

О. К. Яковенко

ТРАВМАТИЧНИЙ ПНЕВМОНІТ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОЇ ТРАВМИ ГРУДНОЇ КЛІТКИ ЯК ФАКТОР РИЗИКУ ПНЕВМОНІЇ

КП «Волинська обласна клінічна лікарня», м. Луцьк, Україна

ТРАВМАТИЧНИЙ ПНЕВМОНІТ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОЇ ТРАВМИ ГРУДНОЇ КЛІТКИ ЯК ФАКТОР РИЗИКУ ПНЕВМОНІЇ

О. К. Яковенко

Резюме

Актуальність проблеми вогнепальних поранень та травм внаслідок війни з Росією продовжує зростати.

Вогнепальні поранення та травми грудної клітки (ТГК) можуть викликати ряд станів, що загрожують життю — кровотеча, обструкція дихальних шляхів, напружений пневмоторакс з тампонадою перикарда, відкритий пневмоторакс, масивний гемоторакс, трахеобронхіальні ушкодження, пошкодження діафрагми, стравоходу та забій легень.

Забій легень або травматичний (контузійний) пневмоніт характеризується крововиливом та набряком в альвеолах, що призводить до порушення дихальної функції, що розвивається через 24 години після травми легень, зменшуючи градієнт перфузії/вентиляції за рахунок збільшення опору легневих судин та зниження.

З 24 лютого 2022 року по 18 лютого 2023 року у відділення пульмонології Волинської обласної клінічної лікарні показник госпіталізованих військових пацієнтів з ТГК внаслідок мінно-вибухових поранень, осколкових поранень, вогнепальних кульових поранень та колото-різаних поранень грудної клітки становив 19 захворювань у військових, які надійшли упродовж звітного року (n = 88). Проникаюча ТГК зустрічалася у 41,1 % випадків, непроникна тупа ТГК (у тому числі тупа травма позаду броні) у 23,5 % випадків, ТГК із пораненням м'яких тканин у 35,2 % випадків. ТГК з переломом кісток грудної клітки було виявлено у 47 % випадків. У 52,9 % випадків поранення грудної клітки, у тому числі одне колото-різане поранення припало на бічну поверхню грудної клітки, яка не була захищена бронезишетом. Контузійний пневмоніт або забій легень спостерігався у 70,5 % випадків, у тому числі з деструкцією у 29,4 %. Посттравматична пневмонія у 58,8 % випадків спричинена не госпітальною та госпітальною інфекцією, плеврит у 17,6 % випадків. Після ТГК у 5,8 % випадків було виявлено інфільтративно-деструктивний туберкульоз легень та у 5,8 % випадків інвазивний аспергільоз легень, тому після ТГК слід також враховувати виникнення специфічної інфекції, яка може призводити до деструкції та посилювати деструктивні зміни паренхіми легень. Також у 64,7 % випадків виявлено металеві чужорідні тіла органів грудної клітки, які потребували подальшого хірургічного видалення. У статті наведено клінічні спостереження пацієнтів з ТГК, отриманих внаслідок військових дій в Україні.

Ключові слова: травматичний пневмоніт, забій легень, вогнепальне поранення, травма грудної клітки, тупа травма позаду броні, пневмонія.

Укр. пульмонолог. журнал. 2023;31(2):60–68.

Яковенко Олег Константинович
КП Волинська обласна клінічна лікарня
Завідувач відділення пульмонології
Канд. мед. наук
21, проспект Грушевського, м. Луцьк, 43005, Україна
volyn_pulmo@ukr.net

TRAUMATIC PNEUMONITIS DUE TO COMBAT CHEST INJURY AS A RISK FACTOR FOR PNEUMONIA

O. K. Yakovenko

Abstract

The relevance of the problem of gunshot wounds and injuries as a result of the war with Russia continues to grow.

Gunshot wounds and chest injury can cause several life-threatening conditions: bleeding, airway obstruction, tension pneumothorax with pericardial tamponade, open pneumothorax, massive hemothorax, chest dissection, tracheobronchial injury, diaphragm damage, myocardial injury, ruptured thoracic aorta, esophageal damage and lung contusion.

Lung contusion or traumatic pneumonitis is characterized by hemorrhage and swelling in the alveoli. This causes respiratory distress which develops 24 hours after lung injury, causing perfusion/ventilation mismatch by increasing pulmonary vascular resistance and decreasing lung compliance.

From February 24, 2022 to February 18, 2023, in the Pulmonology Department of Volyn Regional Clinical Hospital, the rate of hospitalized military patients with chest injury due to mine-explosive wounds, shrapnel wounds, gunshot bullet wounds, and stab-cut wounds of the chest amounted to 19.3% of all pulmonary cases among military, admitted this year (n=88). Penetrating chest injury occurred in 41.1% of cases, non-penetrating blunt chest injury (including behind armor blunt trauma) in 23.5 % of cases, chest trauma with soft tissue injury in 35.2 % of cases. Chest injury with fractured chest bones was detected in 47% of cases. In 52.9 % of cases, chest injuries and one stab-cut wound were on the side surface and chest, which was not protected by a bulletproof vest. Lung contusion or traumatic pneumonitis was observed in 70.5% of cases, including destruction in 29.4 %. Post-traumatic pneumonia was observed in 58.8 % of cases, that was caused by a non-hospital and hospital infection, pleurisy was observed in 17.6 % of cases. After chest injury, infiltrative-destructive pulmonary tuberculosis was detected in 5.8 % of cases and invasive pulmonary aspergillosis in 5.8 % of cases. Thus, the occurrence of a specific infection that can lead to destruction and aggravate destructive changes in the lung parenchyma should also be taken into account. Also, in 64.7 % of cases, metal, fragmentary, foreign bodies of the chest organs were found, and required further surgical removal. The article presents clinical cases of patients with chest injuries received as a result of military operations in Ukraine.

Key words: traumatic pneumonitis, lung contusion, gunshot wound, chest injury, behind armor blunt trauma, pneumonia.

Ukr. Pulmonol. J. 2023;31(2):60–68.

Oleg K. Yakovenko
Volyn Regional Clinical Hospital
Head of pulmonology department
MD, PhD
21, Grushevskogo av., Lutsk, 43005, Ukraine
volyn_pulmo@ukr.net

Короткий огляд сучасних відомостей літератури

Актуальність проблеми вогнепальних поранень (ВП) та травм внаслідок війни з Росією продовжує зростати.

Знання щодо ВП та лікування в основному були отримані з досвіду, отриманого під час великих війн 20-го століття [1–3], проте у 21 столітті військові конфлікти в Іраку та Афганістані призвели до вивчення з формуванням нової моделі поранень серед бойових втрат. Так, було ідентифіковано сім чітких профілів травм серед військових, які визначено як: 1 – відкриті рани (18,8 %), 2 – черепно-мозкова травма (ЧМТ) типу 1/травми обличчя (14,2 %), 3 – розповсюджені травми (6,8 %), 4 – ЧМТ 2 типу (15,4 %), 5 – травми нижніх кінцівок (19,8 %), 6 – опіки (7,4 %) та 7 – це травми грудної клітки (ТГК) та/або живота (17,7 %), які відрізнялися за родом служби, бойовим місцем, роком поранення, механізмом поранення, бойовою поставою (бойовою позою) на момент поранення [4].

Патофізіологія ушкоджень тканин залежить від виду зброї та вибухової речовини (ВР), які поділяються за кількістю вивільненої енергії та швидкістю реакції на ВР високого та низького порядку. Невеликі металеві предмети (цвяхи, шарикопідшипники) часто додають до вибухових пристроїв для збільшення фрагментації. Схема травми залежить від використовуваного пристрою та місця розташування. У відкритому просторі ефект експонентно зменшується зі збільшенням відстані від точки детонації, але в замкнутому просторі передана енергія посилюється відбиттям хвиль тиску [5–8].

