



О.С. Шевченко¹, В.В. Макаров¹, Р.С. Шевченко¹, Л.Д. Тодоріко²,
В.І. Петренко³, К.М. Смоляник¹, О.О. Погорєлова¹

¹ Харківський національний медичний університет

² Буковинський державний медичний університет, Чернівці

³ Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ

Проникні торакальні травми, пов'язані з бойовими діями (огляд літератури)

Мета роботи — вивчити механізми та візуалізаційні вияви проникних торакальних травм унаслідок бойових дій.

Матеріали та методи. Проведено пошук джерел літератури за критерієм «Thoracic penetrating combat trauma». Відібрано 32 літературних джерела. Описаний у літературі клінічний досвід проілюстровано клінічними випадками пацієнтів, які перебували на лікуванні у медичних закладах м. Харкова у 2022 р. з приводу проникних торакальних травм унаслідок бойових дій.

Результати та обговорення. У постраждалих, які отримали поранення грудної клітки, найчастіше діагностували політравму, ускладнену кількома механізмами ушкодження, пов'язаними з проникним, тупим і вибуховим пораненням. Пневмоторакс та забій легень були найпоширенішими травмами грудної клітки. Ушкодження грудної клітки, зокрема судин грудної клітки, та розриви легень були пов'язані з найвищими показниками смертності, тоді як забої легень, пневмоторакс і травми грудної стінки — з відносно нижчою смертністю. Рентгенографія органів грудної клітки є методом першої лінії візуалізації під час початкової оцінки торакальної травми в разі політравми, коли кілька смертельних ушкоджень можна швидко діагностувати для швидкого сортування та включення травми до первинного обстеження. Напружений пневмоторакс, великий гемоторакс, роздроблення грудної клітки і деякі інші ураження можна швидко діагностувати за допомогою портативної рентгенографії грудної клітки. Важливим компонентом комплексної оцінки травми є комп'ютерна томографія грудної клітки, яка дає змогу діагностувати загрози для життя травми у гемодинамічно стабільних пацієнтів, у яких є підозра на множинні травми, не ідентифіковані на рентгенограмі. Комп'ютерна томографія грудної клітки дає змогу виявити на 20 % більше патологій порівняно з рентгенографією.

Висновки. Пов'язана з бойовими діями торакальна травма значно впливає на показники смертності поранених під час військових дій. Чіткий малюнок ушкодження і атипові візуалізаційні вияви торакальної травми важливо розпізнати на ранній стадії через загрозу для життя цієї категорії пацієнтів та вплив точного діагнозу на клінічне лікування. Рентгенографія грудної клітки залишається основним діагностичним засобом. Однак у сучасних та добре обладнаних установах комп'ютерна томографія органів грудної клітки, відеоасистована торакоскопія і ультразвукове сканування черевної та грудної порожнини відіграють важливу роль у діагностиці торакальної травми. Швидка та якісна діагностика і лікування можливі лише при співпраці хірургів та радіологів.

Ключові слова

Торакальна травма, проникні поранення, травма, пов'язана з бойовими діями.

Війна історично сприяла прогресу в діагностиці та лікуванні травматичних ушкоджень грудної клітки. Торакальні травми можуть становити загрозу життю, але при добре опрацьова-

ному системному підході та швидкому прийнятті рішень можна знизити рівень смертності. Ознайомлення з досвідом ведення торакальних травм для медичних парацівників цивільного

сектору має важливе значення для вдосконалення алгоритму надання медичної допомоги за різних варіантів травм грудної клітки [3].

Як показав аналіз доступних джерел літератури і власний досвід, смертність від бойових поранень грудної клітки залишається високою: 80 % смертей, яким можна було запобігти, пов'язані з неможливістю зупинити кровотечу натисканням на судини черевної та грудної порожнини [27]. Розрахунок відношення шансів (ВШ) летальних наслідків виявив, що найвищий шанс смертності (ВШ = 3,4) спостерігається при торакальних травмах з ушкодженням судин, ВШ = 1,9 – при травмі грудної клітки, ВШ = 1,0 – при ушкодженні солідних органів, ВШ = 0,8 – при травмі таза [22].

Поточні бойові дії пов'язані з використанням удосконаленого озброєння та зразків, унікальних для умов воєнного часу [27]. Військові снаряди за своєю природою мають вищу швидкість, що призводить до значніших ушкоджень із більшою площею пошкодження тканин порівняно з низькошвидкісними снарядами та травмами, отриманими у мирний час. Вибухові травми спричинені переважно реактивними гранатометами або наземними мінами, але в деяких літературних джерелах згадано таку причину травм, як використання саморобних вибухових пристроїв [29].

Вибухова травма спричинена кількома механізмами, які виникають одночасно, що призводить до політравми [18]. До цих супутніх механізмів належать проникне поранення осколками, тупе та/або термічне поранення внаслідок близькості до центру радіуса вибуху тощо.

Слід ураховувати, що в одного пацієнта можуть бути численні щелепно-лицеві та шийні травми, окрім великої торакальної травми [22]. З огляду на серйозні наслідки цих травм і збільшення частоти використання вибухових речовин за межами типової бойової арени цивільні травматологічні центри та хірурги-травматологи мають бути готові до швидкої оцінки і лікування потенційних жертв вибухової травми [19].

Як свідчить практичний досвід, широке впровадження захисних бронезилетів, а також використання транспортних засобів, захищених від дії вибухів, мають важливе значення. Такий підхід із застосуванням різних засобів захисту дав змогу зменшити частоту травм грудної клітки більше ніж на 50 %, водночас різко зменшилася тяжкість такого виду травм [22].

За даним опрацьованих нами джерел літератури, у період з 2003 до 2011 р. проникне поранення було найпоширенішим механізмом торакальної травми (67,2 %) порівняно з тупою травмою (31,9 %) [12]. Частота проникних травм

від осколків при застосуванні саморобних вибухових пристроїв становила 61,9–77,7 %, від гранат – 9,5 %, від вогнепальних поранень – 9,0–19,4 % [10].

Мета роботи – вивчити механізми та візуалізаційні вияви проникних торакальних травм унаслідок бойових дій.

Матеріали та методи

Проведено пошук джерел літератури за критерієм «Thoracic penetrating combat trauma». Відібрано 32 літературних джерела. Описаний у літературі клінічний досвід проілюстровано клінічними випадками пацієнтів, які перебували на лікуванні у медичних закладах м. Харкова у 2022 р. з приводу проникних торакальних травм унаслідок бойових дій.

Результати та обговорення

Накопичений клінічний досвід засвідчує, що проникні поранення грудної стінки можна розподілити на три групи:

- «сліпі» травми без вихідної рани;
- проривні рани із вхідною і вихідною ранною;
- поранення, за яких снаряд пройшов крізь всю внутрішньогрудну ділянку і зупинився біля шкіри або в екстраторакальних м'яких тканинах.

