolved. Objective: to evaluate the capabilities of radiological diagnostic methods and determine treatment approaches for direct blunt diaphragmatic injuries. Object and methods. The study included 66 patients with combined and isolated chest trauma, rib fractures, and direct blunt diaphragmatic injuries requiring pleural drainage and other surgical treatment methods (video-assisted thoracoscopy, video laparoscopy, laparotomy, thoracotomy). Patient age ranged from 16 to 84 years, with 54 men and 12 women. The sample was formed over the period from January 1983 to December 2024 from patients treated at the N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine. Results. Diagnosing direct blunt diaphragmatic injuries using radiological diagnostic methods is quite challenging, as direct signs require proof of abdominal organ displacement through the diaphragmatic defect. Diagnostic difficulties of direct blunt diaphragmatic injuries are due to small penetrating diaphragmatic defects or absence of penetrating defects in incomplete injuries. The leading role in detecting direct blunt diaphragmatic injuries belongs to methods that allow visual assessment of diaphragmatic condition (video-assisted thoracoscopy, video laparoscopy, laparotomy, thoracotomy, autopsy). Conclusions. Extended use of video-assisted thoracoscopy in blunt chest trauma reveals direct blunt diaphragmatic injuries in early stages and allows avoidance of late complications.

Keywords: diaphragmatic injury / Diaphragm [A03.734.414]; blunt chest trauma / Thoracic Injuries [C26.858]; rib fractures [C26.404.180.746]; hemothorax [C08.460.261.437]; pneumothorax [C08.460.261.671]; video-assisted thoracoscopy / Thoracoscopy [E04.928.907]; laparoscopy [E01.370.388.250.520]; pleural drainage / Drainage [E04.210.300]; radiological diagnosis / Radiography, Thoracic [E01.370.350.700.745]; surgical treatment / General Surgery [E04].

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Vladimirova E.S., Ermolova I.V., Chernousov F.A., Kotandzhan V.G., Nikolaeva E.B., Popova I.E., Alekseechkina O.A. Direct closed diaphragm injuries: diagnosis and treatment. Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health. 2025;15(3):80–88. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.3.CLIN.2>



Введение

Повреждения диафрагмы ребром или прямые закрытые повреждения диафрагмы в разные сроки после травмы связаны с развитием гемоторакса, пневмогемоторакса, ушибом лёгкого, которые приводят к вторичным лёгочным осложнениям [1, 2]. Гемоторакс является одной из главных причин вторичного нарушения дыхания за счёт ограниченного движения грудной стенки, связанного с болью, и наблюдается в 7,4–40,8% случаев [3–9], а среди гериатрических травмированных пациентов – почти в 50% случаев [11–14].

Причиной гемоторакса может послужить травма грудной стенки с повреждением межрёберных сосудов в 90,4% случаев вследствие переломов рёбер, разрыва лёгкого – в 52,4% случаев и кровотечения из сосудов диафрагмы – в 3,6% [15–17]. Продолжающееся кровотечение в 10,6% случаев требует хирургического гемостаза [18].

В настоящее время лечение подобных повреждений проводится путём дренирования плевральной полости и, при необходимости, выполнения видеоторакоскопии (ВТС) [19–22]. Неполная эвакуация гемоторакса, раннее удаление дренажа и выписка пациентов, в ряде случаев, не позволяют избежать развития свернувшегося гемоторакса, эмпиемы плевры, пропущенного повреждения диафрагмы, пролабирования органов брюшной полости в плевральную через дефект диафрагмы [23–24]. Большое значение в диагностике прямых закрытых повреждений диафрагмы имеет инструментальная оценка состояния диафрагмы грудной клетки на основании данных ультразвукового исследования (УЗИ), компьютерной томографии (КТ) с учётом клинической картины для дальнейшего решения вопроса о тактике ведения пострадавших с закрытой травмой груди (дренирование плевральной полости, ВТС, торакотомия) [25–28]. Торакотомия показана при большом гемотораксе или продолжающемся кровотечении в плевральную полость. Экстренная лапаротомия выполняется пострадавшим с наличием гемоперитонеума [27–29].

Некоторые авторы предполагают, что смещение переломов рёбер имеет большее значение в прогнозировании развития осложнений, чем общее количество сломанных рёбер, хотя специфических исследований характеристики переломов рёбер для прогноза отсроченного гемоторакса у пациентов с травмой грудной клетки не проводилось [29].

Вопросы диагностики и тактики при прямых повреждениях диафрагмы во многом остаются нерешёнными.

Цель исследования: оценить возможности лучевых методов диагностики и определить методы лечения прямых закрытых повреждений диафрагмы.

Объект и методы

В исследование включены 66 пациентов с сочетанной и изолированной травмой груди, переломами рёбер и прямыми закрытыми повреждениями диафрагмы, потребовавшими дренирования плевральной полости и других хирургических методов лечения (видеоторакоскопии, видеолапароскопии (ВЛС), лапаротомии, торакотомии). Возраст пострадавших варьировал от 16 до 84 лет. Мужчин было 54, женщин – 12. Выборка была сформирована за период с января 1983 по декабрь 2024 гг. Все пациенты проходили лечение в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского.