Найбільший руйнівний потенціал мають ВР, які безпосередньо призводять до прямого пошкодження порожнистих або паренхіматозних органів, що супроводжується первинним перфузійним пошкодженням легеневої паренхіми та інших органів з можливими відстроченими наслідками [9].

Важливе місце займають ВП отримані від вогнепальної зброї, яка зумовлює політ снаряду/кулі, вражаючи ціль, що описується за допомогою принципів внутрішньої, зовнішньої та кінцевої балістики. Внутрішня, зовнішня та кінцева (термінальна) балістика, або балістика цілі, є ключовими термінами, що описують функцію зброї до моменту виходу снаряду зі ствола, проте медичний інтерес представляє насамперед вплив снаряду на ціль, тобто балістика рани [9].

Вогнепальну зброю (ВЗ) можна класифікувати багатьма способами, включаючи форму, дію та тип боєприпасів. Хоча існує незліченна кількість факторів, які можна застосувати та проаналізувати, щоб повністю зрозуміти поведінку снарядів, що походять від ВЗ. ВЗ, відповідальна за ВП, зазвичай розрізняється за швидкістю викинутого снаряду [1, 10–14]. Хоча класифікувати ВЗ лише за швидкістю снаряда зручно, набагато важливішим є розгляд кількості кінетичної енергії ($KE = 1/2 MV^2$), якою володіє снаряд у момент удару. Ефективність передачі KE залежить від багатьох факторів, включаючи стабільність траєкторії, пройденої відстані, вхідний профіль снаряду та величину повороту (кут відхилення від довгої осі снаряда). Калібр і матеріал кулі, тип тканини, у яку вдарилася, механізм руйнування тканини та траєкторія

всередині тіла, також сприяють передачі KE снаряду. Таким чином, у контексті балістики поранення, позначення залученої кулі в ВП як «висока енергія» та «низька енергія» є більш корисним методом категоризації для опису ступеня та характеру пошкодження багатьох тканин, ніж лише швидкість.

Балістика ран вивчає, як різноманітні снаряди створюють рани, і те, як живі тканини реагують на поранення снарядом. ВП зазвичай призводять до дифузного пошкодження м'яких тканин, об'ємної втрати м'язів, крововиливу, перелому та сильного болю [1, 15]. При пораненні куля або затримується в тілі, або виходить одразу після входу. Якщо снаряд виходить, лише частина KE передається тілу, зменшуючи потенційну енергію, яка може бути перетворена на пошкодження тканин. Вихідні поранення, як правило, виникають, коли снаряди не деформуються, надто потужні або випущені з короткої дистанції, або якщо куля стикається з тканиною, яка має мінімальну товщину або щільність. Загалом, вихідні поранення мають тенденцію бути більшими та більшими, неправильної форми, ніж відповідні вхідні рани, особливо якщо снаряд рухається з високою швидкістю, зазнаючи експансивної деформації або перекидається та рухається за межами осі від своєї поздовжньої орієнтації. Зсередини кулі спричиняють розчавлення або рвані ушкодження, залишаючи «постійну» кавітацію тканин уздовж свого шляху. Величина цієї постійної порожнини визначається калібром кулі та її деформацією або фрагментацією всередині тіла.

Загалом, ВП від високоенергетичних снарядів, як правило, призводять до більшого та більш дифузного пошкодження тканин, розриву капілярів, згортання цитоплазми, інтерстиційну екстравазацію крові, смугасте пошкодження та набряк м'язових волокон, який у п'ять разів більше, ніж у нормі, що призводить до локалізованої набрякової реакції, сприяючи компартмент-синдром та в подальшому пошкодження прилеглих м'яких тканин [16–19].

Згідно статистики поранень серед бойових втрат Армії США в Іраку та Афганістані, профіль ТГК та/або живота був єдиним профілем, де частка військовослужбовців із ВП значно перевищувала кількість постраждалих від вибухів [4]. ТГК можна розділити на два види: проникаюча і тупа. Проникаючі поранення, такі як проникаючі, ріжучі поранення та поранення ВЗ, порушують цілісність тканин. Тупі ТГК можуть викликати пошкодження органів і структур під тканиною без порушення цілісності тканини.

Рівень смертності становить важко оцінити, оскільки причини смерті при тупій ТГК можуть бути наслідком легеневих та позалегевих ускладнень. Під час первинного обстеження постраждалого із ТГК слід негайно обстежити та лікувати ряд станів, що загрожують життю – це кровотеча, обструкція дихальних шляхів, напружений пневмоторакс з тампонадою перикарда, відкритий пневмоторакс, масивний гемоторакс, розшарування грудної клітки. Також необхідно негайно обстежити на наступні потенційно небезпечні для життя травми: трахеобронхіальні пошкодження, пошкодження діафрагми, пошкодження міокарда, розрив грудного відділу аорти,

пошкодження стравоходу та забій легень (ЗЛ). Багато пацієнтів з ТГК помирають до госпіталізації, незважаючи на використання простих методів лікування. Причина смертності та захворюваності при ТГК також пов'язана з відстроченими легеневиими ускладненнями, які іноді виникають лише через кілька днів у вигляді гострої пост-травматичної легеневої недостатності – гострого респіраторного дистрес-синдрому (ГРДС) та/або «Blast lung» синдрому, а при проникаючій ТГК внаслідок поранення герметичне закриття вхідної рани без встановлення дренажу взагалі може призвести до загрозливого для життя напруженого пневмотораксу [9, 20, 21].

ТГК є другим найсильнішим незалежним предиктором пневмонії після важкої травми, повністю підтверджує результати багатьох досліджень. Грубмюллер та ін. виявили чітку кореляцію між тяжкою ТГК (AIS грудної клітки ≥ 3) і пневмонією у пацієнтів із політравмою порівняно з пацієнтами з легкою ТГК (AIS грудної клітки < 3) [22, 23]. Різновидом тупої ТГК в бойових умовах є тупа травма позаду броні (ТТПБ) або заброньова ТГК у вигляді непроникаючого поранення грудної клітки в результаті швидкої деформації броні, що покриває тіло. Деформація поверхні броні, що стикається зі стінкою корпусу, виникає внаслідок попадання кулі або іншого снаряда в її передню грань. Деформація є частиною процесу сповільнення та поглинання енергії, який захоплює снаряд. У екстремальних обставинах ТТПБ може призвести до ушкодження м'яких тканин, кісток, ЗЛ та призвести до смерті, навіть якщо снаряд не пробив броню. Ушкодження також мають ознаки первинної вибухової травми [24].

ЗЛ при ТГК зустрічається в 25–35 % усіх тупих ТГК. Легенева тканина розтрощується, коли стінка грудної клітки вигинається всередину під час удару. ЗЛ – це ураження паренхіми, що характеризується крововиливом і набряком в альвеолах, що спричиняє порушення дихальної функції. Цей стан розвивається через 24 години після тупої травми легень, зменшуючи градієнт перфузії/вентиляції за рахунок збільшення опору легневих судин і зниження легеневої податливості. Важка запальна реакція у пацієнтів із значним забиттям легень призводить до ГРДС у 50–60 % випадків [25–29]. За результатами досліджень наслідків вибухових хвиль (Ross, 1941, King and Curtis, 1942) ЗЛ був описаний під час Другої світової війни (Burford and Burbank, 1945) як «контузійний пневмоніт» та «травматична волога легень», проте вважається, що сам термін «забій легень» був введений французьким військовим хірургом Гійомом Дюпюїтреном у 19 столітті.

