

ДУ «ІНСТИТУТ ЗАГАЛЬНОЇ ТА НЕВІДКЛАДНОЇ ХІРУРГІЇ ІМ. В.Т. ЗАЙЦЕВА  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ»  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**БУНІН ЮРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК: 617.54-001.45-072.1-089-092.6

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ТА ХІРУРГІЧНОГО  
ЛІКУВАННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПРОНИКАЮЧИХ ПОРАНЕНЬ  
ГРУДЕЙ (*клініко-експериментальне дослідження*)**

22 - Охорона здоров'я

14.01.03 – хірургія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук.  
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Бунін Ю.В.

Науковий керівник: Замятін Петро Миколайович, доктор медичних наук,  
професор

Харків – 2025

## АНОТАЦІЯ

*Бунін Ю.В.* Удосконалення методів діагностики та хірургічного лікування вогнепальних проникаючих поранень грудей (клініко-експериментальне дослідження) - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук в галузі знань 22 «Охорона здоров'я», за спеціальністю 14.01.03 «Хірургія». Державна установа «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева Національної академії медичних наук України»; Харківський національний медичний університет МОЗ України, 2025.

Дисертаційна робота присвячена покращенню результатів діагностики та хірургічного лікування поранених з вогнепальними проникаючими пораненнями грудей (ВППГ) шляхом використання сучасних технологій та оптимальної хірургічної тактики.

Автором здійснено комплексний аналіз 2161 пораненого військовослужбовця з ВППГ, з них з проникаючими пораненнями 308, що склало 14,28% від усіх поранених у грудну клітку. До дослідження включено 207 поранених: I (основна група) – 97 (46, 85%) поранених, які надійшли на лікування протягом грудня 2016 р. – грудня 2019 р. У них з традиційними додатково використовувались удосконалені методи діагностики, діагностичного та хірургічного інструментарію та була застосована нова тактика за розробленим лікувально-діагностичним алгоритмом. II (група порівняння) – 110 (53,15%) поранених, які надійшли на лікування до Військово-медичного клінічного Центру Північного регіону з квітня 2014 р. до грудня 2019 р. і в них були застосовані традиційні методи діагностики та лікування: клінічне обстеження, рентгенологічне, мультиспіральна комп'ютерна томографія (МСКТ), хірургічна обробка та видалення сторонніх тіл традиційним способом, без чітко визначених показань та протипоказань до відеоасистованої торакоскопії (ВАТС) та видалення сторонніх тіл (СТ).

У структурі сучасної бойової травми грудей в умовах антитерористичної операції/ операції об'єднаних сил (АТО/ООС) серед поранених з вогнепальними

ушкодженнями грудної клітки, проникаючими є  $14,28 \pm 1,9\%$  випадків. Найбільш розповсюдженими є поодинокі  $90,8 \pm 2,0\%$ , осколкові  $79,7 \pm 2,8\%$  ВППГ з ураженням лівої або правої плевральної порожнини  $94,76 \pm 3,5\%$ .

Незадовільні результати діагностики ВППГ пов'язані недостатнім з застосуванням сучасних інструментальних високотехнологічних методів обстеження (УЗД, ВТС, МСКТ), а неінструментальні методи (скарги, анамнез, фізикальний огляд, лабораторні дослідження) не є специфічними та інформативними. Незадовільні результати лікування у поранених групи порівняння пов'язані з неврахуванням топографо-анатомічної ділянки поранення, вижидальною тактикою після поранення, більш частим застосуванням торакотомій, відсутністю чітких розмежувальних показань до хірургічного втручання та консервативного ведення цієї категорії поранених.

Розроблено та впроваджено нові малоінвазивні діагностичні методи, а саме: ендовідеоторакоскопія із застосуванням лазерної візуалізації, флуоресцентної діагностики та магнітодетекції; УЗД для визначення обсягу ураження легень та контролю якості лікування; об'єктивізований контроль за поступленням повітря з плевральних порожнин за допомогою витратоміра Коріюліса. Розроблено та опрацьовано нові хірургічні інструменти та технології для діагностики та видалення сторонніх металевих феромагнітних тіл під час ВАТС та торакотомій; удосконалено показання та протипоказання до ВАТС у поранених з ВППГ на III рівні надання медичної допомоги; запропоновано новий діагностично-лікувальний алгоритм.

Використання алгоритму «комп'ютерного зору» дозволяє чітко визначити розміри стороннього тіла легені з похибкою від 6,8 до 7,2%, що має значення для поглибленої діагностики та розробці подальшої хірургічної тактики. Також слід зазначити, що використання методик комп'ютерного зору збільшують деталізацію сторонніх тіл у поранених із ВППГ. Математичне моделювання дозволяє підвищити точність діагностики розмірів СТ легень за рахунок урахування їх щільності та мінімізує помилки пов'язані з широким діапазоном щільності матеріалу сторонніх тіл (метал, скло, дерево, пластмаса).

Превалюючі патоморфологічні зміни при бойовій травми грудей укладаються у гемодинамічних порушеннях, що пов'язані з масивними геморагіями, імбібіцією кров'ю усіх тканин легені з гіпоксією, вторинними фібриноїдними некрозами та дистрофією м'язової, фіброзної, жирової тканини та судин з ателектазами та дистелектазами, які порушують трофіку і регенерацію тканин легень. За даними імуногістохімічних досліджень виявлено, що трансформуючий фактор росту TGF- $\beta$ 1 і судинно-ендотеліальний фактор росту VEGF виявляються у великій кількості у макрофагах, лейкоцитах, лімфоцитах, фібробластах та ендотелії судин з першої доби травматизації паренхіми легень; до 10 доби експресія TGF- $\beta$ 1 стає значною, тоді як VEGF слабо маркує ендотеліоцити капілярів, артеріол, поодинокі макрофаги. Така імуногістохімічна картина пояснює довготривалий період загоєння ВППГ: в умовах хронізації запального процесу навколоранові осередки тканини легень стають неспроможними до неоангіогенезу. Наявність патологічного колагену IV типу (Collagen IV) у полях фіброзу та дистелектазів паренхіми легень, в термін до 10 місяців після ВППГ, обумовлює слабкий потенціал заміщення ранового каналу сполучнотканинним рубцем.

Прі порівняльному аналізі застосування розроблених і існуючих методів діагностики та лікування виявлено зменшення кількості ускладнень у найближчому післяопераційному періоді з 41 (37,3%) до 4 (4,1%). У віддаленому післяопераційному періоді кількість спостережень пневмофіброзу зменшилась з 9 (12,7%) до 4 (6,4%), плевро-легеневих спайок з 12 (17%) до 1 (1,6%), а загалом ускладнення зменшились з 27 (37,5%) до 5 (8,1%) випадків. Після лікування добрі результати збільшились з 44 (62%) до 57 (91,9%), задовільні зменшились з 24 (33,8%) до 5 (8,1%), а незадовільні - з 3 (2,3%) до повної відсутності. Загальний ліжко-день склав  $9,5 \pm 1,3$  у основний групі та  $19,6 \pm 1,1$  у групи порівняння.

Таким чином, наукова новизна отриманих результатів у тому, що у роботі здійснено клініко-епідеміологічний аналіз ВППГ, структури бойових втрат в умовах сучасної гібридної війни. Вперше на основі аналізу десятирічного досвіду лікування поранених визначено, що вогнепальні проникаючі поранення грудей

при проведенні АТО/ООС є важкими відповідно до шкал об'єктивної оцінки тяжкості травм, у більшості випадків поєднуються з пошкодженням інших анатомо-функціональні ділянки (АФД) та супроводжуються гострою масивною крововтратою та шоком.

Встановлено необхідність застосування тактики «Damage control surgery» при поєднаних пошкодженнях інших АФД у поранених із ВППГ з метою зупинення кровотечі для зменшення післяопераційної летальності. Значення застосування запропонованої раціональної хірургічної тактики при проникаючих вогнепальних пораненнях грудей, спрямованої зменшення операційної агресії показано у значному зниженні післяопераційної летальності.

На підставі порівняльної оцінки різних методів діагностики та лікування визначене і запропоноване до практичного застосування нові методи діагностики та лікування бойової травми грудей (лазерна візуалізація і магнітодетекція, що дозволяють визначити обсяг ушкоджень; визначено швидкісні і об'ємні параметри та характеристики повітря, що видаляється із плевральної порожнини, з оцінкою ступеню герметизму паренхіми легень та контролем перебігу загоєння дефекту пораненої легеневої тканини у динаміці).

Мініінвазивний метод ендовідеоторакоскопії, яку виконано в перші години після надходження постраждалого з контузією серця в клініку, дозволяє прийняти обґрунтоване рішення щодо вибору подальшої хірургічної тактики, здійснити профілактику можливих ускладнень, не обтяжуючи при цьому стан постраждалого та істотно скоротити терміни госпітального етапу лікування і досягти задовільних функціональних результатів в післяопераційному періоді. На основі системної оцінки критеріїв застосування ВАТС підвищена ефективність діагностики та лікування ВППГ.

Розроблений сучасний малотравматичний хірургічний ендоскопічний інструментарій для діагностики та видалення феромагнітних сторонніх тіл і сформований набір хірургічного магнітного ендоскопічного інструменту.

Запропоновані діагностичний та лікувальний алгоритм використання хірургічного магнітного інструменту при ВППГ.

Дані судово-медичного й морфологічного дослідження пораненої легені дозволили виявити морфофункціональні зміни, які відіграють важливу роль у механізмах розвитку гострої ішемії не тільки на регіонарному кровотоці, але й на гемодинаміці та трофіці усіх органів і систем на організменному рівні у зв'язку з порушенням оксигенації тканин.

На підставі даних гістологічних та імуногістохімічних досліджень уточнені ознаки вогнепальних пошкоджень тканини легень з урахуванням накопичення CD68<sup>+</sup>-макрофагів і вмісту патологічного колагену IV типу. Отримані нові дані щодо морфо-функційних особливостей вогнепальних поранень легень будуть корисним підґрунтям для подальшого розвитку фундаментальної медичної науки

Спільно зі співробітниками Харківського національного університету радіоелектроніки вперше розроблено спосіб експериментального математичного моделювання комп'ютерного зору, який дозволяє підвищити деталізацію СТ легень та мінімізувати помилки в діагностики їх розмірів, що виникають за рахунок значної різниці рентгенологічної щільності меж тканинами організму і металом, а також дозволяють усунути вплив артефакту «блиску» металу у тканинах.

Використання впроваджених сучасних методів діагностики та лікування ВППГ дозволило скоротити терміни лікування, зменшити кількість ускладнень та скоротити витрати держави.

Практична значимість отриманих результатів у тому, що розроблений інструмент магнітний дозволяє не тільки видаляти сторонні тіла з кісток та суглобів але може застосовуватися для видалення сторонніх тіл з м'яких тканин, а також розташованих частково або повністю у сухожиллях, у зв'язковому апараті або капсулі суглоба, частково внутрішньокістково, а також ті сторонні тіла, які досить довго знаходяться у організмі та навколо яких сформована капсула (Патент України на корисну модель №130146. 2018 Лист 26).