Критерии включения:

- сочетанная закрытая травма груди с прямым закрытым повреждением диафрагмы;
- изолированная травма груди с прямым закрытым повреждением диафрагмы;
- перелом ≥ 3 ребер;
- возраст старше 16 лет;
- AIS_{thorax} > 2 на фоне сочетанных повреждений;
- ISS 4 балла и более у пациентов с сочетанной травмой.

Пострадавшие были разделены на две группы. Первую группу составили 30 человек (проходили лечение в период 1983–2009 гг.), поступившие в сроки от 25 минут до 11 дней с момента получения травмы. Из них с сочетанной травмой груди было 24 пациента (12 умерло), с изолированной – 6 (1 умер). Повреждения диафрагмы ребром справа были у 12 человек, слева – у 18.

Во вторую группу вошли 36 пострадавших (проходили лечение в период 2010–2024 гг.), поступивших в сроки от 1,5 часов до 5 месяцев после травмы, при этом сочетанная травма выявлена у 19 человек, изолированная – у 17. Повреждение диафрагмы справа отмечено у 17 пациентов, слева – у 19 пациентов. В обеих группах пострадавшим с сочетанной травмой (ISS 4–28), поступившим в первые часы в реанимационное отделение, выполняли условия «золотого часа». Пациентам с изолированной травмой груди использовали те же общепринятые методы обследования (рентген, УЗИ, КТ) в хирургическом отделении.

Изучены пол, возраст, механизм травмы, сроки от момента травмы до госпитализации, сочетанность повреждений, тяжесть состояния пострадавших и тяжесть травмы груди (AIS), величина гемоторакса (малый – меньше 500 мл, средний – 500–1000 мл, большой >1000 мл) характер повреждения рёбер.

Рентгенодиагностика включала обзорный и боковой снимки груди, рентгенографию рёбер.

Ультразвуковое исследование органов грудной клетки и брюшной полости проводили на ультразвуковых приборах среднего класса с конвексным 3,5 МГц и линейным 7,5 МГц датчиками. В положении

пациента лёжа на спине, на боку, сидя из субкостального, межрёберного и эпигастрального доступов изучали состояние плевральных полостей, брюшной полости и диафрагмы при разных положениях пострадавшего. Оценивали состояние паренхиматозных органов для выявления травматических повреждений.

Трудности проведения ультразвукового исследования особенно у реанимационных пациентов были обусловлены тяжестью состояния, наличием подкожной эмфиземы, окончатými переломами рёбер, изменением методики исследования (осмотр только в положении пациента лежа на спине, невозможность проведения УЗИ при задержке дыхания на вдохе и выдохе), ограничением времени для проведения осмотра в экстренной ситуации.

Прямыми признаками повреждения диафрагмы, как и при других лучевых методах исследования, считали визуализацию дефекта и выявление перемещения органов брюшной полости в плевральную, косвенными признаками – наличие свободной жидкости в плевральной полости и локальной жидкостной зоны в поддиафрагмальном пространстве.

КТ применяли как стандартный метод диагностики и контроля за динамикой процесса. Специальной подготовки для проведения экстренного исследования не требовалось. Все исследования проводили по стандартному протоколу. Для исключения повреждения магистральных сосудов, достоверной оценке состояния лёгочной ткани и внутриплеврального содержимого исследование дополняли внутривенным введением контрастного препарата.

Характер травмы грудной клетки, характеристики переломов рёбра (число, местоположение и смещение) были интегрированы с величиной гемоторакса.

Результаты

При анализе данных пострадавших (табл. 1) выявлено, что в обеих группах преобладали мужчины, причем мужчины второй группы были старше (средний возраст мужчин первой группы составлял 35,1 года, второй группы – 55,6 года). Женщины были старше в первой группе (средний возраст 68,5 года), чем во второй (средний возраст 66,25 года). По механизму травмы в первой группе преобладала автотравма – 12 (40%) случаев, во второй – падение с высоты роста – 14 (38,8%) случаев. У всех пациентов обеих групп выявлены переломы рёбер, причём с двух сторон – у 9 (30%) пациентов первой группы и у одного (2,7%) второй. Флотирующий перелом рёбер выявлен только у одного пациента второй группы. Гемоторакс выявлен у 38 пострадавших обеих групп, гемоперитонеум – у 18, пневмогемоторакс – у 4. В первой группе было 80% пациентов с сочетанной травмой и 20% с изолированной, а во второй – 52,8% и 47,2% соответственно. Пациенты первой и второй групп были несопоставимы по шкале тяжести повреждения (Injury Severity Score – ISS), т.к. в первой группе множественность и сочетанность повреждений были более тяжёлыми, что объясняет высокую общую летальность – 43,3% в первой группе по сравнению с 11,1% у пострадавших второй группы. Повреждение диафрагмы не было причиной смерти у пациентов обеих групп.