У постраждалих, які отримали поранення грудної клітки, найчастіше діагностували політравму, ускладнену кількома механізмами ушкодження, пов'язаними з проникним, тупим і вибуховим пораненням [10].

Пневмоторакс і забій легень були найпоширенішими травмами грудної клітки. Ушкодження грудної клітки, зокрема судин грудної клітки, та розриви легень були пов'язані з найвищими показниками смертності, тоді як забій легень, пневмоторакс і травми грудної стінки – з відносно нижчою смертністю [12].

Є дані про загальну смертність пацієнтів зі специфічними бойовими ізольованими пораненнями грудної клітки – 9 %, тоді як при пораненнях черевної порожнини та кінцівок вона становила 17 та 10 % відповідно [10]. Фрагменти, що потрапляють у відкриті ділянки, такі як пахвова западина та вхідний отвір грудної клітки, можуть спричинити пошкодження судин і серця, емболізацію осколками, пневмоторакс, гемоторакс, пневмомедіастіум, бронхоплевральну фістулу (рис. 1), забій, пневматоцеле та інші ураження [8].

Рентгенографія органів грудної клітки є методом першої лінії візуалізації під час початкової оцінки торакальної травми в бойових і небойових ситуаціях. Це дослідження є особливо корисним та важливим у разі політравми, коли кілька одночасних смертельних ушкоджень можна швидко

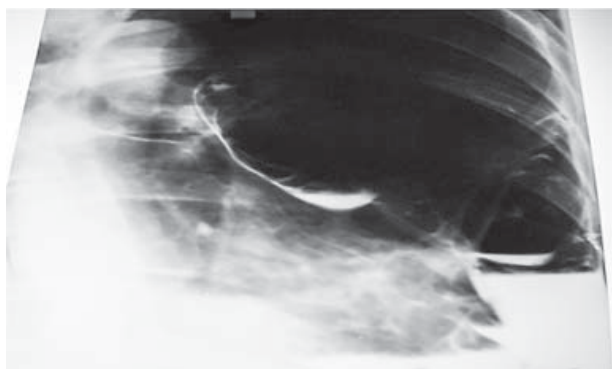


Рис. 1. Бронхо-плевральна фістула — закидання контрастної речовини в лівий головний бронх

діагностувати для сортування та включення травми до первинного обстеження [8].

Напружений пневмоторакс, великий гемоторакс, роздроблення грудної клітки та деякі інші ураження можна швидко діагностувати за допомогою портативної рентгенографії грудної клітки [4]. При рентгенографії грудної клітки травмований пацієнт зазвичай лежить на спині. Це важливо, оскільки нетипове розташування пацієнта може призвести до незвичних виявів захворювання. До прикладу, пневмоторакс і гемоторакс часто локалізуються в передній та задній плевральних щілинах відповідно, тоді як у напіввертикальному або вертикальному положенні — в апікальній і діафрагмальній плевральній щілині.

Рентгенографія грудної клітки також важлива для швидкої ідентифікації та визначення локалізації рентгеноконтрастних фрагментів і боеприпасів, що не розірвалися, у разі проникного або вибухового поранення. Не всі наявні фрагменти можуть бути рентгеноконтрастними (рис. 2).

Комп'ютерна томографія (КТ) грудної клітки є важливим компонентом оцінки травми [8]. Вона дає змогу діагностувати загрозові для життя травми у гемодинамічно стабільних пацієнтів,

у яких є підозра на множинні травми, не ідентифіковані на рентгенограмі. Комп'ютерна томографія грудної клітки дає змогу виявити на 20 % більше патологій порівняно з рентгенографією [7]. Наприклад, за даними КТ приховану травму грудної клітки внаслідок удару тупим предметом було діагностовано у 71 % пацієнтів, які мали нормальну рентгенограму грудної клітки. Із цих пацієнтів 37,5 % потребували невідкладних втручань [13]. Комп'ютерна томографія краще ідентифікує забої легень, пневмоторакс, переломи ребер і пошкодження великих судин, що, за літератури, сприяло збільшенню частоти їхньої діагностики на 38–81 % [23]. Це надзвичайно чутливий метод діагностики щодо наявності повітря. У разі використання як перший метод візуалізації, КТ виявляє аномалії у 58 % пацієнтів, зокрема забій легень у 30,5 % випадків і пневмомедіастинум — у 16 % [17] (рис. 3).

При проникній травмі вхідні та вихідні рани можна позначити рентгеноконтрастними маркерами. Їх важливо ідентифікувати, оскільки вони можуть дати уявлення про відносну траєкторію снаряда [6]. Наявність крововиливу, повітря, кісток і металевих уламків також надасть підказки щодо слідів ран [30]. Ідентифікація вхідних та вихідних ран може бути корисною, якщо лише один передбачуваний снаряд проник у грудну клітку. При пораненні високошвидкісною вогнепальною зброєю або за наявності численних проникних поранень шляхи формування рани можуть бути дуже складними для інтерпретації [6].

Таким чином, КТ грудної клітки є стандартом діагностики пацієнтів з політравмою [5].

Проникна травма грудей. Схема ушкоджень, спричинених осколками та балістичними елементами, які потрапляють у грудну клітку, залежить насамперед від кількості енергії, переданої пацієнту від снаряда. Загалом тиск, що оточує снаряд, спричиняє стиснення та розривання об'єкта,

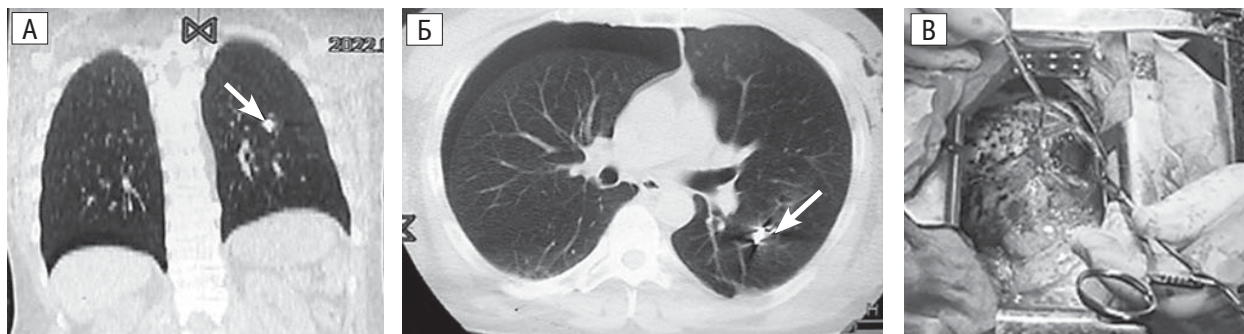


Рис. 2. Поранений чоловік, 37 років, з вогнепальним проникним осколковим пораненням лівій половини грудної клітки

На комп'ютерних томограмах (сагітальний (А) і поперечний (Б) зріз) спостерігається чужорідне тіло металевішої щільності (осколок) у паренхімі лівій легень (білі стрілки); В — інтраопераційна картина вогнепального поранення лівій легень.

