

DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.1.2024.19-31>  
УДК: 616-073.75:616.24



## Можливості променевих методів дослідження у визначенні проявів заброньової травми органів грудної клітки

Хорошун Е.М.<sup>1,2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1258-1319>, e-mail: ehoroshun@i.ua  
Спузяк Р.М.<sup>2,3</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5822-4766>, e-mail: rentgenspuzyak@gmail.com  
Деменко П.В.<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0003-2643-8836>, e-mail: demenko.pasha@gmail.com  
Дем'яненко В.В.<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-6303-2972>, e-mail: igor.valeria1@ukr.net  
Колпаков О.В.<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0009-0005-6348-2443>, e-mail: kolpakov1985@ukr.net

<sup>1</sup>Військово-медичний клінічний центр Північного регіону Командування Медичних Сил Збройних Сил України, Харків, Україна  
<sup>2</sup>Харківський національний медичний університет Міністерства охорони здоров'я України, Харків, Україна  
<sup>3</sup>Державна установа «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», Харків, Україна

## Capabilities of radiation imaging methods in detecting symptoms of behind-armor blunt trauma of the chest organs

Khoroshun E.M.<sup>1,2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1258-1319>, e-mail: ehoroshun@i.ua  
Spuziak R.M.<sup>2,3</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5822-4766>, e-mail: rentgenspuzyak@gmail.com  
Demenko P.V.<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0003-2643-8836>, e-mail: demenko.pasha@gmail.com  
Demianenko V.V.<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-6303-2972>, e-mail: igor.valeria1@ukr.net  
Kolpakov O.V.<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0009-0005-6348-2443>, e-mail: kolpakov1985@ukr.net

<sup>1</sup>Military Medical Clinical Center of the Northern Region of the Medical Forces Command of the Armed Forces of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
<sup>2</sup>Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
<sup>3</sup>State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, Ukraine

### Ключові слова:

бойова травма грудної клітки, забій легені, пневмоторакс, гемоторакс, променеве дослідження.

### Для кореспонденції:

Хорошун Едуард Миколайович  
Військово-медичний клінічний центр Північного регіону Командування Медичних Сил Збройних Сил України; вул. Культури, буд. 5, м. Харків, Україна, 61058; e-mail: ehoroshun@i.ua

© Хорошун Е.М., Спузяк Р.М., Деменко П.В., Дем'яненко В.В., Колпаков О.В., 2024

### РЕЗЮМЕ

**Актуальність.** Внаслідок повномасштабного вторгнення РФ на територію України значно зросла кількість поранених із бойовою хірургічною травмою. За даними літератури, травма органів грудної клітки становить 10–12% від усіх механічних ушкоджень. Частина ушкоджень пов'язана з появою індивідуальних бронежилетів, які ефективно перетворюють проникні травми на закриті. Такий тип ушкоджень має назву «заброньова травма». Основний механізм ушкодження легень (контузія і розриви паренхіми) при заброньовій травмі – раптова потужна компресія. При бойовій торакальній травмі візуалізація має ключове значення для виявлення та повноцінної характеристики ушкоджень та їх ускладнень.

**Мета роботи.** Визначити особливості проявів заброньової травми грудної клітки при променевому дослідженні.

**Матеріали та методи.** Досліджувалися поранені із заброньовою травмою грудної клітки, які знаходилися на лікуванні у Військово-медичному клінічному центрі (ВМКЦ) Північного регіону м. Харкова у вересні – грудні 2023 року. Променеве дослідження включало традиційну рентгенографію органів грудної клітки (ОГК), яку проведено всім пораненим. УЗД за протоколами FAST та BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) проведено у 75% та спіральну комп'ютерну томографію (СКТ) виконано у 45% пацієнтів. З огляду доказової медицини стаття належить до категорії «Опис серії випадків».

**Результати та їх обговорення.** Переважна більшість ушкоджень при заброньовій травмі припадає саме на забій легені (51,2%). Виділяли три ступеня забою легені, залежно від площі ураження, вираженості рентгенівських проявів та динаміки процесу. Основними рентгенівськими ознаками забою легень були ділянки зниження прозорості від незначної до вираженої інтенсивності, з нечіткими контурами, які не відповідали анатомічним межах сегментів. Рентгенологічна

картина забою (контузії) легені може бути відтермінованою. Значне збільшення контузії через 24–48 год. є негативним прогностичним показником з підозрою на виникнення пневмонії, аспірації або жирової емболії. Ізольований забій легень спостерігали у незначній кількості (11,5%), бо найчастіше визначалося поєднане ушкодження. Виникнення пневмотораксу, гемотораксу тісно пов'язано з переломами ребер та розривами легень. Розриви легень можуть мати вигляд забою легені, тому на звичайній рентгенограмі їх визначити важко, і це вимагає проведення КТ для встановлення остаточного діагнозу. Не тільки забій легені, а й переломи ребер призводять до пневмотораксу, який за об'ємом повітря у плевральній порожнині ми поділяли на малий, середній, великий та тотальний. У 18,3% випадків, крім травматичних змін паренхіми легень та ребер, спостерігали між'язову емфізему м'яких тканин, основною причиною виникнення якої в наших спостереженнях був розрив парієтальної плеври уламком ребра. Внаслідок поранень із ушкодженням паренхіми легень чи інтраплевральних судин може розвинутися гемоторакс, який ми спостерігали у 23,2% поранених із заброньовою травмою грудної клітки та поділяли на малий, середній, великий та тотальний залежно від об'єму крові у плевральній порожнині. У виявленні гемотораксу велике значення мало застосування УЗД за FAST-протоколом. Крім того, виконання УЗД за BLUE-протоколом дозволило вивчати зміни і в легеневій паренхімі, переважно у субплевральних відділах, та вивчати динаміку цих змін у процесі лікування.

**Висновки.** Найчастішим проявом заброньової травми грудей є забій легені (51,2%), перебіг якого залежить від ускладнень, що виникли: розриви легені, пневмоторакс, гемоторакс, порушення каркасності грудної стінки. Проте, слід відзначити, що при заброньовій травмі частіше спостерігався забій I ступеня (67,4%), гемоторакс I ступеня (16,3%), пневмоторакс I ступеня (9,3%). Вихідним методом променевого дослідження при заброньовій травмі ОГК залишається рентгенографія, а використання УЗД за протоколами FAST та BLUE надає можливість вивчити стан м'яких тканин грудної стінки, виявити пневмота/або гемоторакс, післятравматичні зміни у субплевральних відділах легень. Застосування СКТ при бойовій травмі ОГК слід вважати ключовим методом променевого дослідження, який на даному етапі у 45% поранених дозволив уточнити об'єм та характер внутрішньогрудних ушкоджень у повному обсязі, порівняно із рентгенографією, та провести точну оцінку цих змін при динамічному спостереженні. Принциповим є виконання СКТ при відсутності ушкоджень та ускладнень, що несуть пряму загрозу життю, або вже після їх усунення. У статті наведено клінічні спостереження пацієнтів з різними проявами заброньової бойової травми грудної клітки.

#### Для цитування:

Хорошун Е.М., Спужак Р.М., Деменко П.В., Дем'яненко В.В., Колпаков О.В. Можливості променевих методів дослідження у визначенні проявів заброньової травми органів грудної клітки. *Український радіологічний та онкологічний журнал*. 2024. Т. 32. № 1. С. 19–31. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.1.2024.19-31>

#### Key words:

combat chest trauma, lung contusion, pneumothorax, hemothorax, radiation imaging.

#### For correspondence:

*Khoroshun Eduard Mykolayovych*  
Military Medical Clinical Center of the Northern Region of the Medical Forces Command of the Armed Forces of Ukraine; 5 Kultury Str., Kharkiv, Ukraine, 61058; e-mail: ehoshun@i.ua

© *Khoroshun E.M., Spuziak R.M., Demenko P.V., Demyanenko V.V., Kolpakov O.V., 2024*

#### ABSTRACT

**Background.** Russia's full-scale invasion of Ukraine caused a significant increase in the number of the wounded with surgical combat trauma. According to the literature data, chest injuries account for 10–12% of all mechanical injuries. Some of them are associated with the invention of personal body armor vests that effectively convert penetrating traumas into closed ones. Such type of trauma is called a «behind-armor blunt trauma». Sudden powerful compression is the main mechanism of lung injuries (contusion and parenchymal lacerations) in a behind-armor blunt trauma. In a combat thoracic trauma, imaging plays a key role in detecting and properly characterizing injuries and their complications.