Завдяки запропонованій насадці магнітній для відеоендоскопічних хірургічних втручань досягається можливість зручно маніпулювати нею у різних

площинах черевної або плевральної порожнин, внаслідок чого спостерігається подвійний ефект: діагностика та видалення феромагнітних металевих сторонніх тіл (Патент України на корисну модель №130147. 2018 Лист 26).

Удосконалення пристрою для фіксації феромагнітних сторонніх тіл м'яких тканин, дозволяє поєднати сили магнітного тяжіння та негативного тиску (вакууму) в одному пристрою, внаслідок чого спостерігається подвійна дія: магнітна частина пристрою утримає феромагнітне стороннє тіло, а вакуумний відсмоктувач з негативним тиском фіксує тканини навколо стороннього тіла до його видалення загальнохірургічним немагнітним (титановим) інструментом (Патент України на корисну модель №132261. 2019 Трав 25.).

Розроблена модель відеоендоскопічної лазерної візуалізації внутрішніх органів черевної та плевральної порожнини дозволяє покращити інтраопераційну тепічну діагностику та місцеву візуалізацію, проводити оперативні втручання та проводити контроль виконання оперативного втручання за рахунок зміни характеру лазерного опромінення, (Патент України на корисну модель №135916. 2019 Лип 25).

Удосконалення інструменту магнітного для ендовідеоскопічної діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл з плевральної і черевної порожнин, в якому за рахунок змінного кута нахилу дистальної магнітної частини, дозволяє збільшити зручність використання інструменту при ендовідеоскопічних операціях та поширює можливості щодо пошуку, фіксації та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнин (Патент України на корисну модель №135918. 2019 Лип 25).

Запропонований інструмент хірургічний магнітний для торако- та лапароскопічних оперативних втручань зі змінною конфігурацією провідника для видалення феромагнітних сторонніх тіл надає можливість збільшити зручність використання інструмента та поширює можливість щодо пошуку, фіксації, утримання та видалення сторонніх тіл малих та середніх розмірів під час торако- та лапароскопічних оперативних втручань (Патент України на корисну модель №155035. 2024 Січ 10).

Розроблений інструмент ендоскопічний магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини зі зміною кута нахилу робочої частини на 100° надає можливість збільшити зручність використання інструмента при торако- та лапароскопічних оперативних втручаннях та поширює можливість пошуку, фіксації, утримання та видалення сторонніх тіл малих та середніх розмірів, які глибоко розташовані у паренхіматозних органах у важкодоступних місцях (Патент України на корисну модель №156469. 2024 Черв 26).

Розроблена модель насадки лазерної ендоскопічної надає можливість збільшити зручність використання при мініінвазивних операціях на внутрішніх органах та поширює можливість щодо діагностики сторонніх тіл інтраопераційно, а незалежність від електропостачання дозволяє використання в умовах військових мобільних госпіталів, військових медичних клінічних центрах та цивільних стаціонарних закладах (Патент України на корисну модель №156932. 2024 Серп 21.).

Таким чином, у дисертації представлено вирішення актуального науково-практичного завдання військової хірургії - поліпшення результатів лікування військовослужбовців з ВППГ, які приймали участь в бойових діях в зоні проведення АТО/ООС на сході України, шляхом застосування удосконалених методів апаратної та інструментальної діагностики, нових хірургічних інструментів та технологій для діагностики та видалення сторонніх тіл вогнепального генезу, впровадження малоінвазивних удосконалених методик ендовідеоторакоскопії, розробці та впровадженню нових об'єктивних показань до хірургічного втручання з метою відновлення герметичності легень.

**Ключові слова:** вогнепальні проникаючі поранення грудей, сторонні тіла легень вогнепального походження, ендовідеоторакоскопічні втручання.

## SUMMARY

*Bunin Yu.V.* Improvement of methods of diagnosis and surgical treatment of penetrating gunshot wounds of the chest (clinical-experimental study) - Qualifying scientific work with manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of candidate of medical sciences of knowledge 22 "Health care", specialty 14.01.03 "Surgery". State Institution "V.T. Zaitsev Institute of General and Emergency Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine"; Kharkiv National Medical University, Ministry of Public Health of Ukraine, 2025.

The dissertation is devoted to improving the results of diagnosis and surgical treatment of patients with gunshot penetrating wounds to the chest (GPWC) through the use of modern technologies and optimal surgical tactics.

The author conducted a comprehensive analysis of 2,161 wounded military personnel with GPWC, including 308 with penetrating wounds, which accounted for 14.28% of all chest wounds. The study included 207 wounded soldiers: I (main group) – 97 (46.85%) wounded soldiers who were admitted for treatment between December 2016 and December 2019. In addition to traditional methods, advanced diagnostic methods, diagnostic and surgical instruments were used, and a new tactic was applied according to a developed treatment and diagnostic algorithm. II (comparison group) – 110 (53.15%) wounded patients who were admitted for treatment to the Military Medical Clinical Center of the Northern Region from April 2014 to December 2019 and were treated using traditional methods of diagnosis and treatment: clinical examination, X-ray, multispiral computed tomography (MSCT), surgical treatment and removal of foreign bodies using traditional methods, without clearly defined indications and contraindications for video-assisted thoracoscopy (VATS) and removal of foreign objects (FO).

In the structure of modern combat chest trauma in the conditions of anti-terrorist operation/joint forces operation among the wounded with firearm injuries to the chest, penetrating injuries account for  $14.28 \pm 1.9\%$  of cases. The most common

are single  $90.8\pm 2.0\%$ , fragmentary  $79.7\pm 2.8\%$  GPWC with damage to the left or right pleural cavity  $94.76\pm 3.5\%$ .

Unsatisfactory results in the diagnosis of GPWC are associated with insufficient use of modern high-tech instrumental examination methods (ultrasound, CT, MSCT), while non-instrumental methods (complaints, medical history, physical examination, laboratory tests) are not specific or informative. The unsatisfactory treatment results in the comparison group of wounded patients are associated with the failure to take into account the topographic and anatomical location of the wound, a wait-and-see approach after the injury, more frequent use of thoracotomies, and the lack of clear indications for surgical intervention and conservative management of this category of wounded patients.

New minimally invasive diagnostic methods have been developed and implemented, namely: endovideothoracoscopy with the use of laser imaging, fluorescent diagnostics, and magnetodetection; ultrasound to determine the extent of lung damage and monitor the quality of treatment; objective monitoring of air flow from the pleural cavities using a Coriolis flow meter. New surgical instruments and technologies have been developed and refined for the diagnosis and removal of foreign ferromagnetic metal bodies during VATS and thoracotomies; Indications and contraindications for VATS in patients with GPWC at the III level of medical care have been improved; a new diagnostic and treatment algorithm has been proposed.

The use of the "computer vision" algorithm allows to clearly determine the size of a foreign body in the lung with an error of 6.8 to 7.2%, which is important for in-depth diagnosis and the development of further surgical tactics. It should also be noted that the use of computer vision techniques increases the detail of foreign bodies in patients with GPWC. Mathematical modeling allows for more accurate diagnosis of the size of FO scans of the lungs by taking into account their density and minimizes errors associated with the wide range of densities of foreign objects materials (metal, glass, wood, plastic).

The prevailing pathomorphological changes in combat chest trauma consist of hemodynamic disorders associated with massive hemorrhages, blood imbibition of all lung tissues with hypoxia, secondary fibrinoid necrosis, and dystrophy of muscle, fibrous, and adipose tissue and vessels with atelectasis and dystelectasis, which disrupt the trophism and regeneration of lung tissue. According to immunohistochemical studies, transforming growth factor TGF- $\beta$ 1 and vascular endothelial growth factor VEGF are found in large quantities in macrophages, leukocytes, lymphocytes, fibroblasts, and vascular endothelium from the first day of lung parenchyma trauma; By the 10th day, TGF- $\beta$ 1 expression becomes significant, while VEGF weakly marks the endothelial cells of capillaries, arterioles, and isolated macrophages. This immunohistochemical picture explains the long healing period of GPWC: in conditions of chronic inflammation, the perivascular foci of lung tissue become incapable of neoangiogenesis. The presence of pathological type IV collagen (Collagen IV) in areas of fibrosis and dystelectasis of the lung parenchyma, up to 10 months after GPWC, determines the weak potential for replacement of the wound channel with connective tissue scar.

A comparative analysis of the use of developed and existing methods of diagnosis and treatment revealed a decrease in the number of complications in the immediate postoperative period from 41 (37.3%) to 4 (4.1%). In the long-term postoperative period, the number of cases of pneumofibrosis decreased from 9 (12.7%) to 4 (6.4%), pleuropulmonary adhesions from 12 (17%) to 1 (1.6%), and overall complications decreased from 27 (37.5%) to 5 (8.1%) cases. After treatment, good results increased from 44 (62%) to 57 (91.9%), satisfactory results decreased from 24 (33.8%) to 5 (8.1%), and unsatisfactory results decreased from 3 (2.3%) to zero. The total bed-day was  $9.5 \pm 1.3$  in the main group and  $19.6 \pm 1.1$  in the comparison group.

Thus, the scientific novelty of the results obtained lies in the fact that the study conducted a clinical and epidemiological analysis of GPWC and the structure of combat losses in the conditions of modern hybrid warfare. For the first time, based on an analysis of ten years of experience in treating the wounded, it has been

determined that penetrating gunshot wounds to the chest during anti-terrorist operation/joint forces operation are severe according to the scales of objective assessment of the severity of injuries, in most cases combined with damage to other anatomical and functional sections (AFS) and accompanied by acute massive blood loss and shock.

The need to use damage control surgery tactics in cases of combined damage to other vital organs in patients with penetrating chest wounds has been established in order to stop bleeding and reduce postoperative mortality. The importance of using the proposed rational surgical tactics in penetrating gunshot wounds of the chest, aimed at reducing surgical aggression, is demonstrated by a significant reduction in postoperative mortality.

Based on a comparative assessment of various methods of diagnosis and treatment, new methods of diagnosis and treatment of combat chest trauma have been identified and proposed for practical application (laser imaging and magnetodetection, which allow the extent of damage to be determined; the speed and volume parameters and characteristics of the air removed from the pleural cavity have been determined, with an assessment of the degree of lung parenchyma tightness and monitoring of the healing process of the wounded lung tissue in dynamics).

The minimally invasive method of endovideothoracoscopy, performed in the first hours after the arrival of a patient with cardiac contusion at the clinic, allows for an informed decision on the choice of further surgical tactics, prevention of possible complications, without aggravating the patient's condition, significantly reducing the duration of the hospital treatment stage, and achieving satisfactory functional results in the postoperative period. Based on a systematic assessment of the criteria for the use of VATS, the effectiveness of diagnosis and treatment of GPWC has been increased.

Modern, low-trauma surgical endoscopic instruments for the diagnosis and removal of ferromagnetic foreign bodies have been developed, and a set of surgical magnetic endoscopic instruments has been formed.

A diagnostic and therapeutic algorithm for the use of surgical magnetic instruments in GPWC has been proposed.