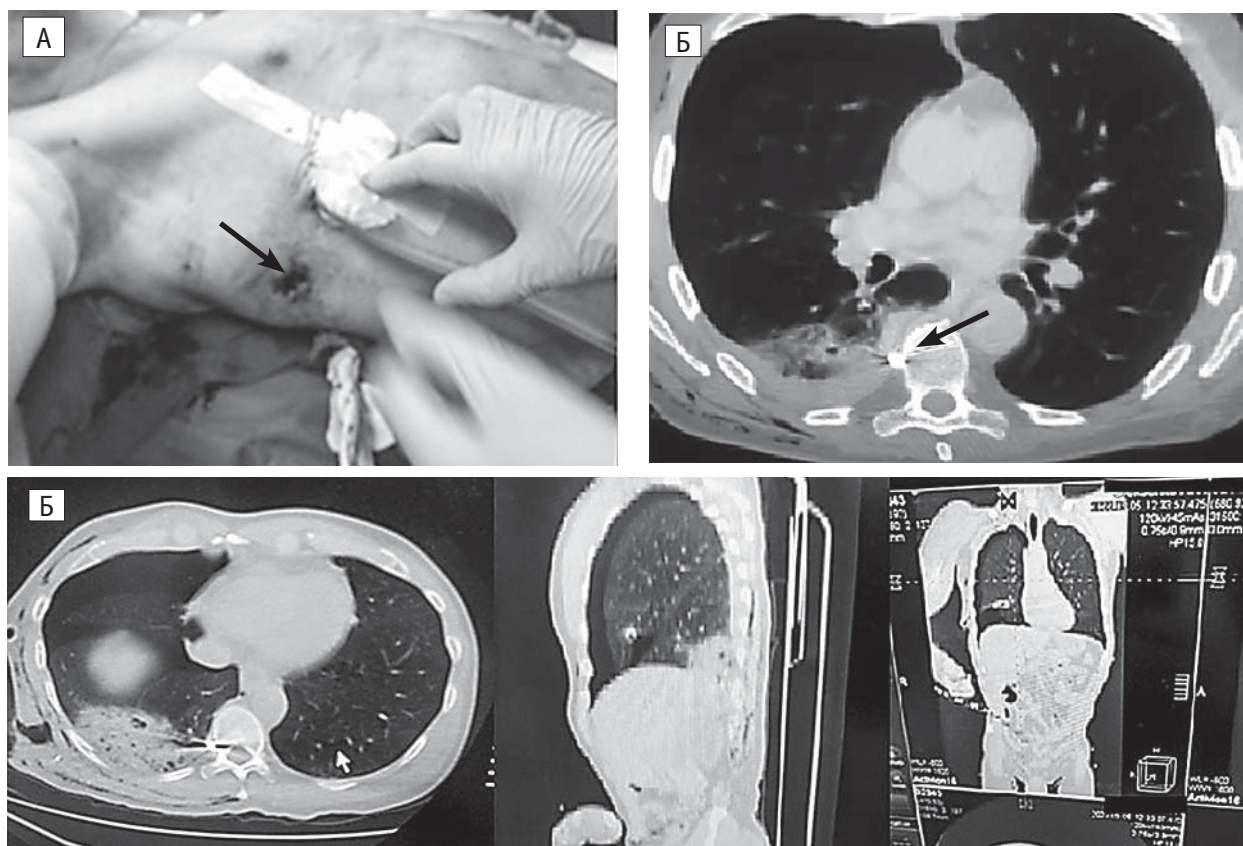


Рис. 3. Поранений чоловік, 44 роки, з вогнепальним проникним осколковим пораненням правої половини грудної клітки

А — вхідна рана (чорна стрілка) правої половини грудної клітки після осколкового поранення, дренаж у правій плевральній порожнині;
 Б — КТ: чужорідне тіло металевої щільності (осколок) у правій плевральній порожнині (чорна стрілка), інфільтрація легеневої паренхіми в зоні поранення, малий правобічний гемоторакс, правобічний пневмоторакс.

гу тканини, що призводить до тимчасового утворення порожнини. Потім ця тимчасова порожнина розтискається, залишаючи прямий розрив, спричинений снарядом, як постійну порожнину. Великі снаряди зазвичай мають нижчу швидкість (< 600 м/с) і спричиняють травму грудної клітки, перекидаючись і розбиваючись у тілі. Снаряди меншого калібру можуть мати дуже високу швидкість (> 600 м/с) і створювати велику тимчасову порожнину від розширення тиску, а потім постійну порожнину від траєкторії снаряда [31].

У легенях поранення від високошвидкісного проникного снаряда виявляється як крововилив, повторне розширення набряку легень із тимчасовою порожниною та лінійна, виповнена кров'ю, доріжка з постійної порожнини. При великому пошкодженні легень або на тлі її великої контузії слід може бути не видно. Крім того, снаряд може повністю пройти крізь тіло, а отже, не бути ознакою проникної травми. У цих випадках важливу інформацію надає огляд грудної стінки. Єдиними ознаками проникної травми можуть бути вхідні рани на поверхні шкіри та сліди у підшкірних тканинах (рис. 4).

Судинні ураження та емболія. Пошкодження судин грудної клітки може бути спричинене первинним і вторинним механізмами ушкодження, але зазвичай — проникним пораненням від високошвидкісних снарядів зі стрілецької зброї або вибуху. Снаряд може спричинити первинне пошкодження, проникаючи в судину, або вторинне пошкодження через тимчасову кавітацію внаслідок високошвидкісного викиду, що призводить до пошкодження стінки судини. Високошвидкісні снаряди спричиняють значно більшу кавітацію, ніж низькошвидкісні, та серйозніші травми [6]. За наявності гемодинамічної нестабільності у поєднанні з анамнезом проникної травми грудної клітки слід запідозрити судинне пошкодження. Травми великих судин грудної клітки виникають у 9,6 % випадках торакальних поранень, зокрема ушкодження аорти та порожнистої вени — у 6,0 % [10] (рис. 5).