Таблица 1. Сведения о возрасте, механизме травмы, диагностике, объеме выполненных вмешательств у пострадавших с прямыми повреждениями диафрагмы

Table 1. Information on age, mechanism of injury, diagnostics, volume of interventions performed in victims with direct damage to the diaphragm

Параметр	Характеристика	Группа 1 n = 30 [13]	Группа 2 n = 36 [4]	Всего n = 66 [17]
Пол	М	28 [13]	27 [4]	55 [17]
	Ж	2 [0]	9 [0]	11 [0]
Летальность		43,3%	11,1%	16,6%
Возраст, лет	М	35,1 (16–66)	55,6 (35–84)	-
	Ж	68,5 (62–75)	66,25 (40–83)	-
Механизм травмы	Падение с высоты 3–5 этажа	4 [4]	-	-
	Падение с высоты роста	3 (10%) [0]	14 (38,8%) [0]	17 [0]
	Падение с лестницы	0	3 [0]	3 [0]
	Автотравма	12 (40%) [3]	6 (16,6%) [1]	18 [4]
	Сбит авто	4 [4]	3 [2]	7 [6]
	Сбит велосипедом	1 [0]	3 [0]	4 [0]
	Избит	2 [1]	2 [0]	4 [1]
	Поездная	1 [1]	1 [0]	2 [1]
Перелом ребер	Не известно	4 [0]	3 [0]	7 [0]
	1–5	6	14	20
	≥5	15	19	34
	≥10	0	2	2
Травма	сочетанная	ISS (4–28)		
		AIS (1–2)	24 (80%) [12]	19 (52,7%) [4]
	изолированная	AIS (1–2)	6 (20%) [1]	17 (47,3%) [0]

Параметр	Характеристика	Группа 1 n = 30 [13]	Группа 2 n = 36 [4]	Всего n = 66 [17]
Травма диафрагмы (повреждения)	Справа	12 [7]	17 [2]	29 [9]
	Слева	18 [6]	19 [2]	37 [8]
	Сквозные	26 [13]	28 [3]	54 [16]
	Несквозные	4 [0]	8 [1]	12 [1]
	Единичные	25 [10]	34 [3]	59 [13]
	Множественные	5 [3]	2 [1]	7 [4]
Оперативные вмешательства	Дренирование	20	26	46
	ВТС	3 [1]	9	12 [1]
	ВЛС	-	5	5
	Торакотомия	4 [1]	9	13 [1]
	Лапаротомия	12 [3]	4	16 [7]
	Торакотомия + Лапаротомия	2 [1]	2	4 [1]
	ВТС + ВЛС	-	1	1
	ВТС+торакотомия	-	4	4
	Не оперированны	9 [7]	2 [2]	11 [9]
Гемоторакс	≤ 500	5	5	10
	500-1000	5	2	7
	≥ 1000	6	15	21
Гемоперитонеум	≤ 500	4	4	8
	≥ 1000	5	5	10
Диагностика	Лучевые методы	3 (опер. 1)	3 (опер. 3)	6 (9,9%) (опер. 4)
	ВТС	3	14	17 (25,7%)
	ВЛС	-	5	5 (7,5%)
	Открытая операция	17	12	29 (43,9%)
	Аутопсия	7	2	9 (13,6%)

Примечание: в квадратных скобках указано количество летальных исходов.

Диагностировать прямые закрытые повреждения диафрагмы у пациентов с сочетанной и изолированной травмой груди при использовании лучевых методов диагностики достаточно сложно, т.к. прямыми признаками является доказательство перемещения органов брюшной полости через дефект диафрагмы. Трудности диагностики прямых закрытых повреждений диафрагмы обусловлены небольшим сквозным дефектом диафрагмы или отсутствием сквозного дефекта при неполных повреждениях.

Рентгенологический метод позволил диагностировать травму диафрагмы ребром только у одного пациента при наличии дислокации толстой кишки в плевральную полость и заподозрить её поврежде-

ние ещё у трёх пациентов. Метод УЗИ лишь у 1 пострадавшего обнаружил дефект диафрагмы ребром без дислокации органов брюшной полости в плевральную, и в одном случае подтвердил дислокацию толстой кишки в плевральную полость. Использование КТ в ранние сроки у двух пострадавших позволило заподозрить травму диафрагмы (рис. 1, а) и у одного подтвердить дислокацию толстой кишки в плевральную полость (рис. 1, б), а в поздние сроки у 4-х пациентов выявило дислокацию сальника в плевральную полость (рис. 2). МРТ также в поздние сроки в одном случае выявило травму диафрагмы (рис. 3).

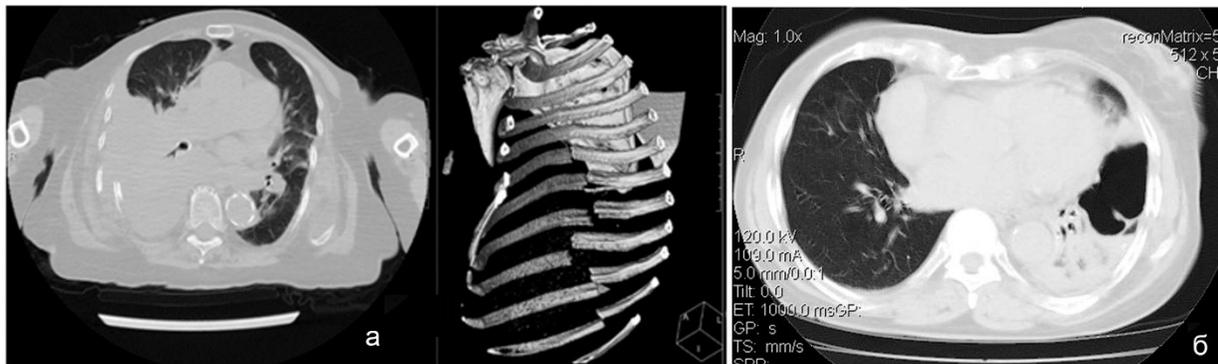


Рисунок 1. а - МСКТ груди в ранние сроки: аксиальной плоскости и 3D реконструкция. Массивный гемоторакс справа. Переломы рёбер справа. Подозрение травму диафрагмы ребром; **б** - СКТ груди в ранние сроки: аксиальная проекция. В левой плевральной полости определяется часть толстой кишки