Data from forensic and morphological studies of the injured lung have revealed morphofunctional changes that play an important role in the mechanisms of acute ischemia development not only in regional blood flow, but also in the hemodynamics and trophism of all organs and systems at the organism level due to tissue oxygenation disorders.

Based on the data of histological and immunohistochemical studies, the signs of gunshot wounds to the lung tissue were clarified, taking into account the accumulation of CD68+ macrophages and the content of pathological type IV collagen. The new data obtained on the morpho-functional features of gunshot wounds to the lungs will be a useful basis for the further development of fundamental medical science.

In collaboration with colleagues from Kharkiv National University of Radio Electronics, a method of experimental mathematical modeling of computer vision has been developed for the first time, which allows for increased detail in FO scans of the lungs and minimizes errors in diagnosing their size, which arise due to the significant difference in radiographic density between body tissues and metal, and also eliminates the influence of the "glare" artifact of metal in tissues.

The use of modern methods of diagnosis and treatment of GPWC has made it possible to reduce treatment times, decrease the number of complications, and reduce government spending.

The practical significance of the results obtained is that the developed magnetic tool not only allows the removal of foreign objects from bones and joints, but can also be used to remove foreign objects from soft tissues, as well as those located partially or completely in tendons, in the ligamentous apparatus or joint capsule, partially intraosseous, as well as foreign objects that have been in the body for a long time and around which a capsule has formed (Ukrainian Patent for Utility Model No. 130146. 2018 Letter 26).

Thanks to the proposed magnetic attachment for videoendoscopic surgical interventions, it is possible to conveniently manipulate it in different planes of the abdominal or pleural cavities, resulting in a double effect: diagnosis and removal of ferromagnetic metal foreign bodies (Ukrainian Patent for Utility Model No. 130147. 2018 Letter 26).

Improvement of a device for fixing ferromagnetic foreign objects in soft tissues, allowing the forces of magnetic attraction and negative pressure (vacuum) to be combined in a single device, resulting in a dual action: the magnetic part of the device holds the ferromagnetic foreign objects in place, while the vacuum suction device with negative pressure fixes the tissue around the foreign objects until it is removed with a general surgical non-magnetic (titanium) instrument (Ukrainian patent for utility model No. 132261. May 25, 2019).

The developed model of video endoscopic laser visualization of the internal organs of the abdominal and pleural cavities allows for improved intraoperative topical diagnosis and local visualization, surgical interventions, and control of the surgical intervention by changing the nature of laser irradiation (Ukrainian patent for utility model No. 135916, July 25, 2019).

Improvement of a magnetic instrument for endoscopic diagnosis and removal of ferromagnetic foreign objects from the pleural and abdominal cavities, in which, due to the variable angle of inclination of the distal magnetic part, it is possible to increase the convenience of using the instrument during endoscopic operations and expand the possibilities for searching for, fixation, and removal of ferromagnetic foreign objects from the pleural or abdominal cavities (Ukrainian Patent for Utility Model No. 135918, July 25, 2019).

The proposed surgical magnetic instrument for thoracoscopic and laparoscopic surgical interventions with a variable conductor configuration for removing ferromagnetic foreign objects makes the instrument easier to use and expands the possibilities for searching for, fixation, retention, and removal of small and medium-sized foreign objects during thoracic and laparoscopic surgical interventions (Ukrainian patent for utility model No. 155035, January 10, 2024).

The developed endoscopic magnetic instrument for removing ferromagnetic foreign objects from the pleural or abdominal cavity with a 100° change in the angle of inclination of the working part makes it easier to use the instrument during thoracic and laparoscopic surgical interventions and expands the possibility of searching for, fixing, holding, and removing small and medium-sized foreign objects that are deeply located in parenchymal organs in hard-to-reach places (Ukrainian patent for utility model No. 156469. June 26, 2024).

The developed model of a laser endoscopic attachment provides the opportunity to increase the convenience of use in minimally invasive operations on internal organs and expands the possibility of intraoperative diagnosis of foreign objects, while its independence from the power supply allows it to be used in military mobile hospitals, military medical clinical centers, and civilian inpatient facilities (Ukrainian Patent for Utility Model No. 156932. August 21, 2024).

Thus, the dissertation presents a solution to the urgent scientific and practical problem of military surgery—improving the treatment outcomes of military personnel with gunshot wounds who participated in combat operations in the anti-terrorist operation/joint forces operation zone in eastern Ukraine - through the use of advanced methods of hardware and instrumental diagnostics, new surgical instruments and technologies for the diagnosis and removal of foreign objects of firearm origin, the introduction of minimally invasive advanced endovideothoracoscopy techniques, and the development and implementation of new objective indications for surgical intervention to restore lung integrity

**Keywords:** gunshot penetrating wounds of the chest, lung foreign objects of gunshot origin, endovideothoracoscopic interventions.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Видання, у яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

1. Бунін ЮВ, Замятін ПМ, Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Береснев СО, Провар ЛВ. Еволюція поглядів на розробку й впровадження сучасного хірургічного магнітного інструментарію на прикладі вогнепальних проникаючих поранень грудей. Харківська хірургічна школа. 2020;2:113-8. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2020.23>. *(Здобувачем проаналізовано ефективність застосованого інструментарію, систематизовано отримані результати, написані основні розділи статті)*.
2. Бунін Ю, Вакулік Є, Михайлузов Р, Негодуйко В, Смеляков К, Ясинський О. Оцінка розмірів стороннього тіла легені з застосуванням алгоритмів комп'ютерного зору. Експериментальна і клінічна медицина. 2020;89(4):87-94. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2020.89.04.13>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, проаналізовані отримані результати, оформлено статтю до друку)*
3. Бойко ВВ, Замятін ПМ, Береснев СО, Замятін ДП, Бунін ЮВ, Провар ЛВ, Крицак В.В. Визначення лікувально-діагностичної тактики при проникаючих вогнепальних та колото-різаних пораненнях грудей за допомогою спіральної комп'ютерної томографії. Харківська хірургічна школа. 2020;4:47-54. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.4.2020.09>. *(Здобувачем проаналізовано ефективність застосованої лікувально-діагностичної тактики, систематизовано отримані результати, написані основні розділи статті)*.
4. Бунін Ю, Михайлузов Р, Негодуйко В, Якимова Т. Особливості патоморфозу вогнепальних ран легень. Медицина сьогодні і завтра. 2021;90(1):4-12. DOI: <https://doi.org/10.35339/msz.2021.90.01.01>. *(Здобувачем здійснено аналіз літератури, збір матеріалу, узагальнення результатів, підготовка до друку)*
5. Бунін Ю, Михайлузов Р, Негодуйко В, Нечуйвітер О, Першина Ю, Ясинський О. Математичне моделювання променевої діагностики сторонніх тіл легень вогнепального походження. Медицина сьогодні і завтра. 2021;90(2):30-9. DOI: <https://doi.org/10.35339/msz.2021.90.2.bmn>. *(Здобувачем здійснено аналіз літератури, збір матеріалу, аналіз та узагальнення результатів)*
6. Яковцова ІІ, Данилюк СВ, Замятін ПМ, Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮВ. Імуногістохімічні дослідження легень при вогнепальних

- проникаючих пораненнях. Харківська хірургічна школа. 2021;2:109-15. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2021.20>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, проаналізовані отримані результати, оформлено статтю до друку)*
7. Бунін ЮВ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ., Попова ОМ, Хорошун ЕМ. Оцінка можливостей ультразвукової діагностики посттравматичного пульмониту при вогнепальному пораненні органів грудної порожнини в динаміці. Вісник проблем біології і медицини. 2021;2(160):173-6. DOI: <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2021-2-160-173-176>. *(Здобувачем проаналізовано ефективність застосованої діагностичної методики, систематизовано отримані результати, написані основні розділи статті).*
  8. Купріянчук ВВ, Бунін ЮВ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Хорошун ЕМ, Шипілов СА, Береснев СО. Показання та протипоказання до видалення сторонніх тіл легень вогнепального походження. Харківська хірургічна школа. 2021;3:43-7. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.3.2021.09>. *(Здобувачем проаналізовано літературні джерела, виконано клінічне дослідження та підготовлено текст статті).*
  9. Tsema Ie, Humenyuk K, Kravchenko K, Yurkiv O, Dubenko D, Khuda M, Myrhorodskiy D, Bunin Yu. Bilateral Gunshot Wounds to the Chest at Different Levels of Medical Care. Journal of Education, Health and Sport. 2021;11(04):92-100. DOI: <https://doi.org/10.12775/JEHS.2021.11.04.010>. *(Здобувачем систематизовано отримані результати, написані основні розділи статті).*
  10. Чернявський ЄО, Бунін ЮВ, Негодуйко ВВ, Михайлусов РМ, Хорошун ЕМ, Шипілов СА, Замятін ПМ. Оцінка можливості застосування витратоміра Коріюліса в діагностиці ушкодження легень у поранених із вогнепальними проникаючими пораненнями грудної клітки. Харківська хірургічна школа. 2021;4:52-5. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.4.2021.10>. *(Здобувачем проаналізована ефективність застосованої діагностичної методики, систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*
  11. Бойко ВВ, Замятін ПМ, Крицак ВВ, Замятін ДП, Шевченко ОМ, Бунін ЮМ. Гнійний післятравматичний медіастиніт як ускладнення вогнепальних проникаючих поранень грудей. Харківська хірургічна школа. 2022;2:55-8. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2022.11>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, проаналізовані отримані результати, оформлено статтю до друку)*

12. Бойко ВВ, Крицак ВВ, Замятін ПМ, Шевченко ОМ, Замятін ДП, Хорошун ЕМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮМ. Випадок успішного комбінованого хірургічного лікування пораненого із гнійним медіастинітом після пошкодження грудей і шиї вогнепального походження. Харківська хірургічна школа. 2022;3:67-9. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.3.2022.12>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, аналіз та узагальнення результатів, підготовка до друку)*
13. Lurin IA, Khoroshun EM, Nehoduiko VV, Makarov VV, Bunin YuV, Salyutin RV, Tertyshnyi SV. Videothoracoscopic removal of a foreign body (arrow-shaped element) of gunshot origin from the vertebral body, using radiation and magnetic technologies. Paediatric Surgery. Ukraine. 2022;4(77):96-100. DOI: <https://doi.org/10.15574/PS.2022.77.96>. *(Здобувачем особисто проаналізовано ефективність застосованої лікувальної методики, систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*
14. Tsumbaliuk VI, Lurin IA, Makarov VV, Nehoduiko VV, Buchnieva OV, Tertyshnyi SV, Bunin YV. A clinical case of gunshot shrapnel penetrating wound of the chest with injury to the inferior vena cava with migration of a foreign body along the blood stream. Zaporozhye medical journal. 2022;24(6):760-4. DOI: <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2022.6.266619>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, проаналізовані отримані результати, оформлено статтю до друку)*
15. Лурін ІА, Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Негодуйко ВВ, Шипілов СА, Бунін ЮВ, Салютін РВ. Органозберігальні операції при вогнепальних торакоабдомінальних та абдомінальних пораненнях з ушкодженням селезінки. Клінічна хірургія. 2022;11-12 (89):5-9. DOI: <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2022.11-12.05>. *(Здобувачем проаналізована ефективність застосованої лікувальної методики, систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*
16. Бойко ВВ, Мінухін ДВ., Серенко АА, Хащина ВО, Крицак ВВ, Ткаченко ВВ, Корж ПІ, Євтушенко ДО, Бунін ЮВ, Мінухін БД. Використання відеоторакоскопічних технологій в лікуванні поранених з бойовою торакальною травмою на етапі спеціалізованої хірургічної допомоги. Харківська хірургічна школа. 2024;2-3:223-9. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2-3.2024.43>. *(Здобувачем проаналізована ефективність застосованої лікувальної методики,*

*систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*

17. Khoroshun E, Negoduiko V, Makarov V, Bunin Yu, Smolyannik K, Dotsenko V. Випадок використання мініінвазивних технологій при вогнепальному пораненні грудей з ушкодженням середостіння. Медицина невідкладних станів. 2024;19(8):524–8. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.8.2023.1642>. *(Здобувачем проаналізовано ефективність застосованої лікувальної методики, систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*

***Видання, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації***

18. Бойко В, Замятін П, Бунін Ю, Береснєв С, Літвішко В, Замятін Д, Провар Л, Кріцак В. Діагностичні можливості спіральної комп'ютерної томографії у поранених із комбінованими вогнепальними ушкодженнями грудної клітки. В: Conference Proceedings of the 3rd International Scientific Conference «Economic and Social Focused Issues of Modern World». (November 17-18, 2020). Bratislava, 2020;320-7. <http://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/27963>.
19. Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮВ, Кравченко КВ, Худа МЮ. Особливості білатеральних вогнепальних поранень грудей. Сучасні аспекти військової хірургії. В: Зб. наук. праць Національного Військово-медичного клінічного центру «ГВКГ», Української військово-медичної академії. Мат. XIV конференції–вебінару хірургів і анестезіологів Збройних сил України: «Організація хірургічної допомоги та анестезіологічного забезпечення при вогнепальних пораненнях та бойових травмах в умовах гібридної війни» (01-02 жовтня 2020 р.) С. 34-6.

***Видання, які додатково відображують наукові результати дисертації***

20. Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Бунін ЮВ., Гриневич ВМ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Інструмент магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з кісток та суглобів. Патент України на корисну модель №130146. 2018 Лист 26.
21. Михайлузов Р.М, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Бунін ЮВ, Гриневич ВМ, Тітов ОП. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Насадка магнітна для відеоендоскопічних хірургічних втручань. Патент України на корисну модель №130147. 2018 Лист 26.

22. Негодуйко ВВ, Михайлузов РМ, Разбаков АМ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Гриневич ВМ, Бунін ЮВ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Пристрій для фіксації феромагнітних сторонніх тіл м'яких тканин. Патент України на корисну модель №132261. 2019 Трав 25.
23. Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Шипілов СА, Холін ВВ, Худа МЮ, Бунін ЮВ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Спосіб відеоендоскопічної лазерної візуалізації внутрішніх органів черевної та плевральної порожнин. Патент України на корисну модель №135916. 2019 Лип 25.
24. Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Худа МЮ, Шипілов СА, Бунін ЮВ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини. Патент України на корисну модель №135918. 2019 Лип 25.
25. Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Шипілов СА, Бунін ЮВ. винахідники; Харківський національний медичний університет, патентовласник. Інструмент хірургічний магнітний для торако- та лапароскопічних оперативних втручань зі змінною конфігурацією провідника для видалення феромагнітних сторонніх тіл. Патент України на корисну модель №155035. 2024 Січ 10
26. Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Шипілов СА, Бунін ЮВ. винахідники; Харківський національний медичний університет, патентовласник. Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини зі зміною кута нахилу робочої частини. Патент України на корисну модель №156469. 2024 Черв 26.
27. Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Шипілов СА, Бунін ЮВ. винахідники; Харківський національний медичний університет, патентовласник. Насадка лазерна ендоскопічна. Патент України на корисну модель №156932. 2024 Серп 21.
28. Boyko V, Kritsak V, Zamiatin P, Zamiatin D, Bunin Yu. Characteristics of the Course of Purulous posttraumatic mediastinitis on the background of fire penetrating Wounds of the Chest. In Monograf: Modern Scientific Strategies of Development. Publisher «GS Publishing Services» Sherman Oaks, USA; 169-72. DOI: <https://doi.org/10.51587/9781-7364-13395-2022-008-169-172>.
29. Бунін ЮВ. та співавтори. Атлас бойової хірургічної травми (досвід

антитерористичної операції/операції об'єднаних сил) Під загальною редакцією В.І. Цимбалюка. Харків: Колегіум, 2021; 385 с. ISBN 978-617-7687-16-9.

30. Бунін ЮВ. та співавтори. Моделювання вогнепальних поранень. Монографія. Під загальною редакцією академіка НАН та НАМН України, Цимбалюка ВІ. Харків: Вид-во, 2022; 322 с. ISBN 978-617-0000-00-0. УДК 001.891.57:616-001.45
31. Бунін ЮВ. та співавтори. Рідинна реанімація при невідкладних станах, які виникають під час бойових пошкоджень. Методичні рекомендації. За редакцією Хорошуна ЕМ. Харків: Колегіум 2022; 29 с.
32. Бунін ЮВ. та співавтори. Основні поняття та сучасна класифікація бойової хірургічної травми. Методичні рекомендації. Клінічна хірургія. 2022;7-8 (89):73-87. DOI: <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2022.7-8.73>.

## ЗМІСТ

	стор.
АНОТАЦІЯ.....	2
СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ.....	16
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	24
ВСТУП.....	25
<b>Розділ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТИКИ І ХІРУРГІЧНОЇ ТАКТИКИ У ПОРАНЕНИХ ІЗ ВОГНЕПАЛЬНИМИ ПРОНИКАЮЧИМИ ПОРАНЕННЯМИ ГРУДЕЙ (огляд літератури).....</b>	<b>35</b>
1.1. Історичні аспекти становлення проблеми, структура та питома вага вогнепальних проникаючих поранень грудей.....	35
1.2. Пошкоджуючі фактори вогнепальних поранень грудей. Судово-медичні та патоморфологічні особливості бойової травми грудей.....	42
1.3. Сучасні можливості діагностики ушкоджень при вогнепальній проникаючій травмі грудей.....	49
1.4. Сучасні підходи і принципи хірургічного лікування вогнепальної проникаючої травми грудей.....	54
<b>Розділ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	<b>63</b>
2.1. Матеріали та дизайн дослідження.....	63
2.2. Методи клінічних досліджень.....	72
2.3. Загальна характеристика та методи експериментальних досліджень і математичного моделювання.....	80
2.4. Методи статистичної обробки результатів досліджень	81
<b>Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗАХОДІВ У ПОРАНЕНИХ ІЗ ВОГНЕПАЛЬНОЮ ПРОНИКАЮЧОЮ ТРАВМОЮ ГРУДЕЙ НА ІІІ РІВНІ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....</b>	<b>83</b>
3.1. Особливості діагностики вогнепальної проникаючої травми грудей на ІІІ рівні надання медичної допомоги.....	83

3.2.	Особливості клініко-інструментальної діагностики вогнепальної проникаючої травми грудей на III рівні надання медичної допомоги.....	92
Розділ 4.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ДІАГНОСТИКИ СТОРОННІХ ТІЛ ЛЕГЕНЬ....	111
4.1.	Математичне моделювання променевої діагностики сторонніх тіл легень вогнепального походження.....	111
4.2.	Оцінка розмірів стороннього тіла легені з застосуванням алгоритмів комп'ютерного зору.....	118
Розділ 5.	ПАТОМОРФОЛОГІЧНЕ ТА ІМУНОГІСТОХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПРОНИКАЮЧИХ ПОРАНЕНЬ ГРУДЕЙ.....	129
5.1.	Світові мікроскопічні дослідження легеневої тканини.....	129
5.2.	Імуногістохімічні дослідження тканини легеневої тканини..	142
Розділ 6.	ОСОБЛИВОСТІ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ УШКОДЖЕНЬ ГРУДЕЙ НА III РІВНІ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	152
6.1.	Вибір хірургічної тактики у поранених із бойовою травмою грудей.....	152
6.2.	Лазерна візуалізація сторонніх тіл легень вогнепального походження.....	166
	АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	172
	ВИСНОВКИ.....	181
	ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	183
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	185
	Додаток А.....	208
	Додаток Б.....	213
	Додаток В.....	214
	Додаток Г.....	222

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- АТО - антитерористична операція  
АТД - анатомо-топографічна ділянка  
АФД - анатомо-функціональні ділянки  
БЕХЛ - багатоетапне хірургічне лікування  
ВБС - виразність больового синдрому  
ВАТС – відеоасистована торакоскопія  
ВАШ - візуально-аналоговою шкалою  
ВМГ – військовий мобільний госпіталь  
ВМКЦ ПнР - Військово-медичний клінічний Центр Північного регіону  
ВПК - вогнепальні поранення грудної клітки  
ВППГ – вогнепальні проникаючі поранення грудей  
ВТО – вторинна хірургічна обробка  
ВТС - відеоторакоскопія  
ГВГ – гарнізонний військовий госпіталь  
ДМП - дивізійні медичні пункти  
ЕВТС - ендовідеоторакоскопія  
ЛІ – лазерна візуалізація  
МСКТ – мультиспіральна комп'ютерна томографія  
НВМКЦ «ГВКГ» – Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь» МО України  
ООС - операція об'єднаних сил  
ПоХО – повторна хірургічна обробка  
ПХО – первинна хірургічна обробка  
СКТ – спіральна комп'ютерна томографія  
СТ – сторонні тіла  
АІS – шкала важкості ушкоджень  
УЗД – ультразвукове дослідження  
ХО – хірургічна обробка

## ВСТУП

**Актуальність теми.** За час проведення антитерористичної операції/операції об'єднаних сил (АТО/ООС) інтерес лікарів усіх ланок надання допомоги викликає проблема вогнепальних проникаючих поранень грудей (ВППГ) 8-12%, з яких 20,4% проникаючі (Цимбалюк ВІ, 2021, 2022; Хоменко ІІІ, та співавт., 2019; Шевченко ОС, та співавт., 2023). ВППГ характеризуються високим відсотком ускладнень з 14,7 до 37 % та летальності до 8% (Бойко ВВ. та співавт., 2022; Запорожан ВМ. та співавт., 2016; Boyko V. et al., 2022).

Засоби та методи лікування та діагностики ВППГ, що використовуються традиційно (скарги, анамнез, фізичний огляд, рентгенографія, лабораторні дослідження) дозволяють судити про важкість та характер ушкодження з певною часткою ймовірності (Schellenberg M. et al., 2018). Стандартним методом дослідження є спіральна комп'ютерна томографія (СКТ) (Бойко В. та співавт., 2020; Lichtenberger JP. et al., 2018). Ревізія при торакотомії дає більш менш повноцінні данні, але сама по собі має досить травматичною та черезмірною в якості діагностичного методу (Мельниченко ОО., 2023; Rodriguez RC. et al., 2023).