Емболізація осколками є тяжким ускладненням у пацієнтів із проникними пораненнями грудної клітки (0,3–1,1 % випадків) [1]. Існує кілька повідомлень про випадки, в яких описана початкова локалізація снаряда та наведено зобра-

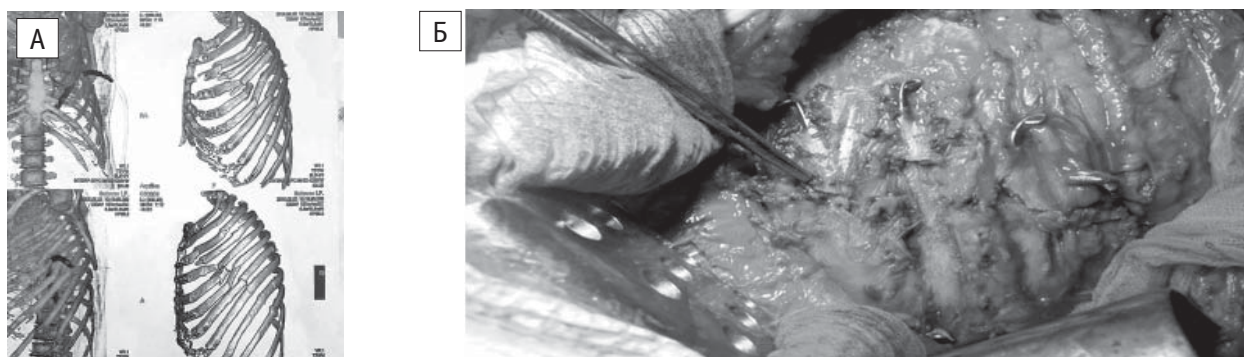


Рис. 4. Поранений чоловік, 42 роки, з відкритою травмою лівої половини грудної клітки

А — КТ: перелом III—VII ребер, що флотує, зліва; Б — інтраопераційна картина після екстраплевральної стабілізації перелому ребер, що флотує, за допомогою хірургічного сталевого дроту.

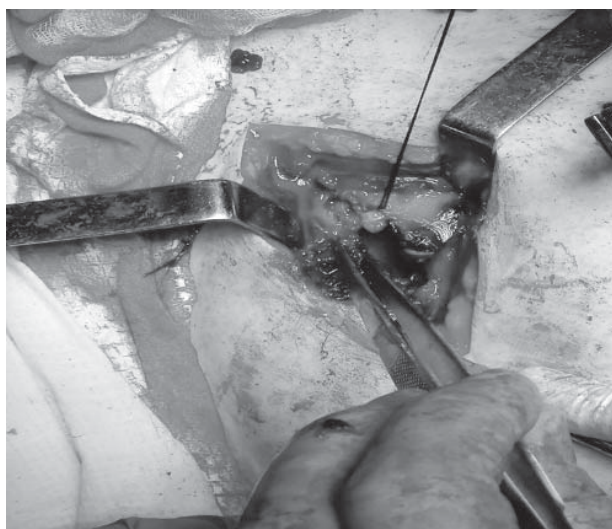


Рис. 5. Проникне поранення правої половини грудної клітки з пораненням правої внутрішньої грудної артерії. Кукса дистальної частини артерії перев'язана

ження, що демонструє емболізацію цього снаряда у віддалену точку. Фрагменти, що вражають велику судину або розташовані поблизу неї, мають більшу ймовірність дистальної емболізації [4]. Якщо ці фрагменти вражають артеріальну систему, то вони можуть спричинити ішемію та біль. Венозна емболія може призвести до легеневої [9] та ретроградної емболії через силу тяжіння та кашель [1].

Рентгенографія може виявити вторинні ознаки ушкодження великих судин (розширення середостіння > 8 см у положенні лежачи (у 58 % пацієнтів із травмою судин) та металеві часточки (у 50 % пацієнтів із проникними кардіоторакальними ранами)) [2]. Гемоторакс і аномальні контури судин також можуть свідчити про пошкодження судин.

Незважаючи на те, що звичайна ангиографія вважається золотим стандартом для діагностики судинних ушкоджень, її замінила комп'ютерна

томографічна ангиографія (КТА). Тому, коли наявні множинні ушкодження та потрібне негайне оперативне лікування, КТА є кращим методом візуалізації [25, 28]. Цей метод дослідження має чутливість і специфічність близько 100 % щодо виявлення пошкодження судин та високу прогностичну цінність щодо відсутності фрагмента поблизу життєво важливих структур [5]. Комп'ютерна томографічна ангиографія дає змогу візуалізувати порушення судин, екстравазацію контрасту дистальніше за нормальну судину, внутрішньопросвітні дефекти наповнення та псевдоаневризми.

Якщо доступні, можуть бути показані для діагностики двохенергетичне сканування з кардіографією, ехокардіографія або ангиографія [25].

Аналіз доступних джерел літератури показав, що під час ведення бойових дій в Іраку й Афганістані в рамках операції «Нескорена свобода» у 2003—2011 рр. торакотомія була другою за поширеністю хірургічною процедурою, яку виконували для усунення ушкоджень великих судин і діафрагми [10]. Нестабільних пацієнтів зі знекровленням великих судин або ушкодженням середостіння, зокрема серця, зазвичай терміново доставляють в операційну для невідкладного хірургічного втручання [6]. Таке втручання також показано пацієнтам з підозрою на ушкодження судин, у яких немає вихідної рани [25]. Травми судин зазвичай усувають за допомогою трансплантата з інтерпозицією вени або анастомозу за типом «кінець у кінець». У гемодинамічно стабільних пацієнтів із множинними ушкодженнями КТА необхідна для належного сортування ушкоджень та спрямування для подальшого хірургічного лікування. Прості фрагменти кулі, що затрималися в тілі пацієнта, зазвичай не видаляють, якщо вони не спричиняють симптомів, але розташовані поблизу великої судини, можуть бути хірургічно видалені через вищий ризик утворення фістули або ерозії судини та емболізації (див. рис. 5).

Ураження судин грудної клітки призвело до летального наслідку в 19,9 % випадків [12]. Проникна травма є причиною більшості таких ушкоджень. Припускають, що рівень смертності серед військовослужбовців із пошкодженням великої судини нижчий, ніж очікувалося, оскільки більшість із них це особи молодого віку з еластичними артеріями; еластичність артерій забезпечує самозакриття невеликих вхідних ран, що в свою чергу запобігає смертельним кровотечам [11].

Пневмоторакс і пневмоперикард. Пневмоторакс визнано другою, після знекровлення, основною причиною смерті на полі бою, якій можна запобігти [15]. Найчастіше пневмоторакс спричиняють проникні поранення, але як вибухові, так і тупі травми також можуть призвести до нього. У публікаціях, присвячених аналізу ведення поранених під час бойових дій у В'єтнамі, зазначено, що за даними рентгенограми грудної клітки 978 поранених 55 із них померли лише через ізольовані поранення легень, 26 (48 %) — від напруженого пневмотораксу. Загалом пневмоторакс був причиною смерті 3–4 % учасників бойових дій [20]. Під час бойових дій в Іраку й Афганістані у 2003–2011 рр. пневмоторакс був найпоширенішою торакальною травмою (у 52 % поранених у грудну клітку). Однак рівень смертності виявився не таким високим через якісний рівень діагностики за рахунок навчання та отримання досвіду з розпізнавання напруженого пневмотораксу та декомпресії голкою в польових умовах [10].