Figure 1. a - early breast MSCT: axial plane and 3D reconstruction. Massive hemothorax on the right. Fractures of the ribs on the right. Suspected injury to the diaphragm by an edge; **б** - Chest CT scan in the early stages: axial projection. A part of the large intestine is located in the left pleural cavity

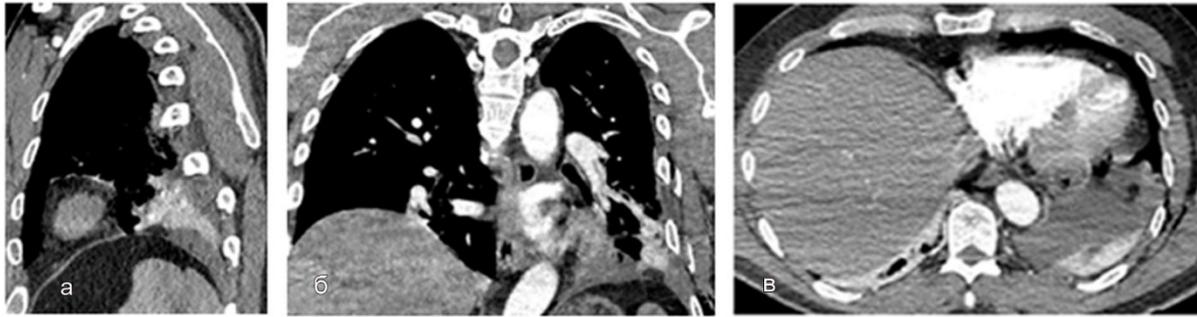


Рисунок 2. МСКТ груди в сагиттальной (а), во фронтальной плоскости (б) плоскости. Дефект левой половины диафрагмы, переломы рёбер слева. В аксиальной (в) плоскости небольшое включение абдоминального жира трудно визуализировать на фоне свернувшегося гемоторакса

Figure 2. Breast MSCT in the sagittal (a) and frontal (б) planes. Defect of the left half of the diaphragm, fractures of the ribs on the left. In the axial (в) plane, a small inclusion of abdominal fat is difficult to visualize against the background of a clotted hemothorax.



Рисунок 3. МРТ в поздние сроки после травмы. Повреждение диафрагмы ребром, пролабирование жировой ткани в плевральную полость

Figure 3. MRI in the late stages after injury. Injury to the diaphragm by an edge, prolapse of adipose tissue into the pleural cavity

Таким образом, лучевые методы диагностики позволили диагностировать повреждение диафрагмы ребром при дислокации органов у 6 пострадавших из 66, что составило 9,09%.

Ведущая роль в выявлении прямых закрытых повреждений диафрагмы принадлежит методам, позволяющим визуально оценить состояние диафрагмы (ВТС, ВЛС, лапаротомия, торакотомия, аутопсия).

В первой группе из 30 пострадавших оперированы 21 (70%), погибли без операции - 7 (23,3%): 4 из них на фоне проводимых реанимационных мероприятий от шока и кровопотери при травмах, несовместимых с жизнью, в сроки до 1,5 часов с момента поступления и 3 в сроки от 3 до 17 дней с тяжёлой сочетанной травмой от поздних осложнений.

Дренажирование плевральной полости на первом этапе оказания помощи было выполнено 20 (66,6%) пострадавшим первой группы. Показанием к экстренной операции у этих пациентов было кровотечение в брюшную полость (11 случаев) и в плевральную полость (5 случаев). Ещё у двух пострадав-

ших было отмечено кровотечение в обе полости. По поводу свернувшегося гемоторакса оперированы двое пациентов и одна пациентка по поводу установленного диагноза повреждения диафрагмы. Доступ определялся локализацией источника кровотечения. Лапаротомия выполнена 12 пациентам. Причиной гемоперитонеума явилась травма паренхиматозных органов у 14 пострадавших (печень - 6, селезенка - 8), у 5 - повреждение сосудов брыжейки толстой кишки. Источником кровотечения в плевральную полость были: межреберная артерия - 2 случая, диафрагмальная вена - 1 случай, в одном наблюдении выявлено кровотечение из диафрагмы в области дефекта. Всего пациентам первой группы выполнено 12 лапаротомий, 4 торакотомии, ещё двум пациентам была выполнена лапаротомия и торакотомия. Видеоторакоскопия выполнена трём пациентам (в одном случае с конверсией в торакотомию). Сквозные дефекты диафрагмы по величине соответствовали диаметру перфорировавшего её ребра и располагались в области скатов диафрагмы. Ушивание дефекта диафрагмы производилось отдельными лавсановыми швами или ручным эндоскопическим швом нитью Dexon 2/0 с завязыванием экстракорпоральных узлов. Послеоперационные осложнения и летальность не были связаны с травмой диафрагмы. Послеоперационная летальность в первой группе пострадавших составила 28,5%.