Застосування відеоасистованої торакоскопії (ВАТС) дозволяє встановити не тільки локалізацію ушкодження, його важкість, розвиток ускладнень, а також прийняти ґрунтовне рішення про подальшу хірургічну тактику (Amin R. et al., 2019; Lurin I. et al., 2023; Sastre I. et al., 2020; Shemmeri E., 2021; Vinck EE. et al., 2021). Окрім того ВАТС поєднує в собі як діагностичні, так і лікувальні маніпуляції. Не дивлячись на очевидні переваги ВАТС для діагностики та лікування ВППГ метод використовується недостатньо (Lin HL. et al., 2019). Разом з відсутністю обладнання та підготовлених фахівців, можливо назвати недостатньо відпрацьовані протоколи на використання ВАТС. Для впровадження ВАТС у повсякденну практику лікування та діагностики ВППГ необхідно мати клінічний досвід

застосування методу, уточнення та його вдосконалення. Використання ВАТС при ВППГ сприятиме збільшенню обсягів та якості високотехнологічних сучасних методів лікування.

Актуальність проблеми на сучасному етапі визначається наступним: процент ВППГ, частота ускладнень та летальність залишаються високими (Бойко ВВ. та співавт., 2024); у більшості лікувальних закладів надання допомоги пацієнтам з ВППГ засновані лише на «традиційних» методах діагностики та лікування, без використання ВАТС (Хоменко ІІ, Гержик КР, 2019); дані про використання ВАТС недостатні, або суперечливі; не існує загальноприйнятого протоколу діагностики та лікування поранених із ВППГ з використанням ВАТС; невелика кількість наукових досліджень, що висвітлюють можливості ВАТС при ВППГ; існуючі напрацювання, зазвичай, не пристосовані до умов військово-мобільних госпіталів (ВМГ) та військово-медичних клінічних центрів (ВМКЦ), де працюють військові лікарі з пораненими при даному виді вогнепальних ушкоджень (Хоменко ІІ, та співавт., 2021).

Існуюча суперечливість представлених даних зумовлена як недосконалістю ранньої об'єктивної діагностики даного виду травми, так і неоднорідністю обстежуваних груп поранених і, отже, несвоєчасністю і неадекватністю наступних лікувальних заходів. У клінічній практицісторожкість лікарів щодо можливості ушкодження життєважливих органів грудної порожнини при вогнепальній травмі досі далека від бажаного.

Таким чином, найважливішим моментом при наданні хірургічної допомоги цьому контингенту поранених є своєчасне розпізнавання джерела масивної кровотечі, що особливо складно при тяжкій травмі грудей. В цьому випадку ознаки поранення внутрішньогрудних органів й крупних судин грудної порожнини і середостіння завуальовані переважною клінічною картиною вогнепальній травми, ушкодженнями інших анатомо-функціональних ділянок (АФД), що супроводжуються шоком.

Сучасний стан проблеми характеризується невирішеністю питань і недостатнім відображенням в літературі даних про специфіку ранньої діагностики, хірургічне лікування та проведення інтенсивної терапії у поранених із ВППГ, недоліком і недосконалістю схем раціональної лікувально-діагностичної тактики.

Все це послужило підставою для проведення даного дослідження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до плану НДР Харківського національного медичного університету «Розробка діагностичних методів й відкритих та мініінвазивних технологій лікування захворювань та травм органів грудної та черевної порожнини, судин кінцівок у хворих у військовий час» (держ. реєстраційний № 0124U002908).

**Мета дослідження** - покращення результатів діагностики та хірургічного лікування поранених з вогнепальними проникаючими пораненнями грудей шляхом використання сучасних технологій та оптимальної хірургічної тактики.

**Завдання дослідження:**

1. Проаналізувати сучасну бойову травму грудей в умовах антитерористичної операції/операції об'єднаних сил.
2. Вивчити незадовільні результати діагностики та лікування бойової травми грудей.
3. Розробити нові малоінвазивні техніки діагностики та лікування бойової травми грудей.
4. Оцінити результати застосування технологій «комп'ютерного зору» та математичного моделювання для визначення розмірів сторонніх тіл легень в залежності від їх щільності
5. Вивчити патоморфологічні та імуногістохімічні зміни при бойової травми грудей.
6. Провести порівняльний аналіз застосування розроблених та існуючих методів діагностики та лікування бойової травми грудей.

*Об'єкт дослідження:* вогнепальні проникаючі пошкодження грудної клітки у поранених із бойовою травмою грудей.

*Предмет дослідження:* параметри лазерної візуалізації сторонніх тіл легень; морфо-функціональні, ультраструктурні та імуногістохімічні зміни легеневої тканини поранених при вогнепальних проникаючих пошкодженнях грудей до- і після запропонованої хірургічної тактики.

*Методи дослідження:* клінічні, лабораторні, інструментальні (рентгенологічні, УЗД, СКТ, лазерні, ендовідеоторакоскопічні, включно VATC), морфологічні, імуногістохімічні, статистичні.

### **Наукова новизна отриманих результатів.**

У роботі проведений клініко-епідеміологічний аналіз ВППГ, структури бойових втрат в умовах сучасної гібридної війни. Вперше на основі аналізу десятирічного досвіду лікування поранених визначено, що вогнепальні проникаючі поранення грудей при проведенні АТО/ООС є важкими відповідно до шкал об'єктивної оцінки тяжкості травм, у більшості випадків поєднуються з пошкодженням інших АФД та супроводжуються гострою масивною крововтратою та шоком.

Встановлено необхідність застосування тактики «Damage control surgery» при поєднаних пошкодженнях інших АФД у поранених із ВППГ з метою зупинення кровотечі для зменшення післяопераційної летальності. Значення застосування запропонованої раціональної хірургічної тактики при проникаючих вогнепальних пораненнях грудей, спрямованої зменшення операційної агресії показано у значному зниженні післяопераційної летальності.

На підставі порівняльної оцінки різних методів діагностики та лікування визначене і запропоноване до практичного застосування нові методи діагностики та лікування бойової травми грудей (лазерна візуалізація і магнітодетекція, що дозволяють визначити обсяг ушкоджень; визначено швидкісні і об'ємні параметри та характеристики повітря, що видаляється із

плевральної порожнини, з оцінкою ступеню герметизму паренхіми легень та контролем перебігу загоєння дефекту пораненої легеневої тканини у динаміці).

Мініінвазивний метод ендовідеоторакоскопії, яку виконано в перші години після надходження постраждалого з контузією серця в клініку, дозволяє прийняти обґрунтоване рішення щодо вибору подальшої хірургічної тактики, здійснити профілактику можливих ускладнень, не обтяжуючи при цьому стан постраждалого та істотно скоротити терміни госпітального етапу лікування і досягти задовільних функціональних результатів в післяопераційному періоді. На основі системної оцінки критеріїв застосування VATS підвищена ефективність діагностики та лікування ВППГ.

Розроблений сучасний малотравматичний хірургічний ендоскопічний інструментарій для діагностики та видалення феромагнітних сторонніх тіл і сформований набір хірургічного магнітного ендоскопічного інструменту.

Запропоновані діагностичний та лікувальний алгоритм використання хірургічного магнітного інструменту при ВППГ.

Дані судово-медичного й морфологічного дослідження пораненої легені дозволили виявити морфофункціональні зміни, які відіграють важливу роль у механізмах розвитку гострої ішемії не тільки на регіонарному кровотоці, але й на гемодинаміці та трофіці усіх органів і систем на організменному рівні у зв'язку з порушенням оксигенації тканин.

На підставі даних гістологічних та імуногістохімічних досліджень уточнені ознаки вогнепальних пошкоджень тканини легень з урахуванням накопичення CD68<sup>+</sup>-макрофагів і вмісту патологічного колагену IV типу. Отримані нові дані щодо морфо-функційних особливостей вогнепальних поранень легень будуть корисним підґрунтям для подальшого розвитку фундаментальної медичної науки

Спільно зі співробітниками Харківського національного університету радіоелектроніки вперше розроблено спосіб експериментального математичного моделювання комп'ютерного зору, який дозволяє підвищити деталізацію СТ легень та мінімізувати помилки в діагностики їх розмірів, що

виникають за рахунок значної різниці рентгенологічної щільності меж тканинами організму і металом, а також дозволяють усунути вплив артефакту «блиску» металу у тканинах.

Використання впроваджених сучасних методів діагностики та лікування ВППГ дозволило скоротити терміни лікування, зменшити кількість ускладнень та скоротити витрати держави.

### **Практична значимість отриманих результатів**

Розроблений інструмент магнітний дозволяє не тільки видаляти сторонні тіла з кісток та суглобів але може застосовуватися для видалення сторонніх тіл з м'яких тканин, а також розташованих частково або повністю у сухожиллях, у зв'язковому апараті або капсулі суглоба, частково внутрішньокістково, а також ті сторонні тіла, які досить довго знаходяться у організмі та навколо яких сформована капсула (Патент України на корисну модель №130146. 2018 Лист 26).

Завдяки запропонованій насадці магнітній для відеоендоскопічних хірургічних втручань досягається можливість зручно маніпулювати нею у різних площинах черевної або плевральної порожнин, внаслідок чого спостерігається подвійний ефект: діагностика та видалення феромагнітних металевих сторонніх тіл (Патент України на корисну модель №130147. 2018 Лист 26).

Удосконалення пристрою для фіксації феромагнітних сторонніх тіл м'яких тканин, дозволяє поєднати сили магнітного тяжіння та негативного тиску (вакууму) в одному пристрою, внаслідок чого спостерігається подвійна дія: магнітна частина пристрою утримає феромагнітне стороннє тіло, а вакуумний відсмоктувач з негативним тиском фіксує тканини навколо стороннього тіла до його видалення загальнохірургічним немагнітним (титановим) інструментом (Патент України на корисну модель №132261. 2019 Трав 25.).

Розроблена модель відеоендоскопічної лазерної візуалізації внутрішніх органів черевної та плевральної порожнини дозволяє покращити

інтраопераційну теплічну діагностику та місцеву візуалізацію, проводити оперативні втручання та проводити контроль виконання оперативного втручання за рахунок зміни характеру лазерного опромінення, (Патент України на корисну модель №135916. 2019 Лип 25).

Удосконалення інструменту магнітного для ендовідеоскопічної діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл з плевральної і черевної порожнин, в якому за рахунок змінного кута нахилу дистальної магнітної частини, дозволяє збільшити зручність використання інструменту при ендовідеоскопічних операціях та поширює можливості щодо пошуку, фіксації та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнин (Патент України на корисну модель №135918. 2019 Лип 25).

Запропонований інструмент хірургічний магнітний для торако- та лапароскопічних оперативних втручань зі змінною конфігурацією провідника для видалення феромагнітних сторонніх тіл надає можливість збільшити зручність використання інструмента та поширює можливість щодо пошуку, фіксації, утримання та видалення сторонніх тіл малих та середніх розмірів під час торако- та лапароскопічних оперативних втручань (Патент України на корисну модель №155035. 2024 Січ 10).