ЗЛ є незалежним фактором ризику розвитку ГРДС, пневмонії в 20 % випадках та тривалої респіраторної дисфункції, а рівень смертності від ЗЛ оцінюється в межах 14–40 %, залежно від тяжкості забиття та супутніх ушкоджень. ЗЛ має характерну гістологічну картину у вигляді локалізованих крововиливів й набряку в альвеолах та в інтерстиціальному просторі (Alfano and Hale, 1965), Fulton and Peter, 1970), розрив альвеол або альвеолярних перетинок внаслідок хвиль стресу (Cooper et Taylor, 1989, Baosong et al., 1996) та впливу сили розтягнення на альвеоли (Fung et al., 1988). Через 48 годин все

ще переважає нейтрофільна інфільтрація, тоді як тканина вистилання альвеол потовщена зі збільшенням кількості альвеолярних макрофагів і клітинного дебрису, а через 7 днів переважає постконтузійний фіброз навколо бронхіол [24, 25, 30]. Патофізіологія ЗЛ і ТГК включає запалення, підвищення альвеоло-капілярної проникності та набряку легень, невідповідність вентиляції/перфузії, збільшення внутрішньо-легеневого шунтування та втрату комплаєнсу.

Клінічно у хворих із ЗЛ проявляється гіпоксемія, гіперкапнія, посилене дихання, серцебиття та зниження толерантності до фізичних навантажень. Приблизно в половині випадків можливі хрипи, кашель, бронхорея та мокротиння з прожилками крові, може бути гіпотензія та зниження серцевого викиду, а ГРДС через гіпоксію та гіперкапнію досягає піку приблизно через 72 години [25, 31]. Фізіологічна дисфункція в цьому стані пов'язана з наявним значним гострим запаленням. В підгострому періоді пов'язаному із пошкодженням паренхіми легень може виникнути облітеруючий бронхіоліт з організуючою пневмонією, консолідації частин легені, колапсу альвеол з виникненням ателектазу [32–37].

Найбільш значні зміни ЗЛ діагностуються на звичайній рентгенограмі грудної клітки, але рентгенографія грудної клітки часто недооцінює розмір контузії та зазвичай відстає від клінічної картини. Комп'ютерна томографія (КТ) дуже чутлива для діагностики ЗЛ, диференціює ЗЛ від ділянок ателектазу та інших патологічних змін. Ознаки ЗЛ, які прогресують через 48 годин після травми, спричинені аспірацією, пневмонією або інфекцією. У середньому потрібно шість годин, щоб характерна біла область з'явилася на рентгенівському знімку грудної клітки, а іноді ЗЛ може бути непомітним протягом 48 годин [25, 38].

Результати КТ при ЗЛ складаються з несегментарних ділянок консолідації та матового помутніння, які переважно охоплюють легені та спрямовані глибоко в область травми, часто зберігаючи 1–2 мм субплевральної легеневої паренхіми, що прилягає до ушкодженої грудної стінки. КТ має високу чутливість у виявленні ЗЛ, а об'єм ураження легень при КТ корелює з клінічними результатами [25, 39, 40]. При відсутності рентгенографії та КТ для діагностики ЗЛ може бути використана УЗД-діагностика згідно BLUE-протоколу (bedside lung ultrasound emergency), за допомогою якої можна виявити також пневмоторакс, плевральний випіт та інші патологічні зміни [41, 42, 43].

При виникненні ТГК концепція тактичної скороченої хірургічної допомоги, типові ускладнення, такі як обструкція дихальних шляхів, напружений пневмоторакс та крововилив необхідно лікувати протягом перших 10 «платинових хвилин», так як у перші 10 хвилин після травми постраждалі знаходяться в небезпеці типових небезпечних для життя ускладнень, яких можна нехайно уникнути. Торакоабдомінальна та проксимальна кровотечі мають найвищий потенціал смертності та потребують швидкої цілеспрямованої первинної хірургічної допомоги, оскільки крововилив із цих ділянок є причиною більшості смертей від ВП, яких можна було уникнути [9].

Покращити якість медичної допомоги та знизити негайну загальну смертність можна, дотримуючись структурованих алгоритмів надання медичної допомоги при травмах та єдиних стандартизованих принципів лікування згідно існуючих алгоритмів («prehospital trauma life support» та «advanced trauma life support»). Відповідно до принципів хірургічного втручання має бути розпочата допомога та усі зусилля спрямовані на швидку стабілізацію патофізіології та уникнення або лікування летальної триади (ацидоз, коагулопатія, гіпотермія) [9].

Багато клініцистів вважають, що видалення кулі та ретельна санація показані в усіх випадках, проте видалення кулі та ретельна санація не завжди є необхідними та можуть призвести до додаткового пошкодження тканин або ускладнень, таких як інфекція, ятрогенне нейроваскулярне пошкодження, тромбоз глибоких вен та виникнення кровотечі [1]. Дренування є адекватним лікуванням у 85 % перфоративних пошкоджень грудної клітки. У разі сильної або постійної кровотечі (>1500 мл спочатку, 500 мл/год або >250 мл/год протягом > 4 год) рекомендоване хірургічне втручання [9].

ВП створює відкритий шлях проникнення інфекції, у якому снаряди та їхні компоненти можуть переносити бактерії та сміття з мікрофлори шкіри, одягу, навколишнього середовища чи інших проміжних цілей безпосередньо в рану [1, 44, 45]. ВП внаслідок висококінетичних снарядів має більшу ймовірність розвитку інфекції, оскільки більша кількість тканин девіталізується, а захисні сили організму після ВП ослаблені, тому аеробні та анаеробні організми можуть швидко розмножуватися, якщо потрапляють у тканину зі снарядом. На основі систематичного огляду багато досліджень надають високоякісні дані про застосування антибіотиків та рекомендують профілактичне лікування антибіотиками для висококінетичних ВП, а рекомендована тривалість курсу антибіотикотерапії коливається від 24 до 72 годин залежно від автора та специфіки випадку [1, 46]. Початкове лікування ВП включає місцеве зрошення антисептиком і накладення безбарвної антисептичної пов'язки, що не липне. Якнайшвидше, залежно від ситуації, дефекти м'яких тканин знезаражують двома промиваннями великою кількістю рідини, а очевидно життєві ділянки тканини хірургічно очищають. У разі відкритих переломів показаний невідкладний системний антибіотик аеробного та анаеробного спектру. Профілактика правця обов'язкова. Вилучення вбудованих сторонніх тіл відкладається на потім, щоб мінімізувати час операції та уникнути подальшого пошкодження м'яких тканин.

Первинне закриття рани є контрпродуктивним – лише відкрите лікування є методом вибору при вогнепальних і вибухових ушкодженнях кінцівок, включаючи повторну оцінку. Після хірургічної ревізії можна накладати тимчасове покриття рани, наприклад, пов'язки для лікування ран із негативним тиском або місцеві антисептичні гелі для ран [9, 47, 48]. ЗЛ зазвичай проходить спонтанно, якщо не виникає вторинного пошкодження.

Основними ускладненнями ЗЛ є респіраторна інфекція та пневмонія. Виділення із забитої ділянки зменшуються, що посилюється при будь-якій травмі грудної

стінки, а якісний догляд трахеї та легенева допомога є важливими для мінімізації захворюваності на пневмонію в цій групі ризику. Спосіб надання допомоги при ЗЛ полягає в запобіганні додаткового ушкодження, забезпеченні підтримуючої терапії в очікуванні загоєння ЗЛ. Оскільки патофізіологія ЗЛ має тенденцію розвиватися протягом 24–48 годин, необхідний ретельний моніторинг разом із введенням додаткового кисню. Інтубація трахеї та механічна вентиляція (ШВЛ/СІРАР/ВІРАР) можуть бути необхідними, якщо є труднощі з оксигенацією або вентиляцією. Якщо ЗЛ не реагує на інші методи лікування, можна використовувати екстракорпоральну мембранну оксигенацію (ЕСМО). В контексті легеневої реабілітації ТГК та ЗЛ важливим є підтримуючий догляд або так званий «туалет легень» у хворого: відсмоктування, відкашлювання та інші методи видалення слизу (наприклад, використання флатеру) та крові з дихальних шляхів. Легенева реабілітація повинна проводитись якомога раніше за допомогою дихальної гімнастики, інспіраторних дихальних тренажерів, флатерів, дозованого фізичного навантаження з урахуванням тесту з 6 хвилинною ходьбою (6MWT), кінезотерапії грудної клітки, та при необхідності кисневої терапії, щоб збільшити оксигенацію та розширити колабовані частини легень [25, 48, 49].