**The purpose of the work** is to determine characteristics of symptoms of a behind-armor blunt trauma of the chest in radiation imaging examination.

**Materials and methods.** Our study involved the wounded with a behind-armor blunt trauma of the chest who underwent treatment at the Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, over the period from September to December 2023. Imaging examination included a conventional chest X-ray, which was performed in all patients, an ultrasound examination according to FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma) and BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) protocols, which was performed in 75% of patients, and computed tomography which was performed in 45% of patients. From the viewpoint of evidence-based medicine, the format of this study is a case series.

**Results.** Lung contusion accounts for the overwhelming majority of injuries (51,2%) in a behind-armor blunt trauma. We distinguished three degrees of lung contusion, depending on the size of the injured area, severity of X-ray symptoms, and the injury course over time. The main radiological features of lung contusion were areas of reduced transparency (from mild to severe intensity) with unclear contours that

did not correspond to anatomical borders of segments. X-ray symptoms of lung contusion can be delayed. A significant increase in contusion size after 24–48 hours is a negative prognostic factor for pneumonia, aspiration, or fat embolism. The isolated lung contusion was observed in a small number of cases (11,5%), because most patients had multiple trauma. Emergence of pneumothorax and hemothorax is closely associated with rib fractures and lung lacerations. The latter can look like lung contusion, therefore they are difficult to detect on a conventional X-ray image. Thus, CT is required to establish a final diagnosis. Not only lung contusion but also rib fractures caused pneumothorax which was categorized into small, moderate, and big according to air volume in the pleural cavity. In 18,3% of cases, besides traumatic changes in the lung parenchyma and ribs, we observed intramuscular emphysema of the soft tissues, which was mainly caused by laceration of the parietal pleura by a piece of rib. As a result of the wounds accompanied with the injury of the lung parenchyma or intrapleural vessels, there is a risk of development of hemothorax, which was observed in 23,2% of patients with a behind-armor blunt trauma of the chest and categorized into small, moderate, big, and total depending on blood volume in the pleural cavity. FAST ultrasound examination was essential for detecting hemothorax. In addition, BLUE ultrasound examination allowed us to also study changes in the lung parenchyma, primarily in subpleural areas, and observe these changes in the process of treatment over time.

**Conclusions.** The most frequent symptom of a behind-armor blunt trauma of the chest is lung contusion (51,2%), the course of which depends on complications: lung laceration, pneumothorax, hemothorax, fractures of the chest bones. However, it should be noted that in a behind-armor blunt trauma, we observed more frequently a first-degree contusion (67,4%), a first-degree hemothorax (16,3%), and a first-degree pneumothorax (9,3%).

X-ray examination remains a standard radiation imaging method for a behind-armor blunt trauma of the chest organs, and the use of FAST and BLUE ultrasound examination makes it possible to examine soft tissues of the chest, detect pneumo- and/or hemothorax, posttraumatic changes in the subpleural lung regions.

The use of spiral CT in a combat trauma of the chest organs should be considered a key radiation imaging method, which, at this stage, allowed us to comprehensively determine the extent and nature of chest injuries in 45% of patients, compared to X-ray examination, and also accurately assess these changes over time. The use of spiral CT is essential in absence of life-threatening injuries and complications, or after their elimination. In the article, we present clinical cases of patients with various symptoms of a behind-armor blunt combat trauma of the chest.

#### For citation:

Khoroshun EM, Spuziak RM, Demenko PV, Demianenko VV, Kolpakov OV. Capabilities of radiation imaging methods in detecting symptoms of behind-armor blunt trauma of the chest organs. *Ukrainian journal of radiology and oncology*. 2024;32(1):19–31. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.1.2024.19-31>

#### Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами

Стаття є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри радіології та радіаційної медицини Харківського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України «Оптимізація системи радіаційної безпеки цивільних закладів в умовах надзвичайних ситуацій воєнного стану», номер державної реєстрації: 0123U103208, прикладна, термін виконання 2023–2027 рр., керівник – завідувач кафедри, доктор медичних наук, професор В.П. Старенький.

#### Relationship with academic programs, plans and themes

The article is a fragment of the research work of the Department of Radiology and Radiation Medicine of Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine «Optimization of the radiation safety system of civilian institutions under the circumstances of martial law emergencies», state registration number: 0123U103208, applied, period for performance: 2023–2027, led by Head of Department, Doctor of Medical Sciences, Professor V.P. Starenkyi.

#### ВСТУП

Внаслідок повномасштабного вторгнення РФ на територію України значно зростає кількість поранених із бойовою хірургічною травмою. За даними літератури, травма органів грудної клітки становить 10–12% від усіх механічних ушкоджень, згідно з даними АТО/ООС, цей показник сягає 11,7% [1, 2]. Як вказує Miller K., Richardson J. [3], при бойовій

#### INTRODUCTION

Russia's full-scale invasion of Ukraine caused a significant increase in the number of the wounded with surgical combat trauma. According to the literature data, chest injuries account for 10–12% of all mechanical injuries. According to Joint Forces Operation data, this figure reaches 11,7% [1, 2]. As stated by Miller K., Richardson J. [3], high lethality rate at the prehospital

торакальній травмі високі показники летальності на догоспітальному та на госпітальному етапах (27% і 12,2–25% відповідно) зумовлені розвитком тяжких гострих дихально-циркуляторних розладів [4].

Основними механізмами торакальної бойової травми є наскрізні, закриті травми та вибухові поранення. Частина ушкоджень пов'язана з появою індивідуальних бронезилетів, які ефективно перетворюють проникні травми на закриті. Такий тип ушкоджень має назву «заброньова травма» [5]. За механізмом утворення вони розподіляються на закриті (контузійна травма, що відбувається внаслідок передачі кінетичної енергії уражуючого агента через бронепластину) та проникаючі (куля або осколок, що пройшли через бронезилет, та осколки бронепластили). Основний механізм ушкодження легень (контузія і розриви паренхіми) при заброньовій травмі – раптова потужна компресія [6]. Це призводить до альвеолярного крововиливу без порушення альвеолярної архітектури. Забій легень є найпоширенішим ушкодженням паренхіми легень, яке виникає під час тупої травми грудної клітки. На його частку припадає 50,2% від усіх ушкоджень грудної клітки під час бойових дій [7]. Хоча забій легень асоціюється з нижчим ризиком смертності, порівняно з іншими травмами грудної клітки, отриманими військовослужбовцями, рівень смертності через закриту травму може досягати 25% [8]. Пояснюється це тим, що вона майже завжди пов'язана з іншими пораненнями грудної клітки, такими як розрив легень, пневмоторакс і гемоторакс [9]. Виникнення їх може бути спричинено ще й вторинно: переломами ребер чи роздробленням грудної клітки через передачу енергії снаряда твердій пластині бронезилета, а з неї на грудну стінку [10–12].

При бойовій торакальній травмі візуалізація має ключове значення для виявлення та повноцінної характеристики ушкоджень та їх ускладнень. Обсяг діагностичної інформації визначається рівнем медичної допомоги. В Україні на I (догоспітальному) етапі запроваджено обстеження поранених із застосуванням портативних УЗ-апаратів у відповідності до протоколів FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) та eFAST (Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma) [13, 14] для діагностики пневмотораксу, гемотораксу, гемопневмотораксу, пневмо- та/або гемоперикарду. На госпітальному етапі рентгенографія застосовується на II рівні (перша та кваліфікована лікарська допомога), СКТ – на II (за наявності обладнання), III та IV (спеціалізована та високоспеціалізована) рівнях медичної допомоги [6].

**Мета роботи.** Визначити особливості проявів заброньової травми грудної клітки при променевому дослідженні.

and hospital phases (27% and 12,2–25%, respectively) in combat thoracic trauma is caused by development of acute respiratory and circulatory disorders [4].