Розроблений інструмент ендоскопічний магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини зі зміною кута нахилу робочої частини на  $100^\circ$  надає можливість збільшити зручність використання інструмента при торако- та лапароскопічних оперативних втручаннях та поширює можливість пошуку, фіксації, утримання та видалення сторонніх тіл малих та середніх розмірів, які глибоко розташовані у паренхіматозних органах у важкодоступних місцях (Патент України на корисну модель №156469. 2024 Черв 26).

Розроблена модель насадки лазерної ендоскопічної надає можливість збільшити зручність використання при мініінвазивних операціях на внутрішніх органах та поширює можливість щодо діагностики сторонніх тіл

інтраопераційно, а незалежність від електропостачання дозволяє використання в умовах військових мобільних госпіталів, військових медичних клінічних центрах та цивільних стаціонарних закладах (Патент України на корисну модель №156932. 2024 Серп 21.).

Теоретичні положення дисертації та практичні рекомендації за результатами досліджень впроваджені та використовуються в навчально-науковому процесі та лікувальній практиці кафедри хірургії № 4 Харківського національного медичного університету, хірургічної клініці військово-медичного клінічного центру Північного регіону МО України, відділенні невідкладної хірургії, травматичного шоку, військової хірургії з хірургією надзвичайних ситуацій ДУ «ІЗНХ ім. В. Т. Зайцева НАМН України», хірургічному відділенні КНП «ЦРЛ» Чугуївського району Харківської області.

#### **Особистий внесок автора**

Ідея дисертаційної роботи, обґрунтування мети, завдань і способів їх вирішення належать автору. Автором особисто проведено аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури з проблеми, інформаційний пошук, набір клінічного матеріалу, вибір і обґрунтування методів дослідження, статистичну обробку отриманих даних, підготовлено до друку наукові статті, заявки на винаходи, написано дисертацію.

Автор самостійно провів обстеження, лікування і взяв участь в понад 90,0% оперативних втручань у поранених із ВППГ у клініці військово-медичного клінічного центру Північного регіону Міністерства оборони України, проаналізував і систематизував отримані результати, розробив і впровадив способи і пристрої для діагностики та хірургічного лікування зазначеної категорії поранених.

Планування, організація досліджень по дисертаційній роботі і впровадженню отриманих результатів в практику здійснювалося за участю наукового керівника, завідувача відділу комплексного програмування й розвитку невідкладної хірургії та захисту інтелектуальної власності ДУ «ІЗНХ

ім. В.Т. Зайцева НАМН України», доктора медичних наук, професора П.М. Замятіна.

### **Апробація результатів дисертації**

Основні положення дисертації були представлені й обговорені на науково-практичних конференціях та з'їздах: на XIV конференції «Організація хірургічної допомоги та анестезіологічного забезпечення при вогнепальних пораненнях та бойових травмах в умовах гібридної війни» (Київ, 2020 р.); на засіданні членів Харківського осередку ГО «Асоціація хірургів України (Харків, 2020 р.); на науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання невідкладної хірургії» (Харків, 2020 р.); на Conference Proceedings of the 3rd International Scientific Conference «Economic and Social Focused Issues of Modern World» - November 17-18, 2020, Bratislava, Slovak Republic (Bratislava, 2020); на науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання невідкладної хірургії» (Харків, 2021 р.); на науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання невідкладної хірургії» (Харків, 2022 р. on line); на засіданні Вченої ради ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева НАМН України» (Харків, 2022 р.); на науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання невідкладної хірургії» (Харків, 2023 р. on line); на науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання невідкладної хірургії» (Харків, 2024 р. on line).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 32 наукових праці, у тому числі 17 статей у наукових спеціалізованих журналах України, з яких 2 – у журналі, який індексується у наукометричній базі Scopus, 1 - у журналі, який індексується у наукометричній базі Web of Science; 1 тези доповіді у науково-практичному виданні, 1 тези - у зарубіжному виданні. Отримано 8 патентів України. До видань, які додатково відображують наукові результати дисертації входять 2 монографії, 1 атлас.

**Структура й обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, огляду літератури, розділу «Матеріали та методи дослідження», 4 розділів власних

досліджень, аналізу та узагальнення отриманих результатів, висновків, практичних рекомендацій і додатків. Робота викладена на 225 сторінках тексту комп'ютерного набору, містить 55 рисунків та 33 таблиці. Список використаних джерел включає 178 джерела, з них 64 кирилицею та 114 латиницею.

## Розділ 1

# СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТИКИ І ХІРУРГІЧНОЇ ТАКТИКИ У ПОРАНЕНИХ ІЗ ВОГНЕПАЛЬНИМИ ПРОНИКАЮЧИМИ ПОРАНЕННЯМИ ГРУДЕЙ (огляд літератури)

### 1.1. Історичні аспекти становлення проблеми, структура та питома вага вогнепальних проникаючих поранень грудей

Зараз у світі, як і раніше, існує загроза терористичних актів та ймовірність виникнення збройних конфліктів [89, 102, 123].

Починаючи з 2014 року, найнестабільнішою частиною України вважався Донбас. Проте після початку повномасштабного вторгнення рф бойові дії поширилися на всі прикордонні території нашої держави [53].

Під час проведення антитерористичної операції (АТО) та операції об'єднаних сил (ООС) медичну спільноту всіх рівнів надання допомоги особливо турбує проблема вогнепальних поранень грудної клітки, які фіксуються у 8,2–12,4 % випадків, причому 20,4 % із них мають проникаючий характер [1, 33, 58, 62, 63].

Згідно з даними різних дослідників, вогнепальні проникаючі поранення грудної клітки (ВППГ) супроводжуються високими показниками розвитку ускладнень, що коливаються від 14,7 % до 37,1 % й свідчить про тяжкість таких травм. Крім того, рівень летальності при цих пораненнях може сягати до 8,3 % [10, 27, 76].

Превалююча частина вогнепальних поранень грудної клітки (ВПК) супроводжуються розвитком гострої масивної крововтрати та шокового стану [54]. Окрім того, переважна більшість ВПК є поєднаними, що значно ускладнює стан пораненого. Зокрема, при торако-абдомінальних ураженнях спостерігається різке зростання летальності, яка, за даними військових операцій в Афганістані та Чечні, може становити від 33 % до 42,3 %. Крім того, слід підкреслити, що у мирний час множинні та поєднані вогнепальні

поранення грудей, як вважають науковці, можуть виникати у 37,8 % кейсів, а при торако-абдомінальних рідше – у 23,6 % [174].

Однак, слід відзначити, що на початковому етапі проведення АТО/ООС військові хірурги мали обмежене знайомство з методами лікування поранених із вогнепальними пораненнями грудей [48, 176].

У 2014 році показники частоти ускладнень, пов'язаних із неправильною тактикою, досягали 25%. Це, за думкою деяких авторів, було зумовлено рідкісністю самих вогнепальних поранень, а також недостатнім практичним досвідом лікарів, обмеженими знаннями відносно патогенезу бойової травми та особливостей надання невідкладної хірургічної допомоги. До того ж, бракувало технічних можливостей й належного забезпечення процесу лікування, що відбувався на перших етапах війни [28].

З огляду на викладене, доцільним та надзвичайно важливим є звернення до окремих історичних аспектів формування підходів до лікування ВППГ. Досвід локальних війн та збройних конфліктів останніх десятиліть переконливо засвідчив критичну важливість своєчасного надання екстреної хірургічної допомоги пораненим у грудну клітку внаслідок застосування сучасної вогнепальної зброї. Для української військової хірургії тривалий час особливу вагу мав історичний досвід, набутий у період Другої світової війни, а також під час воєнних дій в Афганістані та на Північному Кавказі. Саме він тривалий час залишався головним орієнтиром для медичних фахівців через обмеженість власної практики ще до початку бойових дій на сході країни [31, 162].

За даними досліджень судово-медичних експертів, виконаних на основі аналізу великої кількості розтинів загиблих, встановлено, що в 40 % спостережень летальний кінець був зумовлений несвоєчасним або недостатньо ефективним наданням медичної допомоги.. Зокрема, у 21,9 % випадків причиною смерті стала кровотеча внаслідок поранень, які за умови вчасного медичного втручання могли не призвести до летального результату. Летальність у разі ВППГ сягала 13 %, тоді як при аналогічних ушкодженнях

органів черевної порожнини показники смертності варіювалися в межах 50–60 % [129].

Необхідно відзначити, що локальні збройні конфлікти вимагають принципово іншого підходу до надання медичної допомоги, ніж той, що застосовується у великомасштабних війнах. Прикладом стає практика задоволення медичних потреб під час бойових дій армії США в Кореї та згодом у В'єтнамі [79, 93, 101, 109].

У той самий час, ускладнення характеру поранень, а також збільшення частки множинних та поєднаних травм у структурі санітарних втрат зумовили потребу у впровадженні нових критеріїв до формування медичної допомоги пораненим й підвищенні ефективності окремих її компонентів [98].

У низці закордонних публікацій підкреслюється, що існують накопичені знання стосовно ефективності використання при хірургічному лікуванні багатьох етапів (БЕХЛ), зокрема у військово-польовій хірургії щодо постраждалих у мирний час. Вказане стало основою для впровадження зазначеної тактики під час надання хірургічної допомоги пораненим у збройних конфліктах в Афганістані та Іраку. Згодом ця методика знайшла широке застосування й у сучасних умовах — зокрема, при здійсненні масштабних терористичних актів у Парижі та різних містах Франції [75, 163].

Насправді ідея етапного лікування, коріння якої сягає ще з праць М. І. Пирогова та яка була активно реалізована військовими лікарями-хірургами під час Другої світової війни, по суті, має багато спільного з сучасною концепцією тактики «damage control surgery» [124].

Раніше термінові хірургічні втручання, які проводилися на медичних пунктах, що прикріплені до дивізій (ДМП), часто характеризувалися незавершіністю — що було цілком закономірним в обставинах постійної мобільності військ, особливо на початкових й фінальних етапах війни. В системі умовного поділу хірургічних втручань виокремлюють первинну — «кваліфіковану» (операції, які здійснювалися переважно молодими або недостатньо досвідченими хірургами загального профілю) та подальшу —

«спеціалізовану» (більш складні та високотехнологічні втручання, що виконувалися досвідченими фахівцями) — повністю відповідає принципам сучасної тактики «damage control surgery» [56, 153].

Варто зазначити, що De Baakey ME. (2000) дав характеристику подібним підходам, що були впроваджені у практику медичного забезпечення Експедиційного корпусу збройних сил США після відкриття Другого фронту у Європі під час Другої світової війни. При цьому багатоетапність хірургічної допомоги тоді визначалася не стільки тяжкістю поранень, скільки медико-тактичними обставинами. Однак саме цей фактор і натеper вважається одним із ключових показань до застосування тактики БЕХЛ при наданні екстреної допомоги в умовах бойових дій [120, 149].