Клінічні випадки

3 24 лютого 2022 року по 18 лютого 2023 року у відділення пульмонології КП «Волинська обласна клінічна лікарня» показник госпіталізованих військових пацієнтів з ТГК внаслідок міно-вибухових поранень, осколкових поранень, вогнепальних кульових поранень та колото-різаних поранень грудної клітки склав 19,3 % від всіх пульмонологічних захворювань у військових, які поступили протягом звітного року у відділення (n = 88). Проникаюча ТГК зустрічалась в 41,1 % випадків, непроникаюча тупа ТГК (в тому числі ТППБ) в 23,5 % випадків, ТГК з пораненням м'яких тканин в 35,2 % випадків, ТГК з переломом кісток грудної клітки в 47 % випадків. В 52,9 % випадків поранення грудної клітки, в тому числі одне колото-різане поранення, припало на бокову поверхню грудної клітки яка не була захищена бронезишлетом. Травматичний (контузійний) пневмоніт спостерігався в 70,5 % випадків, в тому числі з деструкцією в 29,4 %. Посттравматична пневмонія в 58,8 % випадків яка була викликана негоспітальною та госпітальною інфекцією, плеврит – в 17,6 % випадків. Окрім того, після ТГК в 5,8 % випадків був вперше виявлений інфільтративно-деструктивний туберкульоз легень та в 5,8% випадків інвазивний аспергільоз легень. Також в 64,7% випадків виявлені металеві уламкові, сторонні тіла органів грудної клітки які потребували подальшого хірургічного видалення. У статті представлені клінічні випадки пацієнтів з ТГК, отриманих внаслідок військових дій.

1. Хворий N, військовий, 1989 р. н.

Скарги: біль у правій половині грудної клітки, що посилюється при русі, кашлі, відчуття нестачі повітря та неможливості повноцінного вдиху, задишка при навантаженні, загальна слабкість, виділення червоного кольору з дренажної трубки.

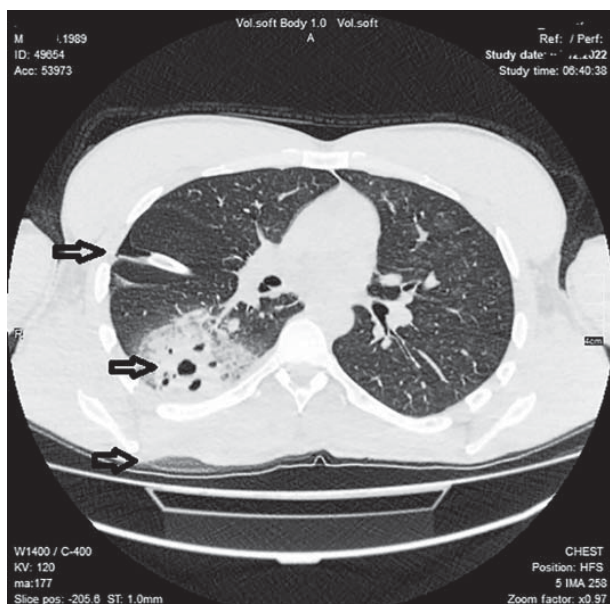


Рис. 1. КТ ОГК пацієнта N (випадок 1) на 2 добу захворювання

Анамнез захворювання. День 1: Пацієнт N, перебуваючи у бронезилеті на позиції, відчув сильний удар у спину, внаслідок чого був відкинутий на кілька метрів. Одразу помітив різкий колючий біль у грудній клітці та часте дихання, задишку в спокої з відчуттям нестачі повітря. Був негайно евакуйований. Оглянутий військовим лікарем, проведений торакоцентез, встановлена дренажна трубка по Бюлау в праву плевральну порожнину, проведена ПХО забійної рани на рівні нижнього кута лопатки справа. Евакуація з червоно-жовтої зони відбулася протягом 4 годин у положенні сидячи.

День 2–3: етапна евакуація та подальша госпіталізація у відділення торакальної хірургії. Скарги на біль у грудях справа, що посилюється при рухах, кашель, загальну слабкість, температуру тіла 37,2, кров'янисті виділення з дренажної трубки.

День 4: попередні скарги, виділення з дренажу червоні до 15 мл, температура 37,2. Перев'язка вакуумним аспиратором.

День 5: скарги попередні, виділень з дренажної трубки немає, дренажну трубку видалено, перев'язку проведено.

День 10: переведений у відділення пульмонології для подальшого лікування та легеневої реабілітації.

Анамнез життя: перелом носа (оперований в 2013 році). Інфекційний анамнез не обтяжений. Вакцинальний анамнез: щеплений проти SarsCov2 (4 дози). Алергологічний анамнез: не обтяжений. Шкідливі звички: палить 10 років по 1 пацці /добу. Лабораторні маркери: Лейкоцити – $13,0 \times 10^9/\text{л}$, гранулоцити – $8,7 \times 10^9/\text{л}$, еритроцити – $3,65 \times 10^{12}/\text{л}$; Hb – 116 г/л; Ht – 31,9 %. Глюкоза – 5,68 ммоль/л. АСТ – 16,7 Од/л. АЛТ – 14,8 Од/л. Сечовина – 3,86 ммоль/л. Креатинін – 83,3 мкмоль/л. Загальний білок – 68,3 г/л. СРП – 24 мг/л. Загальний IgE – 59 МЕ/мл. Група крові 0 (I) Rh (-). Мазок з носоглотки: SarsCov2 (негативний).

Локальний статус: В середньо/нижніх відділах справа ослаблене везикулярне дихання, інспіраторні вологі



Рис 2. Пацієнт N., випадок 1: загоєння забійної рани м'яких тканин грудної клітки справа, формування грануляційної тканини.

хрипи. Насичення крові киснем: у спокої – 98 %, під навантаженням — 92 % Спірометрія: ФЖЄЛ — 3,48 (67,4 %); ОФВ1 — 3,39 (79,0 %). FVC/FEV1 — 97 %. ЕКГ: в нормі.

Діагноз: Тупа травма грудної клітки позаду броні. Вогнепальне (кульове, 7,62×54 мм) непроникаюче поранення грудної кітки. Правобічний закритий пневмоторакс. Правобічний гемоторакс. Травматичний пневмоніт нижньої частки правої легені. Посттравматична пневмонія н/частки правої легені. Закритий неосколковий перелом 10 ребра справа. Забійна рана м'яких тканин. Анемія.

Проведене лікування: Дренування правої плевральної порожнини по Бюлау. ПХО та в подальшому перев'язки забійної рани м'яких тканин. Антибіотикотерапія. Киснева терапія. Знеболювальна терапія (НПЗП). Тромбопрофілактика. Легенева реабілітація за допомогою дихальних вправ та інспіраторного дихального тренажера. КТ ОГК на 2 добу захворювання (рис. 1): правобічний пневмоторакс, гемоторакс, дренування правої плевральної порожнини, забій правої легені, патерн дифузного альвеолярного крововиливу, матова скла, руйнування паренхіми, деформація м'яких тканин грудної кл

2. Хворий N, військовий, 1981 р. н.