На задньо-передній рентгенограмі грудної клітки у вертикальному положенні пневмоторакс виявляється різкою рентгеноконтрастною лінією, утвореною вісцеральним краєм плеври, найпомітнішою на апіколатеральному боці гемітораксу [30]. Однак у пацієнта, що лежить на спині, пневмоторакс накопичується в передньо-медіальній частині плевральної порожнини, тому його складніше ідентифікувати. Ознаками пневмотораксу у лежачого пацієнта є асиметрична прозорість, ознаки глибокої борозни та подвійної діафрагми. Різке окреслення контурів середостіння і гіперпрозорі верхні квадранти також дають підставу для підозри щодо пневмотораксу у положенні лежачи [32]. До ознак напруженого пневмотораксу належать зміщення середньої лінії середостіння з іпсилатерального боку, іпсилатеральне западання півдіафрагми та збільшення іпсилатерально міжреберних проміжків [6]. Комп'ютерна томографія є найчутливішим способом візуалізації пневмотораксу. Однак багато пневмотораксів є рентгенологічно прихованими [26]. Комп'ютерна томографія грудної клітки

також краще ідентифікує причину пневмотораксу. Повторні рентгенограми грудної клітки через 3–6 год після негативної первинної рентгенограми можуть бути необхідними для оцінки відтермінованого пневмотораксу [14]. Повторний набряк легень на боці ураження, ступінь якого пропорційний розміру пневмотораксу, після розміщення торакальної трубки може спостерігатися на повторній рентгенограмі [6].

Пневмоторакс потребує невідкладної допомоги за допомогою голкової декомпресії, перш ніж можна буде отримати рентгенограму грудної клітки. Голка великого розміру має бути розміщена в другому міжребер'ї на середньоключичній лінії. Остаточне лікування пневмотораксу досягається за допомогою іпсилатерального розміщення грудної трубки. Під час військових дій найпоширенішою хірургічною процедурою є трубкова торакостомія для остаточного усунення пневмотораксу та гемотораксу, які посідають відповідно перше і четверте місце за поширеністю серед травм грудної клітки [10].

Пункційна декомпресія значно знизила рівень смертності, пов'язаної з пневмотораксом: із 33 % до < 4 % [20].

Пневмоперикард рідко може ускладнювати проникну або тупу травму грудної клітки та вказує на травму серця [24]. Оскільки перикардіальна сумка є обмеженим простором у середостінні, можливий натяг пневмоперикарда. Гемодинамічна декомпенсація на тлі рентгенологічних ознак пневмоперикарда свідчить про цей діагноз. Лікування зазвичай полягає у формуванні субксіфоподібного перикардіального доступу і подальшому хірургічному дослідженні і усуненні травми.

Гемоторакс. Гемоторакс посідає четверте місце за поширенням серед ушкоджень грудної клітки в умовах сучасних бойових дій (30 %) [10]. Це ушкодження може бути спричинене кількома травматичними механізмами (проникні снаряди, пошкодження судин, тупа травма грудної клітки). Пацієнти з клінічно значущим гемотораксом можуть мати задишку в поєднанні з тупістю при перкусії на ураженому боці, іноді — напружений гемоторакс, що призводить до стиснення легень і зміщення структур середостіння (рис. 6).

Запідозрити гемоторакс слід у пацієнтів із проникним пораненням грудної клітки або тупою травмою, яка призвела до забою чи розриву легень, зламаними ребрами, розшаруванням грудної клітки або травмами груднини [6]. На рентгенограмах грудної клітки у вертикальному задньому та передньому відділах гемоторакс має вигляд від згладження реберно-діафрагмальних кутів до повного помутніння гемотораксу

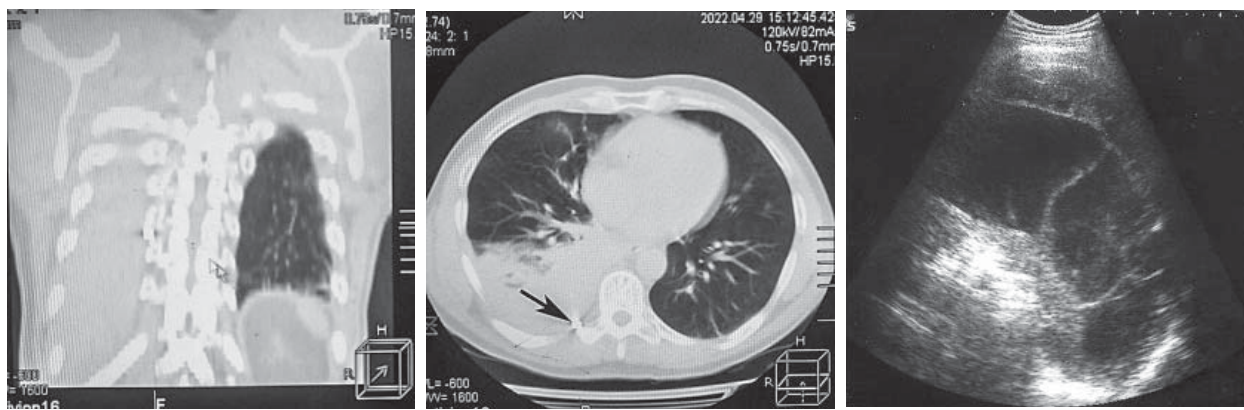


Рис. 6. Поранений чоловік, 32 роки, з вогнепальним проникним осколковим пораненням правої половини грудної клітки

На серії КТ-знімків (на сагітальному і поперечному зрізах) спостерігається чужорідне тіло металевої щільності в правій плевральній порожнині (чорна стрілка), інфільтрація легеневої паренхіми в зоні поранення, правобічний гемоторакс. За результатами ультразвукового дослідження, правобічний гемоторакс.

залежно від тяжкості. У пацієнта, що лежить на спині, нашарування крові в задній плевральній порожнині може призвести до асиметричного помутніння гемітораку, яке може бути ледь помітним.

На комп'ютерних томограмах в умовах гострої травми рідину в плевральній порожнині слід вважати гемотораксом, особливо коли > 35 одиниць Гаунсфілда [26]. Гостра екстравазована кров матиме такі самі значення, як і судини, тоді як згорнута кров – 50–90 одиниць Гаунсфілда [21]. Жовчний плевральний випіт, хоча і рідко, може спостерігатися у пацієнтів з політравмою, в яких жовчно-плевральна нориця може розвинути внаслідок одночасного розриву печінки, що імітує гемоторакс [30].