Отож у війнах велика увага приділялася покращенню якості окремих видів медичної допомоги. Зокрема, активно впроваджували внутрішньовенне введення сольових розчинів безпосередньо починаючи з поля бою та надалі, на всіх етапах евакуації. Вже на передових позиціях починали застосовувати антибактеріальні препарати з наявністю широкого спектра дії, а щоб зупинити кровотечі використовували м'які джгути з таймером; також проводили тимчасове протезування магістральних артерій кінцівок й заповнення ран спеціальними клейстероподібними сумішами [5]. Нині ж, на сучасному етапі, активно застосовується емболізація судин різного калібру за допомогою використання ендovasкулярних методів. Такий підхід дозволив більш ніж удвічі знизити рівень летальності серед поранених, значно скоротити кількість ускладнень гнійно-інфекційного походження та зменшити загальну тривалість лікування [139, 164].

Збройні конфлікти та локальні війни другої половини ХХ століття справили глибокий деструктивний вплив на моральний та матеріальний стан населення держав, які брали участь у бойових зіткненнях. Характерною ілюстрацією наслідків збройного протистояння є статистичні дані щодо летальності серед поранених у період війни у В'єтнамі: за відсутності своєчасного медичного втручання смертність сягала близько 20 % упродовж

першої години після ураження та зростала до 32 % протягом наступних 24 годин. Водночас 38 % поранених були врятовані завдяки своєчасному наданню першої медичної допомоги. Саме ці дані стали підґрунтям для перегляду підходів до організації медичного забезпечення в умовах бойових дій, що, зокрема, призвело до реформування системи екстреної медичної допомоги у США [30, 92, 145].

Кукуруз ЯС та Новіков ФМ (2013), порівнюючи бойові дії у Чечні та Афганістані, зазначають, що рівень смертності у Чечні при тяжкому пораненні кількох анатомічних ділянок тіла була вдвічі нижчою, ніж в Афганістані (12,8 % та 25,2 % відповідно). У період збройного конфлікту на Північному Кавказі найчастіше причиною смертельних випадків була гостра масивна крововтрата, що складала 32,3 % [31].

З урахуванням узагальненого досвіду впровадження багатоетапного підходу («damage control surgery») у практику військово-польової хірургії, що ґрунтується на поетапному наданні хірургічної допомоги, на сучасному етапі пріоритетним стратегічним напрямом БЕХЛ вважається її використання при тяжких пораненнях грудної клітки. Такий підхід передбачає проведення первинного оперативного втручання обмеженого обсягу з подальшою евакуацією пацієнта або стабілізацією його стану на місці та виконанням завершального етапу реконструктивного втручання в оптимальні строки [22, 124].

Ілюстративним прикладом ефективного підходу в умовах бойової травми служить метод щільної тампонади ран задля гемостазу в анатомічно складних зонах. Вказаний напрямок надання допомоги має давню історію використання у військово-польовій хірургії. У сучасних умовах метод набув нового значення завдяки концепції мінімізації первинного оперативного втручання, поєднаної з розширеними можливостями анестезіологічного та реанімаційного забезпечення, що, своєю чергою, зумовило переосмислення та адаптацію підходів до лікування надзвичайно тяжких поранень [105, 121, 152].

Тактичний підхід, відомий під терміном «damage control surgery», почав впроваджуватись у практику військово-польової хірургії у зоні бойових дій на Північному Кавказі, починаючи з 1999–2002 років. Вказана дія охоплювала різні етапи медичної евакуації поранених. Пізніше вона була адаптована й широко використана зарубіжними військовими медиками під час збройних конфліктів в Афганістані та Іраку. Дані, отримані в результаті впровадження зазначеного підходу при локальній війні в Афганістані, свідчать про значне зниження рівня летальності серед поранених до 4,4 %; водночас 81,6 % військовослужбовців після лікування було повернуто до строю, що підкреслює клінічну ефективність даної тактики [31].

Під час попередньої практики військово-польової хірургії ефективно застосовувалася концепція «невідкладної спеціалізованої допомоги». Її суть укладалася у факт тимчасового залучення хірургів-спеціалістів до передових медичних підрозділів (ОМедБ, а іноді й ОМедР) під час запланованих масштабних бойових дій з метою проведення екстрених операцій на спеціалізованому рівні [29, 50].

Аналіз структури безповоротних втрат у збройних конфліктах різних історичних періодів свідчить про стабільно високий відсоток випадків ВППГ. Так, в Афганістані (1985–1988 рр.) цей показник сягав 33,5 %, у ході Чеченської кампанії 1995 року — 38,2 %, серед втрат збройних сил США у В'єтнамській війні — 49,5 %. За історичними даними про Другу світову війну, поранення грудної клітки мали місце у 44,8 % випадків загибелі військових, що свідчить про виняткову тяжкість та життєво небезпечний характер цього виду бойових травм. При цьому майже половина летальних випадків (45,4 %) припадала на перші 24 години після надходження поранених до лікувального закладу [31].

Слід зазначити, що наведені вище дані становлять інтерес переважно з історичної точки зору, оскільки дозволяють осмислити цінний попередній досвід, важливий для українських військових хірургів у контексті адаптації принципів доктрини невідкладної військової хірургії під реалії сьогодення.

Водночас у науковій літературі представлено також низку досліджень, присвячених досвіду надання невідкладної хірургічної допомоги в арміях інших країн, зокрема Нідерландів [84, 88, 94, 99, 158, 173].

Під час бойових дій та збройних конфліктів оловним завданням медичної допомоги стає збереження життя та життєздатності постраждалих. У зв'язку з чим відновлення різко порушених або втрачених життєвоважливих функцій організму виконується в усіх випадках, навіть якщо мало шансів на їх ефективність. Декларація цього завдання повинна позначатися на другій меті – максимальне повернення поранених до лав армії [122].

Так, за твердженням Хорошуна ЕМ. (2021), оцінювати ефективність медичного забезпечення під час дрібномасштабних бойових дій виключно за рівнем летальності та кількістю санітарних втрат, що повернулися до строю, є недостатнім. У цьому сенсі вкрай важливим стає вивчення причин смерті поранених безпосередньо на полі бою чи під час етапів медичної евакуації [61].

З початком війни, яку було розв'язано РФ, на тлі бойових дій, спостерігалось скорочення часу доставлення поранених до лікувальних закладів, але зафіксовано збільшення кількості пацієнтів із тяжкою крововтратою й шокowymi станами. Слід підкреслити, що сьогодні до етапу хірургічного лікування доживають такі поранені, які у минулому могли загинути на етапі евакуації. Дані про підвищення відсотка комбінованих поранень з масивною крововтратою представлено у дослідженнях вітчизняних та закордонних дослідників-хірургів. За інформацією Бойко ВВ. та співавт. (2023)., Lurin IA. et al. (2023), Schauer SG. et al. (2019) визначено зв'язок важких ускладнень від поранень зі зростанням питомої ваги вибухових осколкових ушкоджень [11, 118, 148].

Головним чином причиною смерті при бойових ураженнях військові медики вважають шок й гостру масивну крововтрату, а також – гострий респіраторний дістрес-синдром. Трохи пізніше, летальні наслідки можуть бути зумовлені результатами приєднання інфекції, розвитком сепсису та

надалі – синдромом поліорганної дисфункції. Водночас варто підкреслити, що в межах військово-польової хірургії аналіз показників летальності не охоплює випадки загибелі безпосередньо на полі бою та під час медичної евакуації. [77, 152].

Завдяки прогресу у сфері військової медицини Збройних Сил України та наданню розширених повноважень новоствореному Командуванню Медичних сил, на сучасному етапі стало можливим оперативно транспортувати поранених до військових та цивільних медичних закладів. Це дозволяє доставляти в операційні значну частину постраждалих ще живими, навіть за умов тяжкої крововтрати та значних ушкоджень органів грудної клітки. Проте, як і раніше, переважна кількість летальних випадків трапляється у ранньому посттравматичному та післяопераційному періоді. Основними причинами смерті, згідно з висновками деяких українських та закордонних дослідників, залишаються критична крововтрата, травматичний шок, а також тяжкі дихальні та гемодинамічні порушення. [59, 114].

## **1.2 Пошкоджуючі фактори вогнепальних поранень грудей.**

### **Судово-медичні та патоморфологічні особливості бойової травми грудей**

Сучасні вогнепальні поранення характеризуються складною судово-медичною та патоморфологічною структурою, призводять до значного системного впливу на організм постраждалого, зумовлюють високу складність хірургічного втручання, а інколи й потребу у проведенні реконструктивно-відновлювальних операцій як у ранньому, так й у віддаленому післятравматичному періоді [15].

Підвищена тяжкість ВППГ зумовлена балістичними особливостями сучасної уражальної зброї, що супроводжуються потужною дією агресивних фізичних чинників, зокрема з наявністю ударно-хвильового ефектому та формуванням тимчасової пульсуючої порожнини. Це, у свою чергу, спричиняє значні первинні некротичні ушкодження та поширення функціональних й

морфологічних змін далеко за межі зони безпосереднього ураження анатомо-топографічної ділянки (АТД) [91, 100].

Найбільш тяжкі травматичні ураження асоційовані з дією вибухових боєприпасів. Важкість поранень зумовлена складною раневою морфологією та значним ступенем деструкції тканин у зоні, що зазнала ураження. Клінічна картина таких поранень ускладнюється розвитком загального комоційно-контузійного синдрому та дистантними ушкодженнями внутрішніх органів, які виходять за межі первинної анатомо-топографічної зони ураження. Крім того, спостерігається зростання кількості випадків множинних і поєднаних вогнепальних поранень із масивними анатомічними дефектами, що, своєю чергою, призводить до підвищення частоти тяжких ускладнень та несприятливих клінічних результатів [100].

Використання сучасної вогнепальної зброї зумовило зростання кількості поранених із тяжкими, комбінованими за локалізацією бойовими ушкодженнями, які нині формують до 10–14% усіх хірургічних травм у загальній структурі бойових ушкоджень. Для цієї категорії характерний високий рівень летальності, що складає 37–40 % та інвалідизації з рівнем розповсюдження – 60-62 %. Причинами фатальних ускладнень при вогнепальних ураженнях є не лише масивні вісцеральні пошкодження, а й зміна траєкторії кулі, що значно підвищує ризик загибелі — до 42%. Особливо складними у лікувальному й прогностичному аспекті вважаються двобічні вогнепальні поранення грудної клітки, що відзначається у працях низки дослідників [40, 134, 151].

На теперішній час вдосконалення вогнепальної зброї спостерігається зростання тяжкості анатомічних ушкоджень, які характерні для вогнепальної травми. Це зумовлено покращенням балістичних параметрів елементів, що вражають, зокрема завдяки зростанню їхньої кінетичної енергії, а також із посиленням кавітаційного ефекту та механізмів вторинного ушкодження тканин [100].

У сучасних умовах військової медицини продовжується всебічне дослідження патогенетичних аспектів вогнепальних поранень, зокрема вивчення морфофункціональних змін у тканинах, капсулах сторонніх тіл, а також у структурах плеври, легень та діафрагми під час лікувального процесу. У період збройного конфлікту гемоторакс при проникаючих пораненнях грудної клітки здебільшого є наслідком ушкодження паренхіми легень, а не судин грудної стінки [147].