The main mechanisms of a combat thoracic trauma are perforating, closed, and blast injuries. Some of them are associated with the invention of personal body armor vests that effectively convert penetrating traumas into closed ones. Such type of trauma is called a «behind-armor blunt trauma» [5]. According to mechanisms of injury, they are divided into closed (contusion trauma caused by the transfer of kinetic energy of a damaging agent through the armor plate) and penetrating (a bullet or a splinter that went through the body armor vest, or shatters of the armor plate). Sudden powerful compression is the main mechanism of lung injuries (contusion and parenchymal lacerations) in a behind-armor blunt trauma [6]. It results in alveolar hemorrhage without damaging alveolar architecture. Lung contusion is the most common injury of the lung parenchyma that occurs due to blunt chest trauma. It accounts for 50,2% of all combat chest injuries [7]. Although lung contusion is associated with lower mortality risk compared to other chest injuries of soldiers, mortality rate can reach 25% as a result of a closed trauma [8]. It can be explained by the fact that it is almost always associated with other chest injuries, such as pulmonary laceration, pneumothorax, and hemothorax [9]. Their emergence can be caused secondarily by rib fractures or comminuted fractures of the chest bones through the transfer of energy of a damaging agent to the hard armor plate and then to the chest wall [10–12].

In a combat thoracic trauma, imaging plays a key role in detecting and properly characterizing injuries and their complications. The amount of diagnostic information is determined by the stage of medical assistance. In Ukraine, at the first (prehospital) stage, the wounded are examined using portable ultrasonographs according to FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) and eFAST (Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma) protocols [13, 14] to diagnose pneumothorax, hemothorax, hemopneumothorax, pneumo- and/or hemopericardium. At the second (hospital) stage, X-ray is used (first and qualified medical assistance), whereas spiral CT is used at the second (provided there is necessary equipment), third, and fourth (secondary and tertiary healthcare) stages of medical assistance [6].

**The objective of the work** is to determine characteristics of symptoms of a behind-armor blunt trauma of the chest in radiation imaging examination.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

## MATERIALS AND METHODS

Нами проведено аналіз результатів променевого дослідження певної кількості поранених з бойовою травмою грудної клітки, які знаходилися на лікуванні у Військовому госпіталі (ВМКЦ Північного регіону м. Харків) у вересні–грудні 2023 року. До групи досліджуваних включено поранених із заброньовою

We analyzed the results of imaging examination of the wounded with a combat chest trauma who underwent treatment at the Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, over the period from September to December 2023. The studied group included the wounded with a behind-armor blunt trauma of the chest

травмою грудної клітки (із достовірною первинною інформацією щодо носіння бронежилетів).

Променеве дослідження включало традиційну рентгенографію органів грудної клітки (ОГК), яку проведено всім пораненим. УЗД за протоколами FAST та BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) проведено у 75% та комп'ютерну томографію (КТ) виконано у 45% пацієнтів. З огляду доказової медицини стаття належить до категорії «Опис серії випадків».

(the information about wearing body armor vests was primarily verified).

Imaging examination included a conventional chest X-ray, which was performed in all patients, an ultrasound examination according to FAST and BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) protocols, which was performed in 75% of patients, and computed tomography which was performed in 45% of patients. From the viewpoint of evidence-based medicine, the format of this study is a case series.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

## RESULTS AND DISCUSSION

Серед загальної кількості постраждалих з бойовими ураженнями ОГК визначено безпосередні наслідки поранень: пневмоторакс – у 25,1%, гемоторакс – у 23,2%, забій легені – у 51,2%, підшкірна емфізема м'яких тканин – у 18,3%, переломи ребер (втрата каркасності) – у 45,5% (рис. 1).

Among the total number of patients with combat chest trauma, some patients had immediate symptoms of the wounds: pneumothorax – in 25,1% of cases, hemothorax – in 23,2%, lung contusion – in 51,2%, subcutaneous soft tissue emphysema – in 18,3%, rib fractures – in 45,5% (Fig. 1).

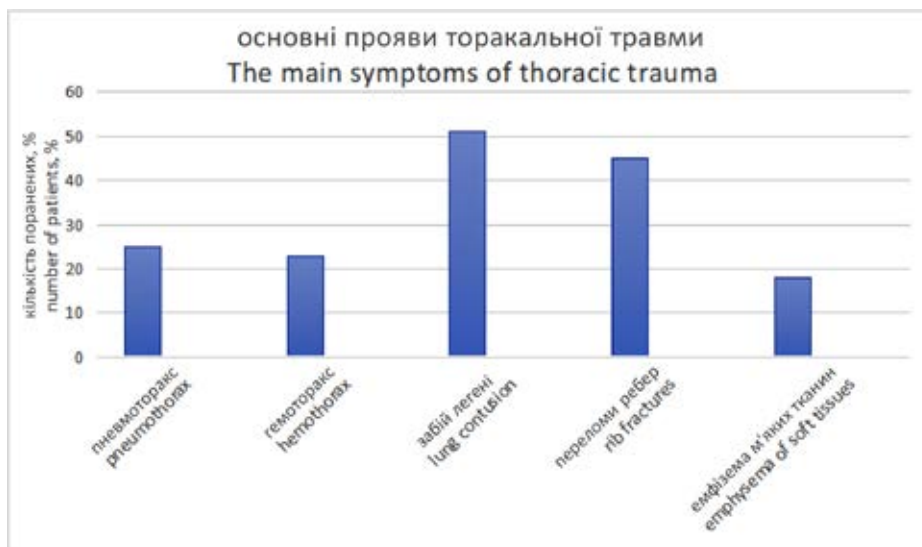


Рис.1. Розподіл поранених за частотою ускладнень бойової травми  
Fig. 1. Distribution of patients by frequency of the complications of the combat trauma

Як видно з наведених даних, переважна більшість ушкоджень при заброньовій травмі припадає саме на забій легені. Згідно з даними Бойка В.В. із співавт. [15], ми виділяли три ступеня забою легені, залежно від площі ураження, вираженості рентгенівських проявів та динаміки процесу. Для оцінки площі ушкодження легеневої паренхіми користувалися схемою (рис. 2, 3).

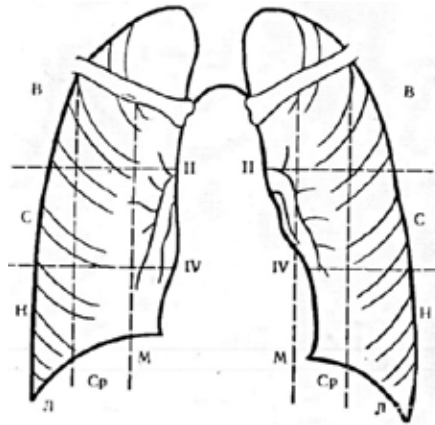
Основними рентгенівськими ознаками забою легень були ділянки зниження прозорості від незначної до вираженої інтенсивності, з нечіткими контурами, які не відповідали анатомічним межах сегментів. Так, для забою легені I ступеня характерними були: ділянки посилення легеневого малюнку з численними вогнищами малих розмірів, місцями з тенденцією до злиття, площа ушкодження до трьох квадрантів, на СКТ – симптом «матового скла» (рис. 4, 5); позитивна динаміка протягом до 5 діб. У наших спостереженнях забій I ступеня визначали у 67,4% поранених.

Забій II ступеня, який за нашими даними визначено у 20,9%, проявлявся ділянками неоднорідного затемнення паренхіми легені з площею ушкодження від трьох до шести квадрантів, що зникали при динамічному спостереженні через 10–20 діб.