Во второй группе из 36 (4) пострадавших оперированы 34 (2) - 94,4%, два (5,6%) пациента погибли без операции: один из них с тяжелой травмой от шока и кровопотери в ранние сроки, другой - в поздние сроки на фоне инфицированного гемоторакса, эмпиемы плевры и перитонита вследствие недиагностированного дефекта диафрагмы.

У пострадавших второй группы с сочетанной травмой показанием к экстренной операции, как и в первой группе, послужили гемоперитонеум (4 случая) и большой гемоторакс (6 случаев). Из 36 пострадавших при поступлении выполнено дрениро-

вание плевральной полости у 26 (72,2%) по поводу выявленного гемогидроторакса или пневмогемоторакса. Для дренирования использовали дренажи $F \leq 20$. После дренирования плевральной полости и эвакуации содержимого полностью оценить диафрагму при контрольном КТ не представлялось возможным из-за сохранившегося содержимого в плевральной полости с признаками остаточных очаговых скоплений в виде свернувшегося гемоторакса у четырёх пострадавших, множественных осумкованных скоплений - у троих. Продолжающееся неинтенсивное поступление крови по дренажу из плевральной полости отмечено у трёх пациентов. Среднее время нахождения дренажной трубки в плевральной полости было 3–7 суток, как и у пациентов первой группы.

ВТС выполнена 14 пострадавшим второй группы (рис. 4, а, б), из них с конверсией в торакотомию у четырёх пациентов: у трёх - из-за продолжающегося кровотечения в плевральную полость, у одного - из-за невозможности ушить дефект диафрагмы. Ещё одному пострадавшему с сочетанной травмой произведена ВТС и ВЛС. Торакотомия выполнена девяти пациентам с большим гемотораксом. Основным источником кровотечения в плевральную полость

явились межрёберные сосуды; только у двух пострадавших отмечено кровотечение из дефекта диафрагмы. ВЛС выполнена пяти пациентам, трём - лапаротомия по поводу травмы паренхиматозных органов. Лапаротомия и торакотомия выполнена двум пострадавшим с сочетанной травмой. У одного причиной массивного гемоперитонеума было повреждение селезёнки на фоне тяжёлой травмы груди с переломами рёбер, повреждением лёгкого и диафрагмы. У другого пациента причиной гемоперитонеума была травма печени, забрюшинная гематома вследствие переломов костей таза, а причиной гемоторакса - диафрагмальная вена.

Резекцию острых отломков рёбер, выступающих в плевральную полость, выполняли как при ВТС (рис. 4, в, г), так и при торакотомии, в трёх случаях дополнительно выполнена стабилизация рёбер пластиной. Стабилизация рёбер за счёт прошивания мышечного массива выполнена 10 пострадавшим.

Ушивание дефекта диафрагмы проводилось стандартно.

В ранние сроки после операции умерли двое пострадавших. Таким образом, послеоперационная летальность во второй группе составила 5,9%.