Діагноз: Вогнепальне (осколкове, СПГ 9) проникаюче торако-абдомінальне поранення з пошкодженням правого куполу діафрагми та печінки. Правобічний пневмоторакс. Правобічний гемоторакс. Гемоперитонеум. Травматичний пневмоніт нижньої частки правої легені. Посттравматична пневмонія н/частки правої легені з осумкованим правобічним плевритом. Металева улам-

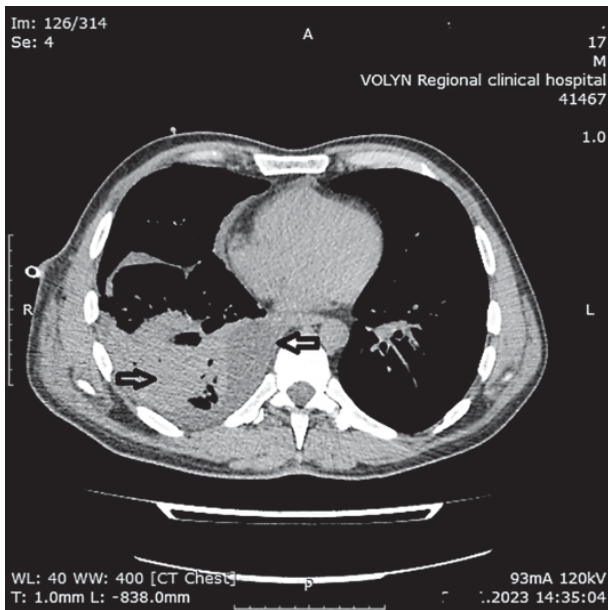


Рис. 3. КТ ОГК на 9 добу захворювання

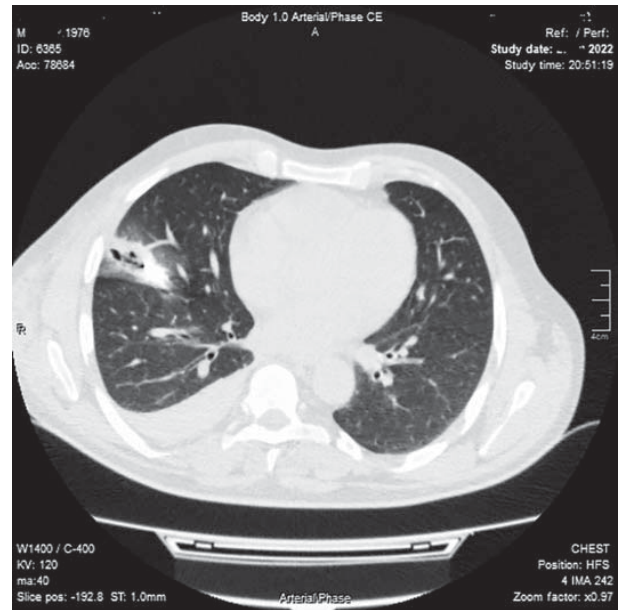


Рис. 5. КТ ОГК на 2 добу захворювання

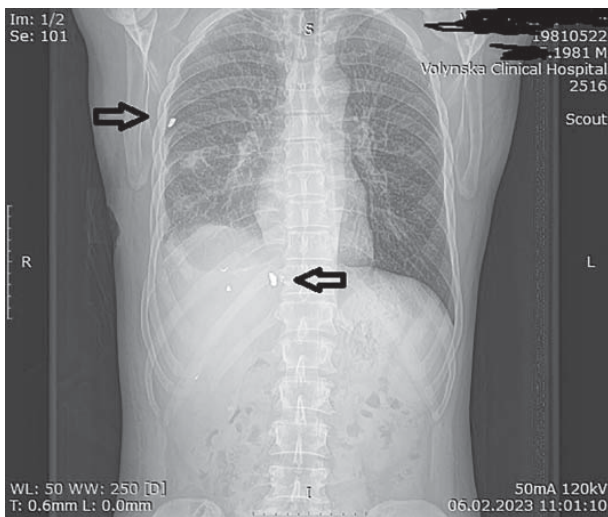


Рис. 4. КТ ОГК на 16 добу захворювання

кове, стороннє тіло м'яких тканин в ділянці 4 ребра справа, два металевих сторонніх тіла печінки та одне металеве стороннє тіло паравертебрально в ділянці 11 ребра справа. Анемія. ПТСР. На рис. 3 – КТ ОГК на 9 добу захворювання. Дренування плевральної порожнини. Рис. 4 – КТ ОГК на 16 добу захворювання.

3. Хворий N, військовий, 1976 р. н.

Діагноз: Вогнепальне (осколкове, 125 ммx2A46) проникаюче поранення грудної клітки. Правобічний гемоторакс. Травматичний пневмоніт з деструкцією середньої частки правої легені. Посттравматична пневмонія с/частки (сегментарна) правої легені. Металева уламкове стороннє тіло в ділянці середньої доли. КТ ОГК на 2 добу захворювання представлено на рис. 5.

4. хворий N, військовий, 1989 р. н.

Діагноз: Вогнепальне (осколкове, MBT) проникаюче поранення грудної клітки. Правобічний пневмоторакс. Правобічний гемоторакс. Травматичний пневмоніт пра-

вої легені. Підшкірна емфізема. Металева уламкове стороннє тіло м'яких тканин. Закритий перелом 8 ребра справа. Стан після дренування правої плевральної порожнини. Рис 6. – КТ ОГК на 7 добу захворювання.

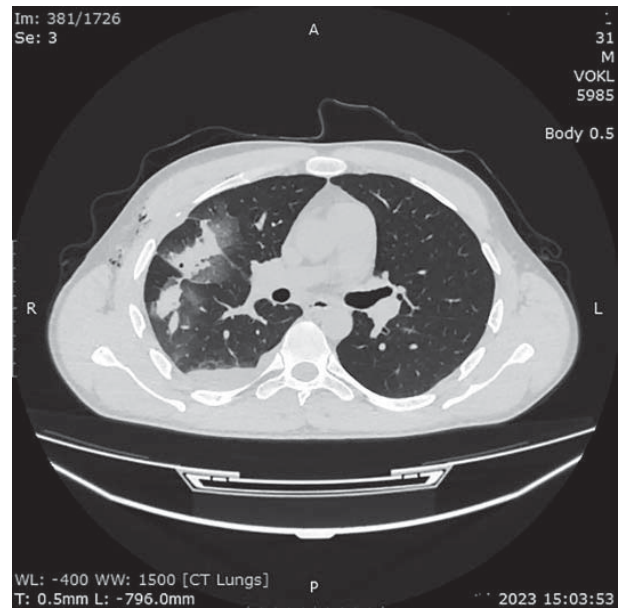


Рис. 6. КТ ОГК на 7 добу захворювання

5. хворий N, військовий, 1989 р. н.

Діагноз: Вогнепальне (кульове, 7,62x54 мм) наскрізне непроникаюче поранення грудної клітки справа. Травматичний пневмоніт з деструкцією нижньої частки правої легені. Правобічний гемоторакс. Посттравматична пневмонія н/частки правої легені. Вогнепальна, наскрізна, ускладнена рана м'яких тканин грудної клітки справа. Закритий осколковий перелом 5–7 ребер справа. Рис. 7. – КТ ОГК на 9 добу захворювання. Рис. 8. – Загоєння вогнепальної наскрізної рани м'яких тканин грудної клітки вторинним натягом, формування грануляційної тканини.