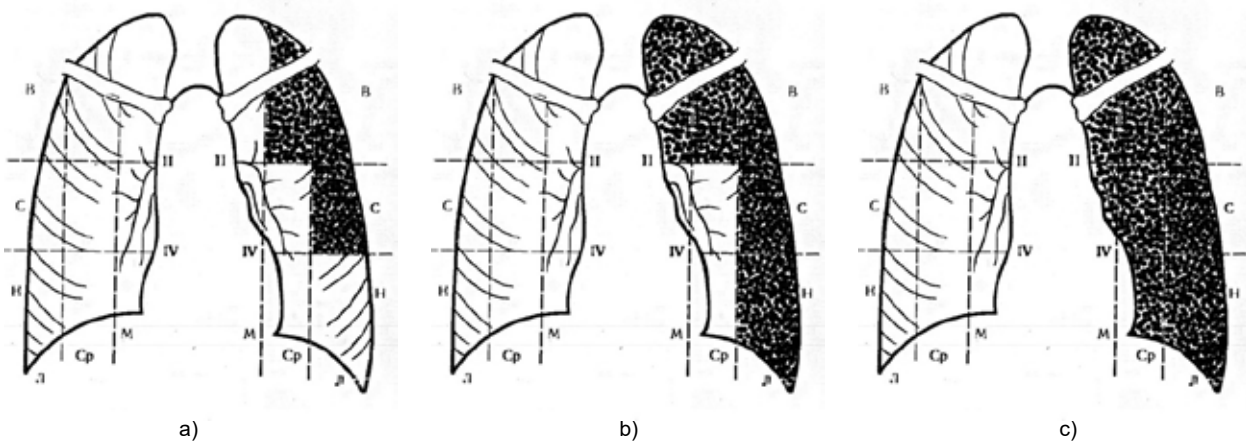
As can be seen from the data, lung contusion accounts for the overwhelming majority of injuries (51,2%) in a behind-armor blunt trauma. Based on the data of Boiko V.V. et al., we distinguished three degrees of lung contusion, depending on the size of the injured area, severity of X-ray symptoms, and the injury course over time. To assess the size of the injured area of the lung parenchyma, we used the following figures (Fig. 2, 3).

The main radiological features of lung contusion were areas of reduced transparency (from mild to severe intensity) with unclear contours that did not correspond to anatomical borders of segments. Thus, first-degree lung contusion was characterized by areas of intensified pulmonary pattern with numerous small foci, areas with a tendency towards merging, injured area up to 3 quadrants, ground-glass opacity on spiral CT (Fig. 4, 5); positive changes up to 5 days. In our study, first-degree contusion was observed in 67,4% of patients.

Second-degree contusion that was observed in 20,9% of patients was characterized by the areas of uneven darkening of the lung parenchyma with an injured area of 3 to 6 quadrants that disappeared during dynamic examination within 10–20 days.



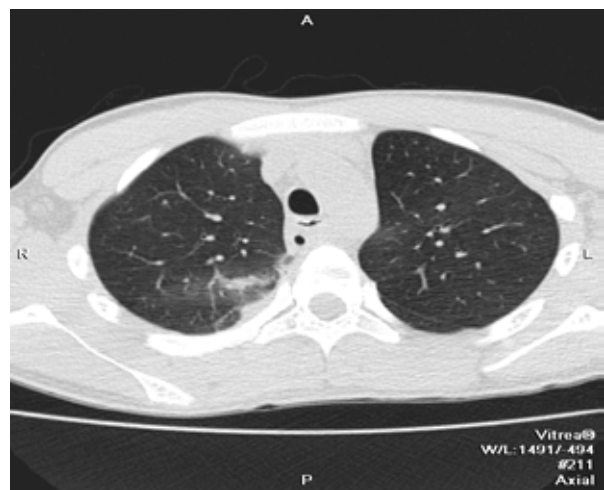
**Рис. 2.** Розподіл легень по квадрантах (В – верхній пояс; С – середній; Н – нижній; М – медіальна зона; Ср – середня; Л – латеральна; II ребро; IV ребро)  
**Fig. 2.** Division of the lungs into quadrants (B – upper region; C – central region; H – lower region; M – medial zone; Cp – mid-zone; Л – lateral zone; II rib; IV rib)



**Рис. 3.** Визначення ступеня тяжкості травми за площею ушкодження: а – перший, б – другий, с – третій ступінь  
**Fig. 3.** Severity according to the size of the injured area: a – first degree, b – second degree, c – third degree



**Рис. 4.** Рентгенограма пораненого Ф., 1989 р.н.  
Двобічний забій легень I ст.  
**Fig. 4.** An X-ray image of patient F., born in 1989.  
Bilateral first-degree lung contusion



**Рис. 5.** СКТ пораненого Ф., 1973 р.н.  
Забій верхньої частки правої легені I ст.  
**Fig. 5.** CT of patient F., born in 1973.  
First-degree contusion of the upper lobe of the right lung

При СКТ визначалися ділянки консолідації легеневої тканини малої інтенсивності на тлі посилення легеневого малюнку, серед яких можуть виявлятися дрібні порожнини та лінійні просвітлення, що відповідають розривам паренхіми легені. У разі забою

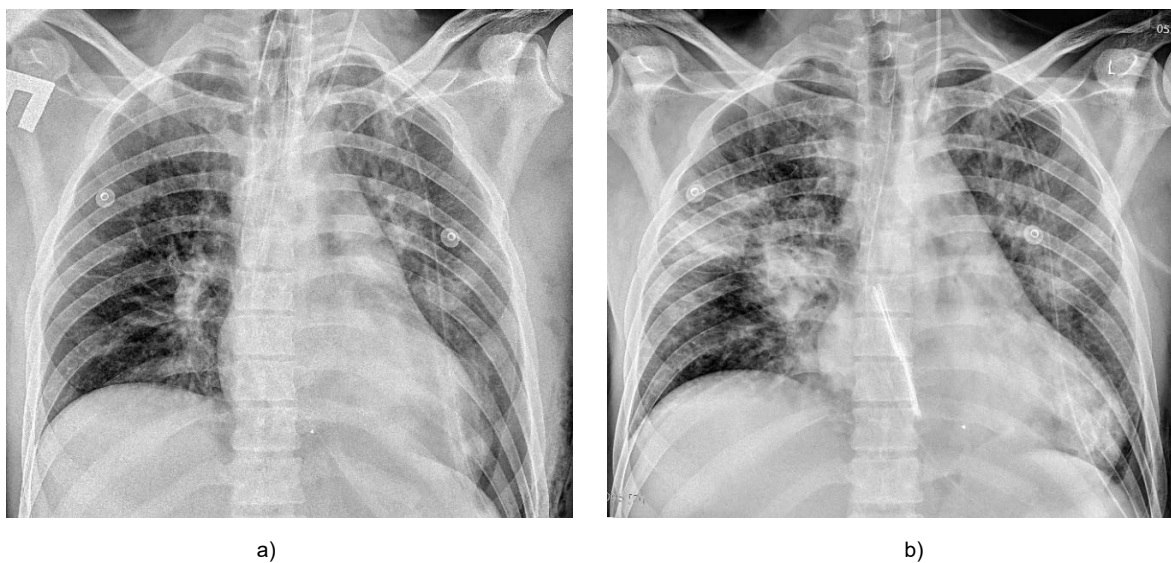
Spiral CT showed regions of small-intensity consolidation of lung tissue against the background of intensified pulmonary pattern. Among these regions, small cavities and linear lucent areas that correspond to lacerations of the lung parenchyma could be detected.

легені III ступеня (визначено також у 20,9% випадків) характерними були нерівномірні затемнення легеневої паренхіми за рахунок ділянок ущільнення (дископодібні ателектази) та дрібних порожнин (емфізематозні були) з площею ушкодження більше квадрантів, які при динамічному спостереженні зникають більш ніж через 20 діб. При СКТ визначаються ділянки неоднорідної консолідації за рахунок ателектазів та порожнин (емфізематозних бул та розривів паренхіми) (рис. 7).

Слід зазначити, що рентгенологічна картина забою (контузії) легені може бути відтермінованою. Так, за даними деяких дослідників, 47% пацієнтів мають ознаки контузії при первинному зверненні порівняно з 92% пацієнтів через 24 год. [7, 11, 16–18]. Значне збільшення контузії через 24–48 год. є негативним прогностичним показником з підозрою на виникнення пневмонії, аспірації або жирової емболії (рис. 6).

As for third-degree lung contusion (also in 20,9% of patients), it was characterized by uneven darkening of the lung parenchyma due to consolidated areas (disc-like atelectases) and small cavities (emphysematous bullae) with an injured area of more than 6 quadrants that disappeared during dynamic examination within a period of more than 20 days. Spiral CT also revealed areas of uneven consolidation as a result of atelectases and cavities (emphysematous bullae and parenchyma lacerations) (Fig. 7).