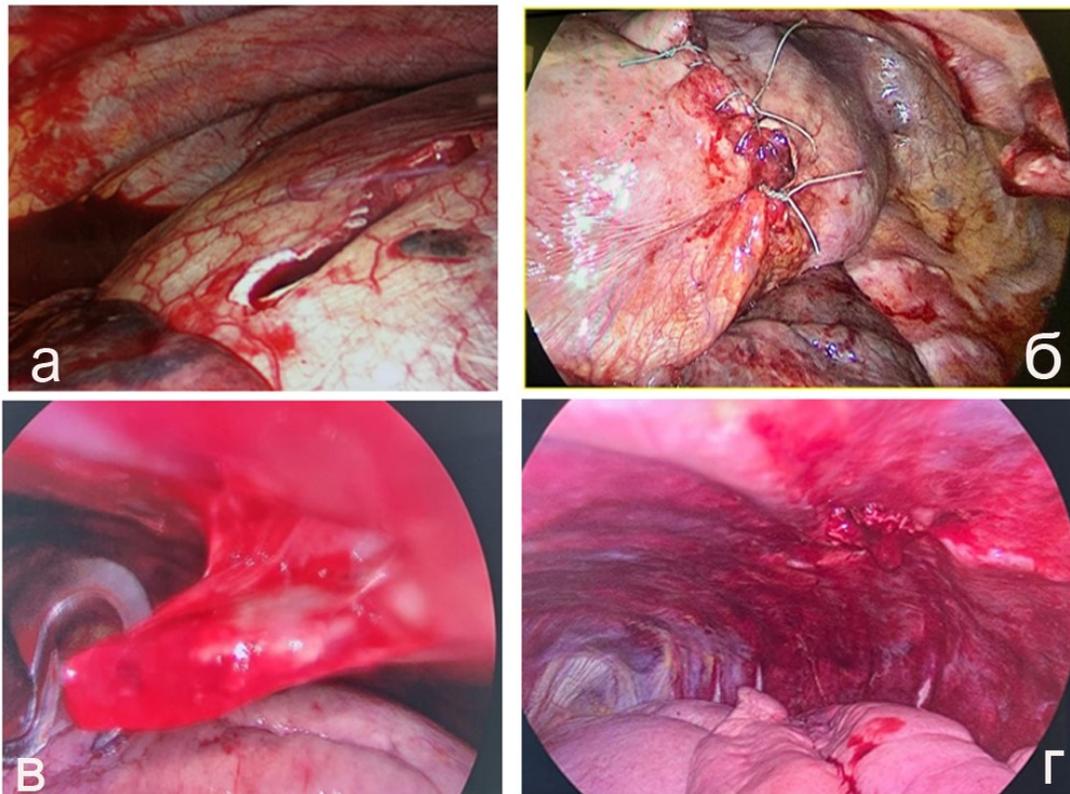


Рисунок 4. ВТС: а - прямое повреждение диафрагмы; б - состояние после ушивания дефекта диафрагмы; в - пролабирование ребра в плевральную полость; г - грудная стенка после резекции ребра
Figure 4. VTS: Military-technical cooperation. а - direct damage to the diaphragm; б - condition after suturing of the diaphragm defect; в - rib prolapse into the pleural cavity; г - chest wall after rib resection

Обсуждение

Механизм прямых повреждений диафрагмы обусловлен передне-задним сжатием средних рёбер (4–9) грудной клетки с наклоном их, что вызывает переломы средней части диафиза, увеличивая потенциал для внутригрудной травмы.

Согласно проведённому нами анализу, у пострадавших с тяжёлой сочетанной травмой этому виду повреждений подвержен более молодой контингент (40%), незначительная травма (падение с высоты роста) преобладала у лиц пожилого возраста (38,8%).

В литературе этот вид травмы представлен единичными наблюдениями [29]. Известно, что оценить тяжесть травмы каркаса грудной клетки, величину гемоторакса и определить тактику ведения позволяют только объективные методы исследования: рентген, УЗИ, КТ. Выявить прямую травму диафрагмы возможно только при дислокации органов [19, 21, 22].

При ретроспективной оценке КТ грудной клетки нами отмечено, что точная диагностика повреждений диафрагмы зависит от тщательного осмотра её куполов, использования многоплоскостных реформаций, позволяющих визуализировать дефект диа-

фрагмы, определить его точную локализацию и полную информацию о дислокации органов.

На основании проведённого анализа подтверждено, что ведущая роль в выявлении прямых закрытых повреждений диафрагмы принадлежит методам, позволяющим визуально оценить её состояние.

Выводы

Лучевые методы диагностики позволяют выявить повреждения диафрагмы ребром в ранние сроки лишь в единичных случаях из-за малого размера дефекта или его отсутствия при неполных разрывах; в поздние сроки методы КТ и МРТ выявляют повреждение диафрагмы только при наличии дислокации органов в плевральную полость.

Методы визуальной оценки состояния диафрагмы (ВТС, ВЛС, лапаротомия, торакотомия, аутопсия) дают возможность определить повреждения диафрагмы ребром в 90,9% случаев.

Расширенное использование ВТС при закрытой травме груди выявляет прямые закрытые повреждения диафрагмы в ранние сроки и позволяет избежать поздних осложнений.

Литература [References]