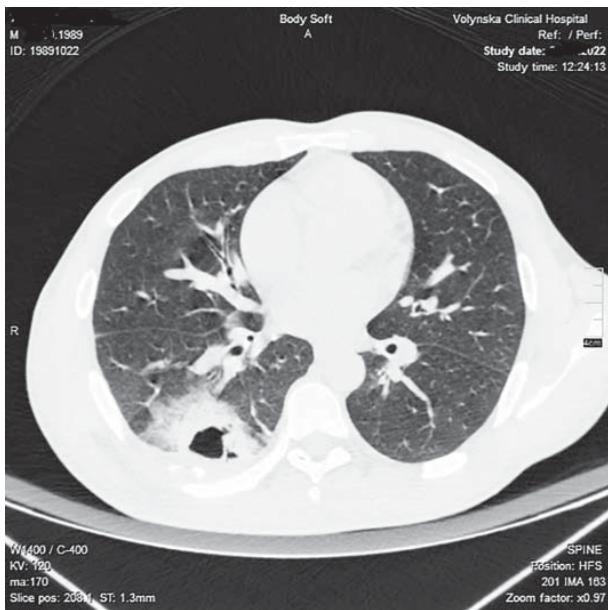


Рис. 7. КТ ОГК на 9 добу захворювання



Рис. 8. Загоєння вогнепальної наскрізної рани м'яких тканин грудної клітки вторинним натягом, формування грануляційної тканини

Висновки

Частота вогнепальних поранень та травм внаслідок війни з Росією продовжує зростати. Вогнепальні поранення та ТГК можуть викликати ряд станів, що загрожу-

ють життю – кровотеча, обструкція дихальних шляхів, напружений пневмоторакс з тампонадою перикарда, відкритий пневмоторакс, масивний гемоторакс, розшарування грудної клітки, трахеобронхіальні пошкодження, пошкодження діафрагми, пошкодження міокарда, розрив грудного відділу аорти, пошкодження стравоходу, травматичний (контузійний) пневмоніт або ЗЛ та виникнення вторинних ускладнень у вигляді пневмонії. Показник госпіталізованих військових пацієнтів з ТГК внаслідок міно-вибухових поранень, осколкових поранень, вогнепальних кульових поранень та колото-різаних поранень грудної клітки склав 19,3 % від всіх пульмонологічних захворювань у військових, які поступили у відділення пульмонології КП «Волинська обласна клінічна лікарня» протягом звітного року. Найкращим методом діагностики та динамічного спостереження за ТГК з ЗЛ залишається КТ, альтернативним методом — рентгенографія та УЗД легень. Відповідно до концепції тактичної скороченої хірургічної допомоги, допомогу постраждалому необхідно надавати протягом перших 10 «платинових хвилин» дотримуючись структурованих алгоритмів надання медичної допомоги при травмах та єдиних стандартизованих принципів лікування згідно існуючих алгоритмів («prehospital trauma life support» та «advanced trauma life support»). Спосіб надання допомоги при ЗЛ полягає в запобіганні додаткового ушкодження, забезпеченні підтримуючої терапії в очікуванні загоєння. ЗЛ зазвичай проходить спонтанно, якщо не виникає вторинного ускладнення. Основними ускладненнями ЗЛ є респіраторна інфекція та пневмонія, яка може бути зумовлена як негоспітальною так і госпітальною інфекцією. При ТГК з ЗЛ також слід враховувати виникнення такої специфічної інфекції як туберкульоз та аспергильоз, яка може призводити до деструкції та посилювати деструктивні зміни паренхіми легень. Легенева реабілітація ТГК та ЗЛ повинна якомога раніше за допомогою дихальної гімнастики, інспіраторних дихальних тренажерів, флатерів, дозованого фізичного навантаження з урахуванням БМWT тесту, кінезотерапії грудної клітки, та при необхідності кисневої терапії, щоб збільшити оксигенацію та розширити колабовані частини легень. Загальні рекомендації для військових щодо профілактики ускладнень ТГК також мають включати якісну підготовку з тактичної медицини, використання бронезилету з високим ступенем захисту в тому числі з захистом бокової поверхні грудної клітки, відмова від паління та проведення планової імунопрофілактики пневмонії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Baum GR, Baum JT, Hayward D, et al. Gunshot Wounds: Ballistics, Pathology, and Treatment Recommendations, with a Focus on Retained Bullets. Published online 2022 Sep 5. doi: 10.2147/ORR.S378278
2. Adibe OO, Caruso RP, Swan KG. Gunshot wounds: bullet caliber is increasing, 1998–2003. Am Surg. 2004;70(4):322–325.
3. Simpson BM, Grant RE. A synopsis of urban firearm ballistics: Washington, DC Model. Clin Orthop Relat Res. 2003;408:12–16. doi:10.1097/00003086-200303000-00003
4. Edwin WD'Souza, et al. Combat injury profiles among U.S. military personnel who survived serious wounds in Iraq and Afghanistan: A latent class analysis 2022;17(4):e0266588. doi: 10.1371/journal.pone.0266588
5. Centers for Disease Control and Prevention. Explosions and blast injuries: a primer for clinicians. Available at: https://archive.org/details/Explosions_and_Blast_Injuries_A_Primer_for_Clinicians_CDC (last accessed on 23 February 2017).

REFERENCES

1. Baum GR, Baum JT, Hayward D, et al. Gunshot Wounds: Ballistics, Pathology, and Treatment Recommendations, with a Focus on Retained Bullets. Published online 2022 Sep 5. doi: 10.2147/ORR.S378278
2. Adibe OO, Caruso RP, Swan KG. Gunshot wounds: bullet caliber is increasing, 1998–2003. Am Surg. 2004;70(4):322–325.
3. Simpson BM, Grant RE. A synopsis of urban firearm ballistics: Washington, DC Model. Clin Orthop Relat Res. 2003;408:12–16. doi:10.1097/00003086-200303000-00003
4. Edwin WD'Souza, et al. Combat injury profiles among U.S. military personnel who survived serious wounds in Iraq and Afghanistan: A latent class analysis 2022;17(4):e0266588. doi: 10.1371/journal.pone.0266588
5. Centers for Disease Control and Prevention. Explosions and blast injuries: a primer for clinicians. Available at: https://archive.org/details/Explosions_and_Blast_Injuries_A_Primer_for_Clinicians_CDC (last accessed on 23 February 2017).