It is worth noting that X-ray symptoms of lung contusion can be delayed. According to the data of some authors, 47% of patients show features of contusion at presentation, compared to 92% of patients, in which these features manifest 24 hours after [7, 11, 16–18]. A significant increase in contusion size after 24–48 hours is a negative prognostic factor for pneumonia, aspiration, or fat embolism. (Fig. 6).



**Рис. 6.** Рентгенограма ОГК пораненого Л., 1996 р.н;

а) визначається забій лівої легені I ст., пневмоторакс I ст; б) через 2 доби – правобічна пневмонія, ліворуч – без динаміки

**Fig. 6.** A chest X-ray of patient L., born in 1996.

а) First-degree contusion of the left lung, first-degree pneumothorax; б) after 2 days – right-sided pneumonia, left side – no changes

Ізольований забій легень спостерігали у незначній кількості (11,5%), оскільки найчастіше визначалося поєднане ушкодження (із пневмотораксом у 18,6%, з переломами ребер – у 45,5%, з ателектазом – у 6,9%, з гемотораксом – у 32,6%), що подано на рис. 7, 8.

Виникнення пневмотораксу, гемотораксу тісно пов'язано з переломами ребер та розривами легень. Ми погоджуємося з Wagner R.B. із співавт. [19], які вказують, що розриви легень можуть мати вигляд забою легені, тому на звичайній рентгенограмі їх визначити важко, що вимагає проведення СКТ для встановлення остаточного діагнозу (рис. 9).

Зрозуміло, що не тільки забій легені, а й переломи ребер призводять до пневмотораксу, який за об'ємом повітря у плевральній порожнині ми поділяли на малий, середній, великий (рис. 10, 11), які спостерігали відповідно у 9,3%, 6,9% та 2,3% випадків.

Як вказувалося вище, у 18,3% випадків крім травматичних змін паренхіми легень та ребер спостерігали міжм'язову емфізему м'яких тканин, основною причиною виникнення якої в наших спостереженнях був

The isolated lung contusion was observed in a small number of cases (11,5%), because most patients had multiple trauma (with pneumothorax in 18,6%, with rib fractures – in 45,5%, with atelectasis – in 6,9%, with hemothorax – in 32,6%), which is presented in Fig. 7, 8.

Emergence of pneumothorax and hemothorax is closely associated with rib fractures and lung lacerations. We agree with Wagner R.B. et al [19] who point out that lung laceration can look like lung contusion, therefore it is difficult to detect on a conventional X-ray image. Thus, CT is required to establish a final diagnosis (Fig. 9).

It is clear that not only lung contusion but also rib fractures caused pneumothorax which was categorized into small, moderate, and big according to air volume in the pleural cavity (Fig. 10, 11). We observed these categories of pneumothorax in 9,3%, 6,9%, and 2,3% of cases, respectively.

As indicated above, in 18,3% of cases, besides traumatic changes in the lung parenchyma and ribs, we observed intramuscular emphysema of the soft tissues, which was mainly caused by laceration of the

розрив парієтальної плеври уламком ребра (рис. 12).  
Більш виражена емфізема м'яких тканин спостерігалася при «флотуючій грудній клітці» (рис. 13).

parietal pleura by a piece of rib (Fig. 12). A more severe emphysema of soft tissues was observed in a «floating chest» (Fig. 13).

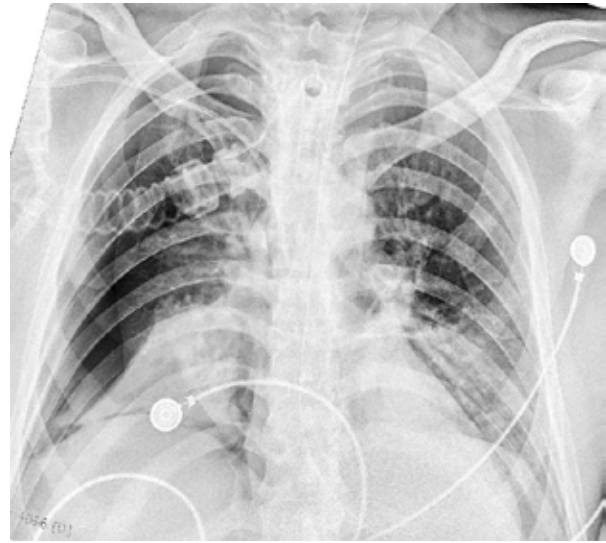


**Рис. 7.** Рентгенограма ОГК пораненого Ш., 1980 р.н.  
Забій правої легені II ст. та лівої – III ст.

Ліворуч – численні переломи ребер та лопатки, гемоторакс

**Fig. 7.** A chest X-ray of patient Sh., born in 1980.

Second-degree contusion of the right lung and third-degree contusion of the left lung. On the left side – numerous rib and scapula fractures, hemothorax

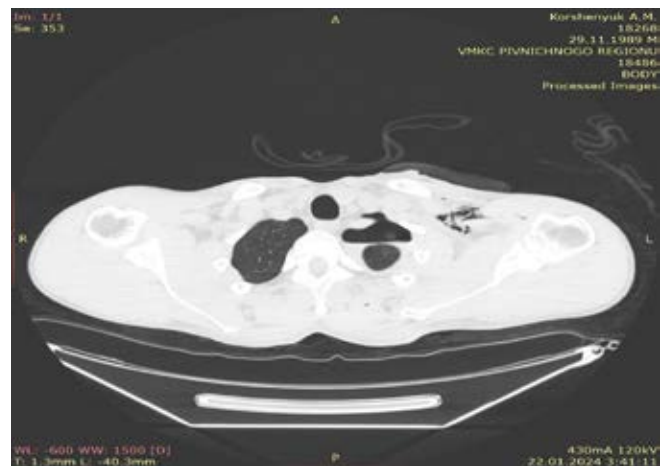
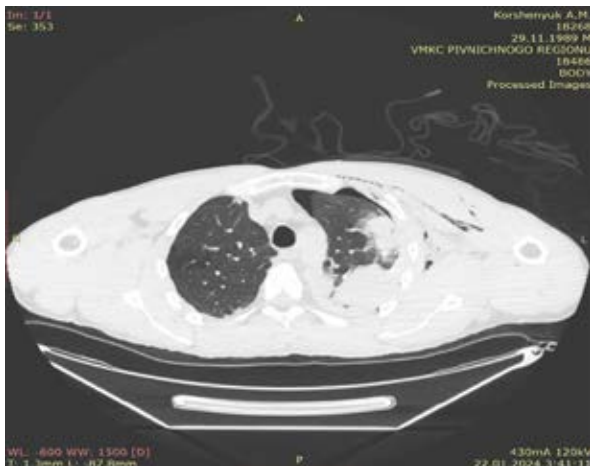


**Рис. 8.** Рентгенограма ОГК пораненого Ч., 1984 р.н.

Правобічний пневмоторакс II ст., ателектаз середньої частки правої легені, лівобічний забій легені I ст.

**Fig. 8.** A chest X-ray of patient Ch., born in 1984.

Right-sided second-degree pneumothorax, atelectasis of the middle lobe of the right lung, left-sided first-degree lung contusion



**Рис. 9.** СКТ ОГК пораненого К., 1994 р.н.

Забій та розрив лівої легені, пневмогемоторакс, емфізема м'яких тканин ліворуч

**Fig. 9.** Spiral CT of the chest of patient K., born in 1994.

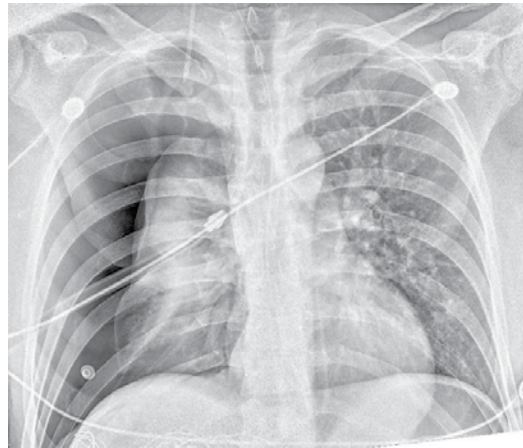
Contusion and laceration of the left lung, left-sided emphysema of soft tissues

Внаслідок поранень з uszkodженням паренхіми легень чи інтраплевральних судин може розвинутися гемоторакс, який ми спостерігали у 23,2% поранених із заброньовою травмою грудної клітки. Як відомо, гемоторакс поділяють на малий до 500 мл, середній 500–1000 мл, великий 1000–2000 мл та тотальний > 2000 мл [20]. Рентгенологічними проявами був завуальований синус при малому гемотораксі (у 16,3%), інтенсивне затемнення з косим верхнім контуром до 4-го ребра при середньому та до 2-го ребра при великому гемотораксі (у 9,3% та 2,3% відповідно), й тотальне затемнення при тотальному гемотораксі (у 4,7% спостережень) (рис. 14, 15).