Таким чином, рентгенографія органів грудної клітки є діагностичним інструментом першої лінії, який надає додаткову інформацію при діагностиці та оцінці травм грудної клітки [14]. Незважаючи на об'єктивні обмеження діагностики на підставі клінічних і рентгенологічних даних, у багатьох випадках хірург може прийняти рішення про відповідне хірургічне лікування. У пацієнтів без свідомості з множинними травмами рентгенографія грудної клітки корисна відразу після госпіталізації після відновлення прохідності дихальних шляхів (зазвичай ендотрахеальна інтубація) і введення назогастрального або орогастрального зонду (використовують для визначення положення середостіння). У хворих із проникними пораненнями вхідні та вихідні рани мають бути позначені радіочутливими маркерами. Рентгенограму бажано зробити на вдиху, але знімок, зроблений під час видиху, може бути корисним для виявлення невеликого пневмотораксу. Рентгенограми можуть бути використані для оцінки цілісності грудної стінки, пере-

важно для виявлення переломів ребер і огляду хребта та середостіння. Бічні рентгенограми корисні для виявлення скупчення повітря та рідини. Хірург ретельно і систематично інтерпретує рентгенограми грудної клітки, щоб не пропустити деяких можливих пошкоджень. Потім хірург має перевірити [16]:

- *правильне розміщення ендотрахеальної трубки*: хірург має бути впевнений, що трубка не розташована надто високо в трахеї, трохи нижче за голосові зв'язки, оскільки існує ризик витягнути її під час роботи з пацієнтом, або трубка може бути розміщена занадто глибоко – зазвичай у правому головному бронху, що призводить до недостатньої вентиляції лівої легені;
- *пневмоторакс*: пневмоторакс можна легко не помітити в поспіху або коли рентгенограма не ретельно проаналізована. Особливу увагу слід звернути на латеральні частини грудної клітки та можливі реберно-діафрагмальні кути з підвищеним просвітом;
- *напружений пневмоторакс*: на типовій рентгенограмі спостерігається збільшення просвіту в іпсилатеральному гемітораку разом із западанням діафрагми і зміщенням трахеї та середостіння в протилежний бік (легко помітити, якщо встановити назогастральний зонд);
- *гемоторакс*: на рентгенограмі видно заштриховану ділянку гемітораку. Виявляють тінь у гемітораку внаслідок тривалої кровотечі, але за незначної кровотечі характерні рентгенологічні ознаки відсутні, що ускладнює інтерпретацію. При виконанні рентгенограми в положенні лежачи на спині кров може поширюватися в задньому відділі гемітораку, що виявляється у вигляді невеликої тіні на рентгенограмі, крізь яку видно нормальний легеневий малюнок;

- *емфізема середостіння*: в нормі у середостінні немає повітря. Якщо рентгенограма показує наявність повітря в середостінні та шії, особливо коли це пов'язано з пневмотораксом (дренування грудної клітки не сприяє повторному розширенню легень), слід запідозрити розрив трахеобронхіального дерева;
- *забій легені*: забій легені не видно на первинних рентгенограмах, але на це вказують дифузні тіні в легеневій паренхімі;
- *випинання органів черевної порожнини в грудну клітку*: ушкодження діафрагми супроводжується випадінням внутрішньочеревних органів у грудну клітку. Рідина зліва може бути прийнята за гідропневмоторакс, тому доцільно встановити назогастральний зонд для визначення характеру ушкодження. Рентгенологічна діагностика розриву діафрагми іноді дуже складна. Часто в грудну порожнину крізь ушкодження діафрагми потрапляє печінка, тоді єдиним можливим виявом є підняття правої половини діафрагми;
- *переломи*: переломи ребер іноді важко розпізнати на первинних рентгенограмах. Тому необхідне детальне фізикальне обстеження. Однак множинні переломи легко виявити. Слід звернути увагу на можливі переломи або вивихи хребців, переломи ключиці та виростка плечової кістки;
- *осколки в грудній клітці*: будь-яке проникне поранення грудної клітки має бути досліджене рентгенологічно для того, щоб зрозуміти напрямок проникнення осколка, обсяг пошкодження органів і положення осколку в грудній клітці. Якщо осколок потрапляє з одного боку тіла в інший або проходить крізь середостіння, слід провести додаткове обстеження стравоходу, аорти і трахеї щодо потенційного ушкодження. Лапаротомія показана, якщо осколок розташований під діафрагмою, а вхідна рана — над нею;
- *розширення середостіння*: розширена тінь середостіння є основною знахідкою, що вказує на розрив аорти. Якщо на рентгенограмі виявляється розширена тінь середостіння, особливо в положенні лежачи, слід провести рентгенографію у задньо-бічній проекції в положенні стоячи. Тінь середостіння > 8 см, імовірно, вказує на перетин аорти, тому слід провести аортографію. Іншими рентгенологічними ознаками, що вказують на розрив аорти, є тіні в аорто-легеневому вікні, западання лівого головного бронха, відхилення назогастрального зонда вправо, перелом ребер зліва та гемоторакс зліва.

У деяких випадках, коли стан пацієнта відносно стабільний, як додаткову діагностичну

процедуру рекомендують використовувати КТ грудної клітки. За допомогою КТ із контрастуванням плевральної порожнини можна точніше оцінити паренхіму легень і середостіння.

Іншим корисним методом є ультразвукове сканування черевної порожнини та грудної клітки, особливо для оцінки піддіафрагмального простору та при виявленні невеликих накопичень рідини в плевральній порожнині, а також для оцінки серця, особливо коли кров наявна в перикардіальному просторі. Ультразвукове сканування — це проста, швидка, неінвазивна та надійна технічна процедура, яку можна застосовувати для діагностики різних частин тіла, зокрема живота і грудної клітки (оцінка піддіафрагмального простору (печінка, селезінка, підшлункова залоза, заочеревинний простір, нирки), діафрагми, виявлення невеликих скупчень рідини в плевральній порожнині, які не видно на стандартній рентгенограмі грудної клітки).

Ехокардіографію та черезстравохідну ехокардіографію використовують для оцінки функціонального стану серця і скупчення крові в навколосерцевому просторі, кольорову доплерографію — для оцінки та виявлення ушкоджень брахіоцефальних судин.

Відеоасистована торакаскопія (ВАТС) — це хірургічна процедура, яку широко використовують для оцінки торакальної травми при наданні високоспеціалізованої допомоги. Показаннями до ВАТС у постраждалих із торакальною травмою є ознаки легкої або помірної тривалої кровотечі у гемодинамічно стабільних пацієнтів у свідомості, гемоторакс, раннє лікування фібротораксу, лікування емпієми на початковій стадії формування фібринових нашарувань, пошкодження діафрагми (перевага ВАТС перед лапароскопією полягає в тому, що при лапароскопічній процедурі повітря може потрапити в плевральну порожнину і спричинити напружений пневмоторакс), травматичний хілоторакс, видалення сторонніх тіл із плевральної порожнини або периферичної легені, оцінка стану перикарда, серця та великих судин.

Мінімально необхідні параметри, які регулярно контролюють у всіх пацієнтів із торакальною травмою [12]:

- артеріальний тиск;
- пульс і частота серцевих скорочень (за допомогою електрокардіографії);
- центральний венозний тиск (у хворих із шоком та осіб, які перебувають на штучній вентиляції легень);
- об'єм сечі (вимірюється сечовим катетером у пацієнтів із шоком);
- серцевий індекс;

- артеріальний PO_2 , PCO_2 і pH;
- гематокрит.