6. Champion HR, Holcomb JB, Young LA. Injuries from explosions: physics, biophysics, pathology, and required research focus. *J Trauma*. 2009;66:1468–1477.
7. Horrocks CL. Blast injuries: biophysics, pathophysiology and management principles. *J Roy Army Med Corps*. 2001;147:28–40.
8. Leibovici D, Gofrit ON, Stein M, et al. Blast injuries: bus versus open-air bombings—a comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions. *J Trauma*. 1996;41:1030–1035.
9. Axel Franke, et al. The First Aid and Hospital Treatment of Gunshot and Blast Injuries. *Dtsch Arztebl Int*. 2017 Apr 7;114(14):237–243. doi: 10.3238/arztebl.2017.0237.
10. Omid R, Stone MA, Zalavras CG, et al. Gunshot Wounds to the Upper Extremity. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(7):e301–e310. doi:10.5435/jaaos-d-17-00676
11. Bartlett CS. Clinical update: gunshot wound ballistics. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;408:28–57. doi:10.1097/00003086-200303000-00005
12. Rhee PM, Moore EE, Joseph B, et al. Gunshot wounds: a review of ballistics, bullets, weapons, and myths. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;80(6):853–867. doi:10.1097/ta.0000000000001037
13. Yoganandan N, Pintar FA, Kumaresan S, et al. Dynamic analysis of penetrating trauma. *J Trauma*. 1997;42(2):266–272. doi:10.1097/00005373-199702000-00014
14. Bartlett CS, Helfet DL, Hausman MR, et al. Ballistics and gunshot wounds: effects on musculoskeletal tissues. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000;8(1):21–36. doi:10.5435/00124635-200001000-00003
15. Moriscot A, Miyabara EH, Langeani B, et al. Firearms-related skeletal muscle trauma: pathophysiology and novel approaches for regeneration. *NPJ Regen Med*. 2021;6(1):17. doi:10.1038/s41536-021-00127-1
16. Cail K, Klatt E. The effect of intermediate clothing targets on shotgun ballistics. *Am J Forensic Med Pathol*. 2013;34(4):348–351. doi:10.1097/paf.0000000000000051
17. Jabara JT, Gannon NP, Vallier HA, et al. Management of civilian low-velocity gunshot injuries to an extremity. *J Bone Joint Surg Am*. 2021;103(11):1026–1037. doi:10.2106/jbjs.20.01544
18. Maiden N. Historical overview of wound ballistics research. *Forensic Sci Med Pathol*. 2009;5(2):85–89. doi:10.1007/s12024-009-9090-z
19. Bartlett CS, Helfet DL, Hausman MR, et al. Ballistics and gunshot wounds: effects on musculoskeletal tissues. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000;8(1):21–36. doi:10.5435/00124635-200001000-00003
20. Bekir Nihat Dogrul, Ibrahim Kiliccalan, et al. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview. *Chin J Traumatol*. 2020;23(3):125–138. doi: 10.1016/j.cjtee.2020.04.003
21. Simon BJ, Cushman J, Barraco R, et al. Pain management guidelines for blunt thoracic trauma. *J Trauma*. 2005;59:1256–1267, DOI: 10.1097/01.ta.0000178063.77946.f5
22. Hofman M, et al. Incidence of post-traumatic pneumonia in poly-traumatized patients: identifying the role of traumatic brain injury and chest trauma. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2020;46:11–19.
23. Grubmuller M, Kerschbaum M, Diepold E, et al. Severe thoracic trauma—still an independent predictor for death in multiple injured patients? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018;26(1):6. doi: 10.1186/s13049-017-0469-7.
24. Cannon L. Behind armour blunt trauma—an emerging problem. *Review J R Army Med Corps*. 2001;147(1):87–96. doi: 10.1136/jramc-147-01-09.
25. Ganie FA. *Bull Emerg Trauma*. 2013;1(1):7–16. PMID: PMC4771236 PMID: 27162815 Lung Contusion: A Clinico-Pathological Entity with Unpredictable Clinical Course.
26. Moomey CB Jr, Fabian TC, Croce MA, et al. Cardio-pulmonary function after pulmonary contusion and partial liquid ventilation. *J Trauma*. 1998;45(2):283–290.
27. Miller PR, Croce MA, Bee TK, et al. ARDS after pulmonary contusion: accurate measurement of contusion volume identifies high-risk patients. *J Trauma*. 2001;51(2):223–230.
28. Cobanoglu U, Melek M, Edirne Y. Diagnosis of pulmonary contusion by CXR is associated with higher morbidity and mortality rates. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;26:24–29.
29. Luce JM. Acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 1998;26(2):369–376.
30. Raghavendran K, Davidson BA, Woytash JA, et al. The evolution of isolated, bilateral lung contusion from blunt chest trauma in rats: cellular and cytokine responses. *Shock*. 2005;24(2):132–138.
31. Cohn SM, Dubose JJ. Pulmonary contusion: an update on recent advances in clinical management. *World J Surg*. 2010;34(8):1959–1970
32. Raghavendran K, Davidson BA, Woytash JA, et al. The evolution of isolated, bilateral lung contusion from blunt chest trauma in rats: cellular and cytokine responses. *Shock*. 2005;24(2):132–138.
33. McAuley DF, Frank JA, Fang X, et al. Clinically relevant concentrations of beta2-adrenergic agonists stimulate maximal cyclic adenosine monophosphate-dependent airspace fluid clearance and decrease pulmonary edema in experimental acid-induced lung injury. *Crit Care Med*. 2004;32(7):1470–1476.
34. Seitz DH, Perl M, Mangold S, et al. Pulmonary contusion induces alveolar type 2 epithelial cell apoptosis: role of alveolar macrophages and neutrophils. *Shock*. 2008;30(5):537–544.
35. Liener UC, Knöferl MW, Sträter J, et al. Induction of apoptosis following blunt chest trauma. *Shock*. 2003;20(6):511–516.
36. Knöferl MW, Liener UC, Seitz DH, et al. Cardiopulmonary, histological, and inflammatory alterations after lung contusion in a novel mouse model of blunt chest trauma. *Shock*. 2003;19(6):519–525.
37. Martin TR, Hagimoto N, Nakamura M, et al. Apoptosis and epithelial injury in the lungs. *Proc Am Thorac Soc*. 2005;2(3):214–220.
38. Sattler S, Maier RV, Karmy-Jones R, et al. *Thoracic Trauma and Critical Care*. Berlin: Springer; 2002. Pulmonary contusion; pp. 159–160.
39. Wylie J, Morrison GC, Nalk K, et al. Lung contusion in children—early computed tomography versus radiography. *Pediatr Crit Care Med*. 2009;10(6):643–647.
40. Deunk J, Poels TC, Brink M, et al. The clinical outcome of occult pulmonary contusion on multidetector-row computed tomography in blunt trauma patients. *J Trauma*. 2010;68(2):387–94.
41. Yakovenko OK, et al. Modern pulmonology by practitioner's view. According to the materials of the European Respiratory Society, 2016 (London, UK). *Clinical Immunology. Allergy. Infection*. 2017;(1).
6. Champion HR, Holcomb JB, Young LA. Injuries from explosions: physics, biophysics, pathology, and required research focus. *J Trauma*. 2009;66:1468–1477.
7. Horrocks CL. Blast injuries: biophysics, pathophysiology and management principles. *J Roy Army Med Corps*. 2001;147:28–40.
8. Leibovici D, Gofrit ON, Stein M, et al. Blast injuries: bus versus open-air bombings—a comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions. *J Trauma*. 1996;41:1030–1035.
9. Axel Franke, et al. The First Aid and Hospital Treatment of Gunshot and Blast Injuries. *Dtsch Arztebl Int*. 2017 Apr 7;114(14):237–243. doi: 10.3238/arztebl.2017.0237.
10. Omid R, Stone MA, Zalavras CG, et al. Gunshot Wounds to the Upper Extremity. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(7):e301–e310. doi:10.5435/jaaos-d-17-00676
11. Bartlett CS. Clinical update: gunshot wound ballistics. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;408:28–57. doi:10.1097/00003086-200303000-00005
12. Rhee PM, Moore EE, Joseph B, et al. Gunshot wounds: a review of ballistics, bullets, weapons, and myths. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;80(6):853–867. doi:10.1097/ta.0000000000001037
13. Yoganandan N, Pintar FA, Kumaresan S, et al. Dynamic analysis of penetrating trauma. *J Trauma*. 1997;42(2):266–272. doi:10.1097/00005373-199702000-00014
14. Bartlett CS, Helfet DL, Hausman MR, et al. Ballistics and gunshot wounds: effects on musculoskeletal tissues. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000;8(1):21–36. doi:10.5435/00124635-200001000-00003
15. Moriscot A, Miyabara EH, Langeani B, et al. Firearms-related skeletal muscle trauma: pathophysiology and novel approaches for regeneration. *NPJ Regen Med*. 2021;6(1):17. doi:10.1038/s41536-021-00127-1
16. Cail K, Klatt E. The effect of intermediate clothing targets on shotgun ballistics. *Am J Forensic Med Pathol*. 2013;34(4):348–351. doi:10.1097/paf.0000000000000051
17. Jabara JT, Gannon NP, Vallier HA, et al. Management of civilian low-velocity gunshot injuries to an extremity. *J Bone Joint Surg Am*. 2021;103(11):1026–1037. doi:10.2106/jbjs.20.01544
18. Maiden N. Historical overview of wound ballistics research. *Forensic Sci Med Pathol*. 2009;5(2):85–89. doi:10.1007/s12024-009-9090-z
19. Bartlett CS, Helfet DL, Hausman MR, et al. Ballistics and gunshot wounds: effects on musculoskeletal tissues. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000;8(1):21–36. doi:10.5435/00124635-200001000-00003
20. Bekir Nihat Dogrul, Ibrahim Kiliccalan, et al. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview. *Chin J Traumatol*. 2020;23(3):125–138. doi: 10.1016/j.cjtee.2020.04.003
21. Simon BJ, Cushman J, Barraco R, et al. Pain management guidelines for blunt thoracic trauma. *J Trauma*. 2005;59:1256–1267, DOI: 10.1097/01.ta.0000178063.77946.f5
22. Hofman M, et al. Incidence of post-traumatic pneumonia in poly-traumatized patients: identifying the role of traumatic brain injury and chest trauma. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2020;46:11–19.
23. Grubmuller M, Kerschbaum M, Diepold E, et al. Severe thoracic trauma—still an independent predictor for death in multiple injured patients? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018;26(1):6. doi: 10.1186/s13049-017-0469-7.
24. Cannon L. Behind armour blunt trauma—an emerging problem. *Review J R Army Med Corps*. 2001;147(1):87–96. doi: 10.1136/jramc-147-01-09.
25. Ganie FA. *Bull Emerg Trauma*. 2013;1(1):7–16. PMID: PMC4771236 PMID: 27162815 Lung Contusion: A Clinico-Pathological Entity with Unpredictable Clinical Course.
26. Moomey CB Jr, Fabian TC, Croce MA, et al. Cardio-pulmonary function after pulmonary contusion and partial liquid ventilation. *J Trauma*. 1998;45(2):283–290.
27. Miller PR, Croce MA, Bee TK, et al. ARDS after pulmonary contusion: accurate measurement of contusion volume identifies high-risk patients. *J Trauma*. 2001;51(2):223–230.
28. Cobanoglu U, Melek M, Edirne Y. Diagnosis of pulmonary contusion by CXR is associated with higher morbidity and mortality rates. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;26:24–29.
29. Luce JM. Acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 1998;26(2):369–376.
30. Raghavendran K, Davidson BA, Woytash JA, et al. The evolution of isolated, bilateral lung contusion from blunt chest trauma in rats: cellular and cytokine responses. *Shock*. 2005;24(2):132–138.
31. Cohn SM, Dubose JJ. Pulmonary contusion: an update on recent advances in clinical management. *World J Surg*. 2010;34(8):1959–1970
32. Raghavendran K, Davidson BA, Woytash JA, et al. The evolution of isolated, bilateral lung contusion from blunt chest trauma in rats: cellular and cytokine responses. *Shock*. 2005;24(2):132–138.
33. McAuley DF, Frank JA, Fang X, et al. Clinically relevant concentrations of beta2-adrenergic agonists stimulate maximal cyclic adenosine monophosphate-dependent airspace fluid clearance and decrease pulmonary edema in experimental acid-induced lung injury. *Crit Care Med*. 2004;32(7):1470–1476.
34. Seitz DH, Perl M, Mangold S, et al. Pulmonary contusion induces alveolar type 2 epithelial cell apoptosis: role of alveolar macrophages and neutrophils. *Shock*. 2008;30(5):537–544.
35. Liener UC, Knöferl MW, Sträter J, et al. Induction of apoptosis following blunt chest trauma. *Shock*. 2003;20(6):511–516.
36. Knöferl MW, Liener UC, Seitz DH, et al. Cardiopulmonary, histological, and inflammatory alterations after lung contusion in a novel mouse model of blunt chest trauma. *Shock*. 2003;19(6):519–525.
37. Martin TR, Hagimoto N, Nakamura M, et al. Apoptosis and epithelial injury in the lungs. *Proc Am Thorac Soc*. 2005;2(3):214–220.
38. Sattler S, Maier RV, Karmy-Jones R, et al. *Thoracic Trauma and Critical Care*. Berlin: Springer; 2002. Pulmonary contusion; pp. 159–160.
39. Wylie J, Morrison GC, Nalk K, et al. Lung contusion in children—early computed tomography versus radiography. *Pediatr Crit Care Med*. 2009;10(6):643–647.
40. Deunk J, Poels TC, Brink M, et al. The clinical outcome of occult pulmonary contusion on multidetector-row computed tomography in blunt trauma patients. *J Trauma*. 2010;68(2):387–94.
41. Yakovenko OK, et al. Modern pulmonology by practitioner's view. According to the materials of the European Respiratory Society, 2016 (London, UK). *Clinical Immunology. Allergy. Infection*. 2017;(1).