As a result of the wounds accompanied with the injury of the lung parenchyma or intrapleural vessels, there is a risk of development of hemothorax, which was observed in 23,2% of patients with a behind-armor blunt trauma of the chest. As known, hemothorax is categorized into small (up to 500 mL), moderate (500–1000 mL), big (1000–2000 mL), and total (> 2000 mL) [20]. Its radiological symptoms were as follows: covert sinus in small hemothorax (in 16,3% of cases), intense darkening with curved upper contour up to IV rib in moderate and up to II rib in big hemothorax (in 9,3% and 2,3%, respectively), and total darkening in total hemothorax (in 4,7%) (Fig. 14, 15).



**Рис. 10.** Рентгенограма ОГК пораненого С., 1987 р.н.  
Закритий пневмоторакс I–II ст., забій правої легені  
**Fig. 10.** A chest X-ray of patient S., born in 1987. Closed first-second-degree pneumothorax, contusion of the right lung



**Рис. 11.** Рентгенограма ОГК пораненого М., 1995 р.н.  
Пневмоторакс II–III ст., колапс правої легені  
**Fig. 11.** A chest X-ray of patient M., born in 1995. Second-third degree pneumothorax, collapse of the right lung



**Рис. 12.** Рентгенограма ОГК пораненого М., 1974 р.н.  
Визначається забій правої легені, переломи ребер праворуч, правобічна між'язова емфізема передньої грудної стінки  
**Fig. 12.** A chest X-ray of patient M., born in 1974.  
Contusion of the right lung, rib fractures on the right side, right-sided intramuscular emphysema of the frontal chest wall



**Рис. 13.** Рентгенограма ОГК пораненого М., 1974 р.н.  
у вимушеному положенні. Визначається забій верхньої частки правої легені I ст., осумкований гемоторакс, переломи ребер та ключиці праворуч (флотуюча грудна клітка), емфізема м'яких тканин  
**Fig. 13.** A chest X-ray of patient M., born in 1974, in a forced position. First-degree contusion of the upper lobe of the right lung, encapsulated hemothorax, rib and clavicular fractures on the right side (floating chest), emphysema of soft tissues

У виявленні гемотораксу велике значення мало застосування УЗД за FAST-протоколом (рис. 16)

Застосування УЗД за BLUE-протоколом дозволило вивчати зміни і в легеневій паренхімі, переважно у субплевральних відділах.

Результати УЗД залежно від термінів його виконання подано у табл.1.

Як видно з табл.1, виявлені зміни ОГК оцінювалися в динаміці протягом місяця. Так, за нашими даними, при динамічному спостереженні після поранення у 1–3–5-ту добу переважали ознаки інтерстиціальних змін, плеврального випоту, пневмотораксу, альвеоларно-інтерстиціального синдрому; на 7-му добу – інтерстиціальних змін, плеврального випоту та консолідації; на 14-ту добу – інтерстиціальних та емфізематозних змін, консолідації та плеврального випоту. На 3–4-му тижнях після поранення визначалися емфізематозні зміни та, менше, консолідації.

FAST ultrasound examination was essential for detecting hemothorax (Fig. 16).

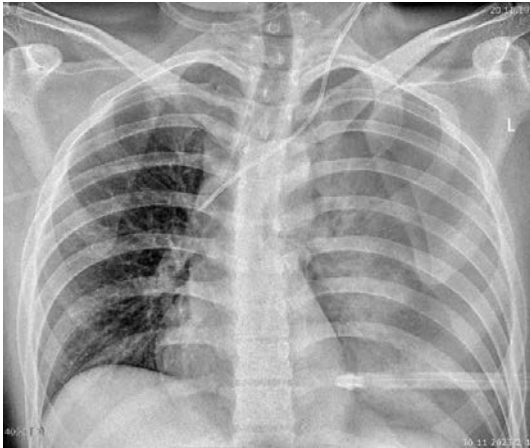
BLUE ultrasound examination allowed us to also study changes in the lung parenchyma, primarily in subpleural areas.

The results of ultrasound examination performed on different dates are given in Table 1.

As can be seen from Table 1, the detected changes in the chest organs were assessed over the course of a month. Thus, according to our data, on days 1–3–5 (after the patients suffered an injury), dynamic observation mainly showed features of interstitial changes, pleural effusion, pneumothorax, alveolar interstitial syndrome; on day 7 – interstitial changes, pleural effusion, and consolidation; on day 14 – interstitial and emphysematous changes, consolidation, and pleural effusion. On weeks 3–4, we detected emphysematous changes and, less often, consolidation. Both of these

лідація, які на 28-му добу спостерігалися у незначній кількості випадків і розцінювалися як залишкові зміни після травми.

features were observed on day 28 in a small number of cases and were considered as residual changes after the trauma.



**Рис. 14.** Рентгенограма ОГК пораненого Л., 1997 р.н. Визначається тотальне затемнення лівого легеневого поля за рахунок гемотораксу, забій легені III ст.

**Fig. 14.** A chest X-ray of patient L., born in 1997. Total darkening of the left lung field due to hemothorax, third-degree lung contusion



**Рис. 15.** Рентгенограма ОГК пораненого У., 1972 р.н. Забій правої легені I ст. Правобічний середній гемоторакс

**Fig. 15.** A chest X-ray of patient U., born in 1972. First-degree contusion of the right lung. Right-sided moderate hemothorax



a)

b)

**Рис. 16.** УЗ-ознаки наявної рідини у плевральній порожнині – анехогенний вміст (кров) у значній кількості (а) та незначній (б)

**Fig. 16.** Ultrasound features of liquid present in the pleural cavity – anechogenic content (blood) in significant (a) and insignificant amount (b)

**Таблиця 1.** Частота виявлення УЗ-ознак при торакальній травмі у динаміці, %  
**Table 1.** Frequency of detecting ultrasound features in thoracic trauma over time, %

УЗД-ознаки Ultrasound features	Термін виконання УЗД ОГК, доба Date when ultrasound examination was performed, day						
	1-ша/1 <sup>st</sup>	3-тя/3 <sup>rd</sup>	5-та/5 <sup>th</sup>	7-ма/7 <sup>th</sup>	14-та/14 <sup>th</sup>	21-ша/21 <sup>st</sup>	28-ма/28 <sup>th</sup>
Пневмоторакс / Pneumothorax	47	17,7	2,9	–	–	–	–
Плевральний випіт (гемоторакс) Pleural effusion (hemothorax)	86,8	75	35,3	7,3	1,5	–	–
Інтерстиційний синдром Interstitial syndrome	100	100	80,9	63,2	17,6	1,5	–
Альвеоларно-інтерстиційний синдром Alveolar interstitial syndrome	47	17,7	2,9	–	–	–	–
Консолідація / Consolidation	–	–	–	17,7	11,8	2,9	1,5
Емфізематозні зміни Emphysematous changes	–	–	–	–	17,7	8,8	1,5
Норма / Norm	–	–	–	–	–	–	10,3

## ВИСНОВКИ

Найчастішим проявом заброньової травми грудей є забій легені (51,2%), перебіг якого залежить від ускладнень, що виникли: розриви легені, пневмоторакс, гемоторакс, порушення каркасності грудної стінки. Проте, слід відзначити, що при заброньовій травмі частіше спостерігався забій I ступеня (67,4%), гемоторакс I ступеня (16,3%), пневмоторакс I ступеня (9,3%).

Вихідним методом променевого дослідження при заброньовій травмі ОГК залишається рентгенографія, яка дозволила визначити ушкодження й провести спостереження у динаміці в процесі надання медичної допомоги.