- Петровский Б.В., Каншин Н.Н., Николаев Н.О. Хирургия диафрагмы. Москва: Медицина; 1966. Petrovskiy B.V., Kanchin N.N., Nikolaev N.O. *Khirurgiya diafragmy*. Moskva: Meditsina; 1966. (In Russ.).
- Battle CE, Hutchings H, Evans PA. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: a systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2012;43(1):8-17. PMID: 21256488 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.01.004>
- Misthos P, Kakaris S, Sepsas E, Athanassiadi K, Skottis I. A prospective analysis of occult pneumothorax, delayed pneumothorax and delayed hemothorax after minor blunt thoracic trauma. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2004;25(5):859-864. PMID: 15082295 <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2004.01.044>
- Plourde M, Emond M, Lavoie A, Guimont C, Le Sage N, Chauny J-M, et al. Cohort study on the prevalence and risk factors for delayed pulmonary complications in adults following minor blunt thoracic trauma. *CJEM*. 2014;16 (2):136-143. PMID: 24626118 <https://doi.org/10.2310/8000.2013.131043>
- Émond M, Sirois MJ, Guimont C, Chauny JM, Daoust R, Bergeron É, et al. Functional impact of a minor thoracic injury: an investigation of age, delayed hemothorax, and rib fracture effects. *Ann Surg*. 2015;262(6):1115-1122. PMID: 25243544 <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000952>
- Mangram AJ, Zhou N, Sohn J, Moeser P, Sucher JF, Hollingworth A, et al. Pleural effusion following rib fractures in the elderly: are we being aggressive enough? *J Gerontol Geriatr Res*. 2016;5(5):1000341. <https://doi.org/10.4172/2167-7182.1000341>
- Bouzat P, Raux M, David JS, Tazarourte K, Galinski M, Desmettre T, et al. Chest trauma: First 48 h management. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017;36(2):135-145. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2017.01.003>
- Prakash PS, Moore SA, Rezende-Neto JB, Trpcic S, Dunn JA, Smoot B, et al. Predictors of retained hemothorax in trauma: Results of an Eastern Association for the Surgery of Trauma multi-institutional trial. *J Trauma Acute Care Surg*. 2020;89(4):679-685. PMID: 32649619 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002881>
- Zeiler J, Idell S, Norwood S, Cook A. Hemothorax: A Review of the Literature. *Clin Pulm Med*. 2020;27(1):1-12. PMID: 33437141 <https://doi.org/10.1097/CPM.0000000000000343>
- Корымасов Е.А., Беньян А.С. Оптимизация показаний к торакокопии при травме грудной клетки. Наука и инновации в медицине. 2017;1(5):65-72. Korymasov E.A., Benyan A. Optimization of indications for thoracoscopy in chest trauma. *Science and Innovations in Medicine*. 2017;1(5):65-72. (In Russ.). <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2017-0-1-65-72>
- Grossman MD, Miller D, Scaff DW, Arcona S. When is an elder old? Effect of preexisting conditions on mortality in geriatric trauma. *J Trauma*. 2002;52(2):242-246. PMID: 11834982 <https://doi.org/10.1097/00005373-200202000-00007>
- Bonne S, Schuerer DJ. Trauma in the older adult: epidemiology and evolving geriatric trauma principles. *Clin Geriatr Med*. 2013;29(1):137-150. PMID: 23177604 <https://doi.org/10.1016/j.cger.2012.10.008>
- Wilson MS, Konda SR, Seymour RB, Karunakar MA; Carolinas Trauma Network Research Group. Early Predictors of Mortality in Geriatric Patients With Trauma. *J Orthop Trauma*. 2016;30(9):e299-304. PMID: 27124822 <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000615>
- Joseph B, Pandit V, Zangbar B, Kulvatunyou N, Hashmi A, Green DJ, et al. Superiority of frailty over age in predicting outcomes among geriatric trauma patients: a prospective analysis. *JAMA Surg*. 2014;149(8):766-772. PMID: 24920308 <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2014.296>
- Плаксин С.А., Пономарев Д.Н., Соцков А.Ю. Хирургическая тактика при гемотораксе вследствие закрытой травмы груди. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2023;182(3):40-46. Plaksin S.A., Ponomarev D.N., Sozkov A.J. Surgical management of hemothorax due to blunt chest trauma. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2023;182(3):40-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2023-182-3-40-46>

- 16 Плаксин С.А. Диагностика и лечение гемоторакса при закрытой травме груди (обзор литературы). *Новости хирургии*. 2023;31(2):157-164. Plaksin S.A. Diagnosis and Treatment of Hemothorax in Blunt Chest Trauma. A Review of the Literature. *Novosti Khirurgii*. 2023;31(2):157-164. <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2023.2.157>
- 17 Chang SW, Ryu KM, Ryu JW. Delayed massive hemothorax requiring surgery after blunt thoracic trauma over a 5-year period: complicating rib fracture with sharp edge associated with diaphragm injury. *Clin Exp Emerg Med*. 2018;5(1):60-65. PMID: 29618191 <https://doi.org/10.15441/ceem.16.190>
- 18 Gilbert RW, Fontebasso AM, Park L, Tran A, Lampron J. The management of occult hemothorax in adults with thoracic trauma: A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg*. 2020;89(6):1225-1232. PMID: 32925577 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002936>
- 19 Savage SA, Cibulas GA, Ward TA, Davis CA, Croce MA, Zarzaur BL. Suction evacuation of hemothorax: a prospective study. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;81(1):58-62. PMID: 27120322 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001099>
- 20 Ramanathan R, Wolfe LG, Duane TM. Initial suction evacuation of traumatic hemothoraces: a novel approach to decreasing chest tube duration and complications. *Am Surg*. 2012;78(8):883-887. PMID: 22856496
- 21 Kugler NW, Carver TW, Milia D, Paul JS. Thoracic irrigation prevents retained hemothorax: a prospective propensity scored analysis. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017;83(6):1136-1141. PMID: 28930941 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001700>
- 22 Mergo PJ, Helmberger T, Didovic J, Cernigliaro J, Ros PR, Staab EV. New formula for quantification of pleural effusions from computed tomography. *J Thorac Imaging*. 1999;14(2):122-125. PMID: 10210486 <https://doi.org/10.1097/00005382-199904000-00011>
- 23 Gonzalez G, Robert Ch, Petit L, Biais M, Cedric Carrie C. May the initial CT scan predict the occurrence of delayed hemothorax in blunt chest trauma patients? *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2021;47(1):71-78. PMID: 32435842 <https://doi.org/10.1007/s00068-020-01391-4>
- 24 Malekpour M, Widom K, Dove J, Blansfield J, Shabahang M, Torres D, et al. Management of computed tomography scan detected hemothorax in blunt chest trauma: What computed tomography scan measurements say? *World J Radiol*. 2018;10(12):184-189. PMID: 30631406 <https://doi.org/10.4329/wjr.v10.i12.184>
- 25 Wurmb TE, Quaisser C, Balling H, Kredel M, Muellenbach R, Kenn W, et al. Whole-body multislice computed tomography (MSCT) improves trauma care in patients requiring surgery after multiple trauma. *Emerg Med J*. 2011;28(4):300-304. PMID: 20659885 <https://doi.org/10.1136/emj.2009.082164>
- 26 Palm HG, Kulla M, Wettberg M, Lefering R, Friemert B, Lang P, et al. Changes in trauma management following the implementation of the whole-body computed tomography: a retrospective multi-centre study based on the trauma registry of the German Trauma Society (Trauma Register DGU®). *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018;44(5):759-766. PMID: 29101416 <https://doi.org/10.1007/s00068-017-0870-y>
- 27 Lee KL, Graham CA, Lam JMY, Yeung JHH, Ahuja AT, Rainer TH. Impact on trauma patient management of installing a computed tomography scanner in the emergency department. *Injury*. 2009;40(8):873-875. PMID: 19394016 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2008.12.001>
- 28 Hilaire de Malleray, Lisa Hackenberg, Michael Cardinale, Erwin Kollig, Robert Schwab, Julien Bordes, Dan Bieler. EuroTrauma, delays in access to bleeding control. A comparison between a conventional and a hybrid trauma center, both European military trauma centers. *Europ J of Trauma and Emerg Surgery*. 2024;50:1399-1406. <https://doi.org/10.1007/s00068-024-02455-5>
- 29 Chien C-Y, Chen Y-H, Han S-T, Blaney GN, Huang T-S, Chen K-F. The number of displaced rib fractures is more predictive for complications in chest trauma patients. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2017;25(1):19. PMID: 28241883 <https://doi.org/10.1186/s13049-017-0368-y>