42. Soldati G, Testa A, Silva FR, et al. Chest ultrasonography in lung contusion. *Chest*. 2006;130(2):533–538.
43. Hyacinthe AC, Broux C, Francony G, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography in the acute assesement of common thoracic lesions after trauma. *Chest*. 2012;141(5):1177–1183.
44. Grosse Perdekamp M, Kneubuehl BP, Serr A, et al. Gunshot-related transport of micro-organisms from the skin of the entrance region into the bullet path. *Int J Legal Med*. 2006;120(5):257–264. doi:10.1007/s00414-005-0073-7
45. Hafertepen SC, Davis JW, Townsend RN, et al. Myths and misinformation about gunshot wounds may adversely affect proper treatment. *World J Surg*. 2015;39(7):1840–1847. doi:10.1007/s00268-015-3004-x
46. Sathiyakumar V, Thakore RV, Stinner DJ, et al. Gunshot-induced fractures of the extremities: a review of antibiotic and debridement practices. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2015;8(3):276–289. doi:10.1007/s12178-015-9284-9
47. Ramasamy A, Hill AM, Clasper J. Improvised Explosive Devices: Pathophysiology, Injury Profiles and Current Medical Management. *J Roy Army Med Corps*. 2009;155:265–272.
48. Taylor CJ, Hettiaratchy S, Jeffery SL, et al. Contemporary approaches to definitive extremity reconstruction of military wounds. *J Roy Army Med Corps*. 2009;155:302–307.
49. Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther*. 1996;76(6):609–625.
42. 'Soldati G, Testa A, Silva FR, et al. Chest ultrasonography in lung contusion. *Chest*. 2006;130(2):533–538.
43. 'Hyacinthe AC, Broux C, Francony G, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography in the acute assesement of common thoracic lesions after trauma. *Chest*. 2012;141(5):1177–1183.
44. 'Grosse Perdekamp M, Kneubuehl BP, Serr A, et al. Gunshot-related transport of micro-organisms from the skin of the entrance region into the bullet path. *Int J Legal Med*. 2006;120(5):257–264. doi:10.1007/s00414-005-0073-7
45. 'Hafertepen SC, Davis JW, Townsend RN, et al. Myths and misinformation about gunshot wounds may adversely affect proper treatment. *World J Surg*. 2015;39(7):1840–1847. doi:10.1007/s00268-015-3004-x
46. 'Sathiyakumar V, Thakore RV, Stinner DJ, et al. Gunshot-induced fractures of the extremities: a review of antibiotic and debridement practices. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2015;8(3):276–289. doi:10.1007/s12178-015-9284-9
47. 'Ramasamy A, Hill AM, Clasper J. Improvised Explosive Devices: Pathophysiology, Injury Profiles and Current Medical Management. *J Roy Army Med Corps*. 2009;155:265–272.
48. 'Taylor CJ, Hettiaratchy S, Jeffery SL, et al. Contemporary approaches to definitive extremity reconstruction of military wounds. *J Roy Army Med Corps*. 2009;155:302–307.
49. 'Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther*. 1996;76(6):609–625.