Використання УЗД за протоколами FAST та BLUE надає можливість вивчити стан м'яких тканин грудної стінки, виявити пневмо- та/або гемоторакс, післятравматичні зміни у субплевральних відділах легень.

Застосування СКТ при бойовій травмі ОГК слід вважати ключовим методом променевого дослідження, який на даному етапі у 45% поранених дозволив уточнити об'єм та характер внутрішньогрудних ушкоджень у повному обсязі, порівняно із рентгенографією, та провести точну оцінку цих змін при динамічному спостереженні. Принциповим є виконання СКТ при відсутності ушкоджень та ускладнень, що несуть пряму загрозу життю, або вже після їх усунення.

## CONCLUSIONS

The most frequent symptom of a behind-armor blunt trauma of the chest is lung contusion (51,2%), the course of which depends on complications: lung laceration, pneumothorax, hemothorax, fractures of the chest bones. However, it should be noted that in a behind-armor blunt trauma, we observed more frequently a first-degree contusion (67,4%), a first-degree hemothorax (16,3%), and a first-degree pneumothorax (9,3%).

X-ray examination remains a standard radiation imaging method for a behind-armor blunt trauma of the chest organs. It allowed us to determine injuries and perform an observation over time in the process of providing medical aid.

The use of FAST and BLUE ultrasound examination makes it possible to examine soft tissues of the chest, detect pneumo- and/or hemothorax, posttraumatic changes in the subpleural lung regions.

The use of spiral CT in a combat trauma of the chest organs should be considered a key radiation imaging method, which, at this stage, allowed us to comprehensively determine the extent and nature of chest injuries in 45% of patients, compared to X-ray examination, and also accurately assess these changes over time. The use of spiral CT is essential in absence of life-threatening injuries and complications, or after their elimination.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Заруцький Я.Л., Ткаченко А.Є., Вовк М.С. Клініко-епідеміологічна характеристика вогнепальних поранень грудної клітки у військово-службовців під час проведення АТО/ООС. *Український журнал військової медицини*. 2021. Т. 2. DOI: [https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.1\(2\)087](https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.1(2)087)
2. Білий В.Я., Денисенко В.М., Заруцький Я.Л. *Военно-польова хірургія. Програма з воєнно-польової хірургії та навчальним завданням підготовки лікарів*. Київ: Фенікс. 2018.
3. Miller K., Richardson J. More Aggressive Treatment Has Been Required over Time. *Operative Management of Thoracic Gunshot Wounds*. 2019. Vol. 85. P. 1205–1208. DOI: <https://doi.org/10.1177/000313481908501123.8>
4. Хоменко І.П., Король С.О., Халік С.В., Шаповалов В.Ю., Єнін Р.В., Герасименко О.С., Тертишний С.В. Клініко-епідеміологічний аналіз структури бойової хірургічної травми при проведенні антитерористичної операції/ операції об'єднаних сил на сході України. *Український журнал військової медицини*. 2021. № 1, Т. 2. DOI: [https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.2\(2\)005](https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.2(2)005)
5. Truesdell W., Gore A., Primakov D. et al. Ballistic and Penetrating Injuries of the Chest. *Journal of Thoracic Imaging*. 2020. Vol. 35. № 2. P. W51–W59. DOI: <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000449>
6. Дікан І.М. Променева діагностика торакальних вогнепальних поранень. *Radiation Diagnostics, Radiation Therapy*. 2020. № 2. DOI: <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-2-6>
7. Ivey K.M., White C.E., Wallum T.E. et al. Thoracic injuries in US combat casualties: a 10-year review of Operation Enduring Freedom and Iraqi Freedom. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2012. Vol. 73(6). P. 514–519. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2012.06.134>
8. Arnold J.L., Tsai M.-C., Halpern P., Smithline H., Stok E., Ersoy G. Mass-casualty, terrorist bombings: epidemiological outcomes, resource utilization, and time course of emergency needs (Part I). *Prehospital and disaster medicine*. 2003. Vol. 18(3). P. 220–234. DOI: <https://doi.org/10.1017/s1049023x00001096>
9. Borman J.B., Aharonson-Daniel L., Savitsky B., Peleg K., Israeli Trauma Group. Unilateral flail chest is seldom a lethal injury. *Emergency medicine journal*. 2006. Vol. 23(12). P. 903–905. DOI: <https://doi.org/10.1136/emj.2006.037945>
10. Oikonomou A., Prassopoulos P. CT imaging of blunt chest trauma. *Insights Imaging*. 2011. Vol. 2(3). P. 281–295. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13244-011-0072-9>
11. Шевченко О.С., Макаров В.В., Шевченко Р.С., Тодоріко Л.Д., Смолянник К.М., Погорелова О.О. Непроникні торакальні травми,

## REFERENCES

1. Zarutskiy YL, Tkachenko AE, Vovk MS. Clinico-epidemiological characteristics of gunshot wounds to the chest in servicemen during anti-terrorist operations/restrictions. *Ukrainian Journal of Military Medicine*. 2021;2. (In Ukrainian). DOI: [https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.1\(2\)087](https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.1(2)087)
2. Bily VYa, Denysenko VM, Zarutskiy YL. Military field surgery. *Military field surgery programs and training tasks for doctors*. Kyiv: Phoenix. 2018. (In Ukrainian).
3. Miller K, Richardson J. More Aggressive Treatment Has Been Required over Time. *Operative Management of Thoracic Gunshot Wounds*. 2019;85:1205–8. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1177/000313481908501123.8>
4. Khomenko IP, Korol SO, Khalik SV, Shapovalov VYu, Yenin RV, Gerasimenko OS, Tertyshnyi SV. Clinical-epidemiological analysis of the structure of combat surgical trauma during the anti-terrorist operation/operation of the joint forces in the east of Ukraine. *Ukrainian Journal of Military Medicine*. 2021;1(2). (In Ukrainian). DOI: [https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.2\(2\)005](https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.2(2)005)
5. Truesdell W, Gore A, Primakov D et al. Ballistic and Penetrating Injuries of the Chest. *Journal of Thoracic Imaging*. 2020;35(2):W51–9. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000449>
6. Dikan I.M. Radiation diagnosis of thoracic gunshot wounds. *Radiation Diagnostics. Radiation Therapy*. 2020;2. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-2-6>
7. 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. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2012;73(6):514–9. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2012.06.134>
8. Arnold JL, Tsai M-C, Halpern P, Smithline H, Stok E, Ersoy G. Mass-casualty, terrorist bombings: epidemiological outcomes, resource utilization, and time course of emergency needs (Part I). *Prehospital and disaster medicine*. 2003;18(3):220–34. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1017/s1049023x00001096>
9. Borman JB, Aharonson-Daniel L, Savitsky B, Peleg K, Israeli Trauma Group. Unilateral flail chest is seldom a lethal injury. *Emergency medicine journal*. 2006;23(12):903–5. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1136/emj.2006.037945>
10. Oikonomou A, Prassopoulos P. CT imaging of blunt chest trauma. *Insights Imaging*. 2011;2(3):281–95. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1007/s13244-011-0072-9>
11. Shevchenko OS, Makarov VV, Shevchenko RS, Todoriko LD, Smolyanyk KM, Pogorelova OO. Combat-related non-penetrating