Авторская справка

Владими́рова Елизавета Семеновна

Д-р мед. наук, научный консультант отделения неотложной хирургии, эндоскопии и интенсивной терапии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского.

ORCID 0000-0002-7088-8645; VladimirovaES@sklif.mos.ru

Вклад автора: разработка концепции и дизайна, анализ и интерпретация данных; обоснование рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Ермолова Ирина Владимировна

Канд. мед. наук, старший преподаватель учебного центра, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского.

ORCID 0000-0003-1423-5946; ErmolovaIV@sklif.mos.ru

Вклад автора: разработка концепции и дизайна, анализ и интерпретация данных; обоснование рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Черноу́сов Федор Александрович

Д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения неотложной хирургии, эндоскопии и интенсивной терапии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского.

ORCID 0000-0002-1159-5367; ChernousovFA@sklif.mos.ru

Вклад автора: обоснование рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Котанджян Вазген Гагикович

Заведующий отделением торакальной хирургии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского.

ORCID 0000-0001-7838-4890; KotanjnVG@sklif.mos.ru

Вклад автора: проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Author's reference

Elizaveta S. Vladimirova

Dr. Sci. (Med.), Scientific consultant of the Department of Emergency Surgery, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine.

ORCID 0000-0002-7088-8645; VladimirovaES@sklif.mos.ru

Author's contribution: concept and design development, data analysis and interpretation; justification of the manuscript, verification of critical intellectual content, final approval for publication of the manuscript.

Irina V. Ermolova

Cand. Sci. (Med.), Senior Lecturer of The Learning Center, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine.

ORCID 0000-0003-1423-5946; ErmolovaIV@sklif.mos.ru

Author's contribution: concept and design development, data analysis and interpretation; justification of the manuscript, verification of critical intellectual content, final approval for publication of the manuscript.

Fedor A. Chernousov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Senior Researcher at the Department of Emergency Surgery, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine.

ORCID 0000-0002-1159-5367; ChernousovFA@sklif.mos.ru

Author's contribution: justification of the manuscript, verification of critical intellectual content, final approval for publication of the manuscript.

Vazgen G. Kotandzhyan

Head, Thoracic Surgery Department, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine.

ORCID 0000-0001-7838-4890; KotanjnVG@sklif.mos.ru

Author's contribution: verification of critical intellectual content, final approval for publication of the manuscript

Николаева Елена Борисовна

Канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения неотложной хирургии, эндоскопии и интенсивной терапии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. ORCID 0000-0001-6681-0653; NikolaevaEB@sklif.mos.ru

Вклад автора: анализ и интерпретация данных, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Попова Ирина Евгеньевна

Канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. ORCID 0000-0002-5798-1407; PopovalE@sklif.mos.ru

Вклад автора: анализ и интерпретация данных; обоснование рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Алексеичкина Ольга Анатольевна

Канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. ORCID 0000-0002-1265-8032; AlekseechkinaOA@sklif.mos.ru

Вклад автора: анализ и интерпретация данных, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Elena B. Nikolaeva

Cand. Sci. (Med.), Senior Research Officer of Emergency Surgery Department, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine. ORCID 0000-0001-6681-0653; NikilaevaEB@sklif.mos.ru

Author's contribution: analysis and interpretation of data, final approval for publication of the manuscript.

Irina E. Popova

Cand. Sci. (Med.), Senior Research at the Department of Radiation Diagnostics, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine ORCID 0000-0002-5798-1407; PopovalE@sklif.mos.ru

Author's contribution: data analysis and interpretation; justification of the manuscript, verification of critical intellectual content, final approval for publication of the manuscript.

Ol'ga A. Alekseechkina

Cand. Sci. (Med.), Senior Research at the Department of Radiation Diagnostics, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine ORCID 0000-0002-1265-8032; AlekseechkinaOA@sklif.mos.ru

Author's contribution: data analysis and interpretation; final approval for publication of the manuscript.