Моніторинг артеріального тиску, пульсу, гематокриту та об'єму сечі можна використовувати як загальні параметри при оцінюванні заміщення рідини. Аналіз газів артеріальної крові є корисним тестом для оцінювання легеневої функції та розрахунку ступеня метаболічного ацидозу, якщо він має місце. У випадках постійної втрати циркулюючої рідини (переважно внаслідок кровотечі) слід установити центральний венозний катетер для моніторингу тиску з метою розрахунку заповнення об'єму рідини. Початкові значення гематокриту можуть бути недостовірними, особливо у пацієнтів із надмірною крововтратою, які отримують кристалоїдні розчини. Відомо, що відновлення циркулюючого об'єму та гемодилуції після великої кількості кристалоїдного розчину є повільним процесом, тому значення гематокриту не можна вважати параметром, що вказує на об'єм крововтрати або заміщення. Значення гематокриту можна вважати корисним інструментом для визначення типу рідини, а не заміщення об'єму рідини. Проблемою є контроль артеріального тиску у пацієнтів з великою крововтратою і адекватною компенсацією протягом відносно короткого періоду часу (до 2 год). Уважають, що значення артеріального тиску у таких хворих після заміни має бути нижчим порівняно зі значенням до травми. Відновлення артеріального тиску до нормальних значень до

травми може призвести до гіперволемії. Стабілізація систолічного тиску на рівні 90 мм рт. ст. або трохи вище для корекції гіповолемії та запобігання гіперволемії є доцільною. Слід бути обережними з пацієнтами, які мали гіпертензію до травми. Моніторинг не може ґрунтуватися лише на фізіологічних показниках, хоча бажано проводити такий моніторинг у кожного постраждалого. Переваги моніторингу полягають у ретельній інтерпретації отриманих значень порівняно з терапевтичними процедурами та одужанням пацієнта.

Висновки

Пов'язана з бойовими діями торакальна травма значно впливає на показники смертності поранених під час військових дій. Чіткий малюнок ушкодження і атипові візуалізаційні вияви торакальної травми важливо розпізнати на ранній стадії через загрозу для життя цієї категорії пацієнтів та вплив точного діагнозу на клінічне лікування. Рентгенографія грудної клітки залишається основним діагностичним засобом. Однак у сучасних та добре обладнаних установах комп'ютерна томографія органів грудної клітки, відеоасистована торакоскопія і ультразвукове сканування черевної та грудної порожнини відіграють важливу роль у діагностиці торакальної травми. Швидка та якісна діагностика і лікування можливі лише при співпраці хірургів та радіологів.

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: концепція і дизайн дослідження — О.С. Шевченко, В.І. Петренко; збір матеріалу — К.М. Смоляник; обробка матеріалу — В.В. Макаров; написання тексту — О.О. Погорелова; опрацювання даних — Р.С. Шевченко; редагування тексту — Л.Д. Тодоріко.

Список літератури

- Bertoldo U, Enrichens F, Comba A, Ghiselli G, Vaccarisi S, Ferraris M. Retrograde venous bullet embolism: a rare occurrence-case report and literature review. *J Trauma*. 2004; 51(1):187-92. doi: 10.1097/01.TA.0000135490.10227.5C.
- Biocina B, Sutlic Z, Husedzinovic I, et al. Penetrating cardiothoracic war wounds. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1997;11(3):399-405. doi: 10.1016/s1010-7940(96)01124-4.
- Butler FK, Bennett B, Ian Wedmore C. Tactical combat casualty care and wilderness medicine: advancing trauma care in austere environments. *Emerg Med Clin North Am*. 2017;35(2):391-407. doi: 10.1016/j.emc.2016.12.005.
- Cohn SM, 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.
- Dominguez F, Beekley AC, Huffer LL, Gentlesk PJ, Eckart RE. High-velocity penetrating thoracic trauma with suspected cardiac involvement in a combat support hospital. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;59(8):547-52. doi: 10.1007/s11748-010-0762-0.
- Durso AM, Caban K, Munera F. Penetrating thoracic injury. *Radiol Clin North Am*. 2015;53(4):675-93. doi: 10.1016/j.rcl.2015.02.010.
- Exadaktylos AK, Sclabas G, Schmid SW, Schaller B, Zimmermann H. Do we really need routine computed tomographic scanning in the primary evaluation of blunt chest trauma in patients with «normal» chest radiograph? *J Trauma*. 2021;51(6): 1173-6. doi: 10.1097/00005373-200112000-00025.
- Graham RNJ. Battlefield radiology. *Br J Radiol*. 2012;85(1020): 1556-65. doi: 10.1259/bjr/33335273.
- Hassan AM, Cooley RS, Papadimos TJ, Fath JJ, Schwann TA, Elsamaloty H. Pulmonary bullet embolism — a safe treatment strategy of a potentially fatal injury: a case report. *Patients Saf Surg*. 2009;3(1):12. doi: 10.1186/1754-9493-3-12.
- Ivey KM, White CE, Wallum TE, et al. Thoracic injuries in US combat casualties: a 10-year review of Operation Enduring Freedom and Iraqi Freedom. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73(6):514-9. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2012.06.134.
- Jaha L, Ademi B, Idmaili-Jaha V, Andreevdska T. Bullet embolization to the external iliac artery after gunshot injury to the abdominal aorta: a case report. *J Med Case Rep*. 2011;5:354. doi: 10.1186/1752-1947-5-354.
- Keneally R, Szpisjak D. Thoracic trauma in Iraq and Afghanistan. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;74(5):1292-7. doi: 10.1097/TA.0b013e31828c467d.
- Langdorf MI, Medak AJ, Hendey GW, et al. Prevalence and clinical import of thoracic injury identified by chest computed