- пов'язані з бойовими діями. *Туберкульоз, легеневі хвороби, ВІЛ-інфекція*. 2023. № 1(52). DOI: <http://doi.org/10.30978/TB-2023-1-73>
- Cohn S.M., Dubose J.J. Pulmonary contusion: an update on recent advances in clinical management. *World journal of surgery*. 2010. Vol. 34(8). P. 1959–1970. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00268-010-0599-9>
  - Заруцький Я.Л., Запорожан В. М., Білий В. Я., Денисенко В.М., Асланян С.А. Военно-польова хірургія. *Одеса, ОНМедУ*. 2016. С. 359–389.
  - Schellenberg M., Inaba K., M. Bardes J. et al. The combined utility of extended focused assessment with sonography for trauma and chest x-ray in blunt thoracic trauma. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2018. Vol. 85(1). P. 113–117. DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001868>
  - Спосіб діагностики ступеня контузії легені: пат. 66052 України. Опубл. 26.12.2011, Бюл. № 24.
  - Ніконов В.В., Курсов С.В., Білецький О.В., Феськов О.Е., Скоропліт С.М. Проблеми торакальної травми: легенева контузія. *Emergency Medicine*. 2022. Vol. 18, № 8. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.18.8.2022.1541>
  - Яковенко О.К. Травматичний пневмоніт внаслідок військової травми грудної клітки як фактор ризику пневмонії. *Український пульмонологічний журнал*. 2023. № 31(2). С. 60–68. DOI: <https://doi.org/10.31215/2306-4927-2023-31-2-60-68>
  - Nurs J. Pneumonia in patients hospitalized for trauma under intensive care. *UFPE on line*. 2021. Vol. 15. e245951 p. DOI: <https://doi.org/10.5205/1981-8963.2021.245951>
  - Wagner R.B., Crawford W.O., Schimpf P.P. Classification of parenchymal injuries of the lung. *Radiology*. 1988. Vol. 167(1). P. 77–82. DOI: <https://doi.org/10.1148/radiology.167.1.3347751>
  - Цимбалюк В.І. Лікування поранених з бойовими ушкодженнями грудей. *Тернопіль*, 2023.
  - thoracic injuries. *Tuberculosis, lung diseases, HIV infection*. 2023;1(52). (In Ukrainian). DOI: <http://doi.org/10.30978/TB-2023-1-73>
  - Cohn SM, Dubose JJ. Pulmonary contusion: an update on recent advances in clinical management. *World journal of surgery*. 2010;34(8):1959–70. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1007/s00268-010-0599-9>
  - Zarutskiy YL, Zaporozhan VM, Bily VYa, Denysenko VM, Aslanyan SA. Military field surgery. *Odesa, ONMedU*. 2016;359–89. (In Ukrainian).
  - Schellenberg M, Inaba K, M. Bardes J et al. The combined utility of extended focused assessment with sonography for trauma and chest x-ray in blunt thoracic trauma. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2018;85(1):113–7. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001868>
  - The method of diagnosing the degree of lung contusion: pat. 66052 of Ukraine. Publ. 26.12.2011, Bull. № 24. (In Ukrainian).
  - Nikonov VV, Kursov SV, Biletskyi OV, Feskov OE, Skoroplit SM. Problems of thoracic trauma: pulmonary contusion. *Emergency Medicine*. 2022;18(8). (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.18.8.2022.1541>
  - Yakovenko OK. Traumatic pneumonitis due to a military chest injury as a risk factor for pneumonia. *Ukrainian pulmonology journal*. 2023;31(2):60–8. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31215/2306-4927-2023-31-2-60-68>
  - Nurs J. Pneumonia in patients hospitalized for trauma under intensive care. *UFPE on line*. 2021;15:e245951. (In English). DOI: <https://doi.org/10.5205/1981-8963.2021.245951>
  - Wagner RB, Crawford WO, Schimpf PP. Classification of parenchymal injuries of the lung. *Radiology*. 1988;167(1):77–82. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1148/radiology.167.1.3347751>
  - Tsybalyuk VI. Treatment of the wounded with combat chest injuries. *Ternopil*, 2023. (In Ukrainian).

#### Перспективи подальших досліджень

#### Prospects for further research

Отримані дані свідчать про ефективність засобів бронезахисту при бойовій травмі грудної клітки, що має велике значення для розробки та удосконалення сучасних засобів індивідуального захисту. В подальшому має сенс вивчення віддалених результатів бойової торакальної травми.

The obtained data indicate that body armor is effective in a combat chest trauma, which is quite important for further development and improvement of modern personal armor. In future, it is reasonable to study late results of combat thoracic trauma.

#### Конфлікт інтересів

#### Conflict of interest

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

The authors state no conflict of interest.

#### Інформація про фінансування

#### Funding information

Фінансування видатками Державного бюджету України.

Financed by the state budget of Ukraine

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Хорошун Едуард Миколайович** – Герой України, кандидат медичних наук, полковник медичної служби, начальник Військово-медичного клінічного центру Північного регіону Командування Медичних Сил Збройних Сил України, доцент кафедри хірургії №4 Харківського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; вул. Культури, буд. 5, м. Харків, Україна, 61058; e-mail: ehoroshun@i.ua; моб.: +38 (067) 692-31-20

**Khoroshun Eduard Mykolayovych** – Hero of Ukraine, Candidate of Medical Sciences, Colonel of Medical Service, Director of Military Medical Clinical Center of the Northern Region of the Medical Forces Command of the Armed Forces of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, Associate Professor of the Department of Surgery No.4 of Kharkiv National Medical University; 5 Kultury Str., Kharkiv, Ukraine, 61058; e-mail: ehoroshun@i.ua; tel.: +38 (067) 692-31-20

**Внесок автора:** корегування виконаної роботи, аналіз отриманих результатів та написання висновків.

**Author's contribution:** correction of the work, analysis of the obtained results, writing conclusions.

**Спузяк Роман Михайлович** – кандидат медичних наук, доцент кафедри радіології та радіаційної медицини Харківського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; просп. Науки, буд. 4, м. Харків, Україна, 61020; e-mail: rentgenspuzyak@gmail.com; моб.: +38 (050) 936-50-52

**Spuziak Roman Mykhailovych** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Radiology and Radiation Medicine of Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 4 Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61020; e-mail: rentgenspuzyak@gmail.com; tel.: +38 (050) 936-50-52

**Внесок автора:** огляд літературних джерел, аналіз та обробка матеріалу, написання статті.

**Author's contribution:** review of literature sources, analysing and processing material, writing the article.

**Деменко Павло Васильович** – підполковник медичної служби, начальник рентгенодіагностичного відділення клініки комп'ютерної та променевої діагностики Військового медичного клінічного центру Північного регіону Командування Медичних Сил Збройних Сил України; вул. Культури, буд. 5, м. Харків, Україна, 61058;  
e-mail: demenko.pasha@gmail.com  
моб.: +38 (050) 587-15-85

**Внесок автора:** набір матеріалу, статистична обробка даних, корегування виконаної роботи.

**Дем'яненко Валерія Вікторівна** – лікар вищої категорії, завідувач рентгенодіагностичним кабінетом Державної установи «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва Національної академії медичних наук України»; вул. Григорія Сковороди, буд. 82, м. Харків, Україна, 61024;

e-mail: igor.valeria1@ukr.net  
моб.: +38 (067) 608-34-74

**Внесок автора:** написання статті.

**Колпаків Олександр Володимирович** – лікар вищої категорії рентгенодіагностичного кабінету Державної установи «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва Національної академії медичних наук України»; вул. Григорія Сковороди, буд. 82, м. Харків, Україна, 61024;

e-mail: kolpakov1985@ukr.net  
моб.: +38 (099) 986-84-18

**Внесок автора:** корегування виконаної роботи.

**Demenko Pavlo Vasylovych** – Lieutenant Colonel of Medical Service, Head of the Department of X-ray Diagnostics of the Clinic of Computer and X-ray Diagnostics of Military Medical Clinical Center of the Northern Region of the Medical Forces Command of the Armed Forces of Ukraine; 5 Kultury Str., Kharkiv, Ukraine, 61058;

e-mail: demenko.pasha@gmail.com  
tel.: +38 (050) 587-15-85

**Author's contribution:** selecting material, statistical data processing, correction of the work.

**Demianenko Valeria Victorivna** – Board-certified Doctor, Head of the X-ray office of the State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»; 82 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, Ukraine, 61024;

e-mail: igor.valeria1@ukr.net  
tel.: +38 (067) 608-34-74

**Author's contribution:** writing the article.

**Kolpakov Oleksandr Volodymyrovych** – Board-certified Doctor at the X-ray office of the State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»; 82 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, Ukraine, 61024;

e-mail: kolpakov1985@ukr.net  
моб.: +38 (099) 986-84-18

**Author's contribution:** correction of the work.

Рукопис надійшов  
*Manuscript was received*  
05.01.2024

Отримано після рецензування  
*Received after review*  
07.02.2024

Прийнято до друку  
*Accepted for printing*  
20.02.2024

Опубліковано  
*Published*  
28.02.2024