- tomography but not chest radiography in blunt trauma: multicenter prospective cohort study. *Ann Emerg Med.* 2015;66(6):589-600. doi: 10.1016/j.annemergmed.2015.06.003.
14. LeBlang SD, Dolich MO. Imaging of penetrating thoracic trauma. *J Thorac Imaging.* 2000;15(2):128-35. doi: 10.1097/00005382-200004000-00008.
 15. Leigh-Smith S, Harris T. Tension pneumothorax — time for a re-think? *Emerg Med J.* 2005;22(1):8-16. doi: 10.1136/emj.2003.010421.
 16. Lodhia JV, Eyre L, Smith M, Toth L, Troxler M, Milton RS. Management of thoracic trauma. *Anaesthesia.* 2023;78(2):225-35. doi: 10.1111/anae.15934.
 17. Mackenzie IMJ, Tunnicliffe B. Blast injuries to the lung: epidemiology and management. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2011;366(1562):295-9. doi: 10.1098/rstb.2010.0252.
 18. Marti M, Parron M, Baudraxler F, Royo A, Leon NG, Alvarez-Sala R. Blast injuries from Madrid terrorist bombing attacks on March 11, 2004. *Emergency Radiology.* 2006;13:113122. doi: 10.1007/s10140-006-0534-4.
 19. Martin M, Izenberg S, Cole F, Bergstrom S, Long W. A decade of experience with a selective policy for direct to operating room trauma resuscitations. *Am J Surg.* 2012;204(2): 187-92. doi: 10.1016/j.amjsurg.2012.06.001.
 20. McPherson JJ, Feigin DS, Bellamy RF. Prevalence of tension pneumothorax in fatally wounded combat casualties. *J Trauma.* 2006;60(3):573-8. doi: 10.1097/01.ta.0000209179.79946.92.
 21. Mirvis SE. Imaging of acute thoracic injury: the advent of MDCT screening. *Semin Ultrasound CT MR.* 2005;26(5):305-31. doi: 10.1053/j.sult.2005.08.001.
 22. Morrison JJ, Rasmussen TE. Noncompressible torso hemorrhage: a review with contemporary definitions and management strategies. *Surgical Clinics of North America.* 2012;92(4):843-58. doi: 10.1016/j.suc.2012.05.002.
 23. Moussavi N, Davoodabadi AH, Atoof F, Razi SE, Behnam-pour M, Talari HR. Routine chest computed tomography and patient outcome in blunt trauma. *Arch Trauma Res.* 2015;4(2):e25299. doi: 10.5812/at.25299v2.
 24. Nicol AJ, Navsaria PH, Hommes M, Edu S, Kahn D. Management of a pneumopericardium due to penetrating trauma. *Injury.* 2014;45(9):1368-72. doi: 10.1016/j.injury.2014.02.017.
 25. Nitecki SS, Karram T, Ofer A, Engel A, Hoffman A. Management of combat vascular injuries using modern imaging: are we getting better? *Emerg Med Int.* 2013;689473. doi: 10.1155/2013/689473.
 26. Oikonomou A, Prassopoulos P. CT imaging of blunt chest trauma. *Insights Imaging.* 2011;2(3):281-95. doi: 10.1007/s13244-011-0072-9.
 27. Owens BD, Kragh Jr JF, Wenke JC, Macaitis J, Wade CE, Holcomb JB. Combat wounds in operation Iraqi Freedom and operation Enduring Freedom. *Journal of Trauma.* 2008;64(2):295-299. doi: 10.1097/TA.0b013e318163b875.
 28. Patterson BO, Holt PJ, Cleanthis M, Tai N, Carrell T, Loosemore TM, London Vascular Injuries Working Group. Imaging vascular trauma. *Br J Surg.* 2012;99(4):494-505. doi: 10.1002/bjs.7763.
 29. Ramasamy A, Hill AM, Clasper JC. Improvised explosive devices: pathophysiology, injury profiles and current medical management. *Journal of the Royal Army Medical Corps.* 2009;155(4):265-72. doi: 10.1136/jramc-155-04-05.
 30. Shanmuganathan K, Matsumoto J. Imaging of penetrating chest trauma. *Radiol Clin North Am.* 2006;44(2):225-38. doi: 10.1016/j.rcl.2005.10.002.
 31. Stapley SA, Cannon LB. An overview of the pathophysiology of gunshot and blast injury with resuscitation guidelines. *Curr Orthop.* 2006;20(5):322-32. doi: 10.1016/j.cuor.2006.07.008.
 32. Tocino IM. Pneumothorax in the supine patient: radiographic anatomy. *Radiographics.* 1985;5(4):557-86. doi: 10.1148/radiographics.5.4.557.

O.S. Shevchenko¹, V.V. Makarov¹, R.S. Shevchenko¹, L.D. Todoriko²,
V.I. Petrenko³, K.M. Smolianyik¹, O.O. Pohorielova¹

¹Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

²Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

³Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Penetrating combat-related thoracic trauma (review)

Objective — to study in detail the mechanisms and to investigate the imaging manifestations of combat-related penetrating thoracic injuries.

Materials and methods. To perform the work, a literature search was provided according to the criterion «Thoracic penetrating combat-related trauma». 32 literary sources were selected for this request. Fragments of the clinical experience described in the literature according to the selected sources were illustrated by our own clinical cases of patients who were treated in Kharkiv medical institutions in 2022 for penetrating combat-related thoracic injuries.

Results and discussion. Among victims who received chest injuries, polytrauma was most often diagnosed, complicated by several mechanisms of injury associated with penetrating, blunt, and explosive injuries. Pneumothorax and pulmonary contusion were the most common chest injuries. Thoracic injuries, thoracic vascular injuries, and lung ruptures were associated with the highest mortality rates, whereas pulmonary contusions, pneumothorax, and chest wall injuries were associated with relatively lower mortality rates. Chest X-ray is the first-line imaging method during the initial assessment of thoracic trauma in combat and non-combat situations. Such an examination is particularly important in polytrauma situations where multiple fatal injuries can be rapidly diagnosed in order to rapidly triage and include such an injury in the initial evaluation. Tension pneumothorax, large hemothorax, chest fragmentation, and some other lesions can be quickly diagnosed with a portable chest X-ray. Computed tomography (CT) of the chest is an important component of the comprehensive trauma evaluation, which allows to diagnose life-threatening injuries in hemodynamically stable patients with suspected multiple injuries not identified on chest X-ray. Chest CT detects 20 % more pathologies compared to chest X-ray.

Conclusions. Combat-related thoracic trauma continues to be a significant contributor to the mortality rates of those injured in military operations. A clear injury pattern and atypical imaging manifestations of thoracic trauma are important to recognize at an early stage because of the acuteness of this category of patients and the impact of an accurate diagnosis on clinical management. Chest X-ray remains the main diagnostic tool. However, in modern and well-equipped institutions, chest CT, video-assisted thoracoscopy, and ultrasound scanning of the abdominal and chest cavity play an important role in the diagnosis of thoracic trauma. Quick and high-quality diagnosis and treatment are possible only in direct cooperation between surgeons and radiologists.

Keywords: thoracic trauma, penetrating trauma, combat-related trauma.

Контактна інформація:

Погорелова Ольга Олександрівна, аспірантка кафедри фізіотрії та пульмонології
61062, м. Харків, просп. Науки, 4
E-mail: oo.pohorielova@knmu.edu.ua

Стаття надійшла до редакції/Received 13.02.2023.
Стаття рекомендована до опублікування/Accepted 17.04.2023.

ДЛЯ ЦИТУВАННЯ

- Шевченко ОС, Макаров ВВ, Шевченко РС, Тодоріко ЛД, Петренко ВІ, Смолянник КМ, Погорелова ОО. Проникні торакальні травми, пов'язані з бойовими діями (огляд літератури). Туберкульоз, легеневі хвороби, ВІЛ-інфекція. 2023;2:68-78. doi: 10.30978/TB-2023-2-68.
- Shevchenko OS, Makarov VV, Shevchenko RS, Todoriko LD, Petrenko VI, Smolianyuk KM, Pohorielova OO. [Penetrating combat-related thoracic trauma (review)]. Tuberculosis, Lung Diseases, HIV Infection (Ukraine). 2023;2:68-78. <http://doi.org/10.30978/TB-2023-2-68>. Ukrainian.