Найбільш загрозовими серед поранень легень є ураження в ділянці її кореня, де локалізуються магістральні судини. Пошкодження стовбура легеневої артерії зазвичай призводить до загибелі постраждалого ще на полі бою. У випадку ВППГ, у 24–56 % випадків діагностований гемоторакс є наслідком ураження судин грудної стінки. При цьому поранення периферичних ділянок легеневої тканини рідко супроводжуються інтенсивною кровотечею [71].

У найближчий період після поранення у легеневій тканині зазвичай відбувається утворення щільних кров'яних тромбів, що сприяє спонтанній зупинці кровотечі. Однак необхідно враховувати низку факторів, які можуть зумовлювати продовження або відновлення кровотечі в плевральну порожнину. До таких чинників належить знижений (негативний) внутрішньоплевральний тиск, а також коагуляційні властивості крові, яка потрапила до плевального простору внаслідок травми [147].

Об'єм крові, що накопичується у плевральній порожнині внаслідок вогнепального ураження легеневої тканини, варіює залежно від морфологічного характеру ушкодження, калібру ушкоджених судин та тривалості кровотечі. Його величина може коливатися від незначних об'ємів (кілька десятків мілілітрів) до масивної крововтрати, яка сягає 1000–2000 мл й більше. У подібних клінічних ситуаціях обґрунтованим вважається використання методики емболізації судин грудної клітки як одного з ефективних заходів у комплексному лікуванні вказаних станів [165].

Результати судово-медичних досліджень свідчать про відсутність прямої залежності між масштабом анатомічного ураження легеневої тканини та об'ємом гемопневмотораксу [95, 106]. Суттєві масивні деструктивні зміни у тканині легень можуть супроводжуватись незначним скупченням крові в плевральній порожнині, що фіксується внаслідок обмеженої кровоточивості дегенеративно змінених структур. Натомість у клінічній практиці зустрічаються випадки, коли відносно малі за площею ураження легені призводять до масивного або тотального гемотораксу, що іноді закінчується летально. Це свідчить про те, що кількісні характеристики внутрішньоплеврального крововиливу не завжди можуть бути надійним критерієм для оцінки тяжкості легеневого ураження [83, 115, 155].

За наявності тяжких поєднаних ВППГ переважно домінують випадки масивного гемотораксу. Саме цей фактор істотно зумовлює підвищену частоту розвитку ускладнень та несприятливий прогноз при ураженнях магістральних судин, що, як правило, є більш загрозливим у порівнянні з гемотораксами малого об'єму [81, 132, 141].

Протягом тривалого часу панувала усталена думка, що кров, яка потрапляє в плевральну порожнину, не здатна до згортання. Однак клінічні дані, набуті у період Другої світової війни, засвідчили зворотнє: під час проведення торакотомії часто виявляли наявність згустків крові в плевральній порожнині [110].

Механізми, що зумовлюють згортання крові в плевральній порожнині досі не вивчені в повному обсязі. Практичний досвід показує, що в деяких випадках у плевральній порожнині утворюється значна кількість кров'яних згустків, тоді як в інших – кров залишається в рідкому стані, навіть при однаковій давності поранення. Склад крові, яка надходить із легень, містить природні антикоагулянти, що здатні пригнічувати коагуляційний каскад. У значної частини пацієнтів, які страждають на гемоторакс, що супроводжується утворенням згустків, спостерігається знижена протеолітична активність

клітин фагоцитарної ланки у крові та плевральному ексудаті, а також суттєве пригнічення плазмінової активності останнього [70, 157].

Незалежно від обсягу згорнутої крові при гемотораксі, кров у плевральній порожнині виступає як середовище, що створює сприятливі умови розвитку мікроорганізмів. При цьому прогресування запального процесу може призвести до виникнення емпієми плеври посттравматичного походження. Накопичення крові в порожнині, що утворена плеврою супроводжується реакцією з боку плевральних оболонок, внаслідок чого через кілька годин після витікання крові поступово збирається ексудат. Вже на початкових етапах знаходження крові в плевральній порожнині спостерігається розвиток асептичного запалення плевральних листків, яке згодом призводить до утворення гемоплевриту. Отже, будь-який гемоторакс вогнепальної етіології зазнає змін, пов'язаних із плевритом [113].

Кров, що потрапила до плевальної порожнини, зазнає суттєвих трансформацій. З неї випадає фібрин, який осідає на поверхні плевральних листків. Накопичення фібрину в поєднанні з форменими елементами крові переважно відбувається в нижніх відділах плевальної порожнини. Якщо структура плеври не порушена внаслідок ушкоджень та її функція зворотного всмоктування збережена, кров може бути елімінована шляхом резорбції. У таких випадках можливе повне відновлення стану пацієнта, і через кілька тижнів клінічні та рентгенологічні обстеження не виявляють жодної патології. Однак найчастіше фібрин та згустки крові, що накопичуються в плевральній порожнині, організуються, формуючи шварти, які в окремих випадках можуть досягати великих розмірів [87, 137].

Згідно клінічних спостережень та судово-медичних досліджень, патоморфоз вогнепальних поранень грудної клітки, утворення зрощень між парієтальним та вісцеральним листками плеври є характерним наслідком таких травм, які можуть зберігатися в різному ступені. Хоча процес резорбції крові та повітря з плевальної порожнини може відбуватися швидко, часто спостерігаються випадки тривалого збереження змінених еритроцитів, які

характеризуються обмеженою здатністю до всмоктування. Потрапляння навіть маловірулентних мікроорганізмів в плевральну порожнину значно уповільнює розсмоктування гемотораксу. Швидкість резорбції крові та всмоктування повітря безпосередньо залежить від стану плеври. Слід підкреслити, що при її незміненому стані, зазначені процеси здійснюються швидко. При наявності фібринозних нашарувань, що утворилися на поверхні плеври, спостерігається зниження її здатності до всмоктування, що призводить до уповільнення ліквідації гемотораксу. Приєднання інфекції може викликати накопичення плеврального випоту [45].

Процес всмоктування з плевральної порожнини здійснюється за допомогою плеврального мезотелію. Після перенесеного плевриту цей мезотелій зазнає ушкоджень, що призводить до його нездатності виконувати функцію всмоктування. Зрощення плевральних листків є ознакою загибелі мезотелію. Отже, тривале запалення плеври призводить до поступового зниження її всмоктувальних властивостей, що в свою чергу спричиняє уповільнене розсмоктування гемотораксу. При консервативному лікуванні гемотораксу, за відсутності інфекційних ускладнень, розсмоктування може тривати від 1 тижня до 3 місяців. В умовах відсутності ускладнень кров у плевральній порожнині з часом стає більш прозорою, з'являючись спочатку як серозно-кров'янистий, а згодом як серозний ексудат. У випадках, коли починається нагноєння, рідина набуває каламутного вигляду, стає в'язкою і може змінювати колір на темно-вишневий або бурий, а також набувати неприємного запаху. [170].

Морфологічний аналіз плеврального пунктату проводиться згідно з методикою дослідження периферичної крові. Одразу після травми склад крові, що потрапила в плевральну порожнину, є схожим на периферичну кров. Однак з часом вміст гемоглобіну поступово зменшується, й до 7-10 доби він зазвичай досягає 10% або менше. Це зниження є менш вираженим при кровотечах, що обмежуються плевральними кишнями, оскільки у таких випадках резорбція гемотораксу відбувається повільніше. Зменшення концентрації гемоглобіну в

крові, що надійшла в плевральну порожнину, зумовлене її розведенням ексудатом та поступовим руйнуванням еритроцитів. У разі інфікування гемотораксу процес розпаду червоних кров'яних тілець прискорюється, і ознакою цього є гемоліз рідини, отриманої з плевральної порожнини [13].

У дослідженні Wang J. та ін. (2022) було запропоновано не лише враховувати кількість еритроцитів і лейкоцитів, а й аналізувати співвідношення між ними. У нормальних умовах кореляція еритроцитів до лейкоцитів у крові становить приблизно 600–800 й цей показник відомий як еритроцитарно-лейкоцитарний індекс. Під час нагноєння крові, що потрапила в плевральну порожнину, відбуваються певні зміни у вигляді руйнування еритроцитів, також паралельно зростає кількість лейкоцитів, що призводить до зниження вказаного індексу. Згідно з даними проведеного дослідження, при позитивній динаміці перебігу гемотораксу, динаміка еритроцитарно-лейкоцитарний індексу у початкові дні після травмуючої події наближається до нормальних значень: близько 600–800, а згодом може зрости до 1000 й навіть вище. Зниження індексу до 200–400 зазвичай спостерігається при серозному плевральному випоті, тоді як падіння до рівня 100 і нижче в перші дні після поранення найчастіше вказує на контамінацію та нагноєння [169].

На користь прогресування гнійного процесу при гемотораксі свідчать прояви гемолізу, посилення лейкоцитозу з нейтрофільним зсувом, зниження вмісту лімфоцитів у плевральному ексудаті, а також поява токсичної зернистості в нейтрофілах [68].

Патогістологічні зміни плеври при гемотораксі проявляються розвитком набряку та помірної лейкоцитарної інфільтрації, що переважно локалізується у сполучнотканинних структурах плевральних листків. Крім того, відзначається набухання та десквамація мезотеліальних клітин. У більш пізній строк, починаючи з четвертої доби, відзначається інтенсивна інфільтрація полібластами та активна проліферація фібробластів [103].

Втрата крові та компресія легені внаслідок скупчення в плевральній порожнині крові спричиняють розвиток дихальної та серцево-судинної

недостатності у постраждалих. Ці порушення значно ускладнюються при виникненні напруженого гемопневмотораксу через зміщення середостіння, здавлення порожнистих вен, легневих судин та протилежної легені [9].

Відмінності в результатах, отриманих різними дослідниками при вивченні ВППГ, а також присутність суперечності щодо переважання тих чи інших морфологічних форм ураження, виявлених під час макроскопічного аналізу, значною мірою зумовлені варіативністю застосованих дослідницьких підходів та неоднорідністю первинного дослідницького матеріалу [4, 64].

Проблематика особливостей характеру патоморфологічних змін м'якотканинних структур грудної стінки в зоні локалізації сторонніх тіл, а також визначення ефективних методів діагностики відповідних ушкоджень на основі оцінки стану міосімплів при їх травматичному ураженні, залишається недостатньо вивченою. Це зумовлює необхідність подальших поглиблених досліджень, зокрема з акцентом на морфофункціональний аналіз та імуногістохімічних методики [3, 18].

### **1.3 Сучасні можливості діагностики ушкоджень при вогнепальній проникаючій травмі грудей**

Діагностичні методи, що застосовуються при ВППГ, мають як сильні сторони, так і певні недоліки. Рівень виявлення патологічних змін варіюється та значною мірою залежить від обраної діагностичної методики, що зумовлює широкий діапазон отриманих результатів. Традиційні засоби обстеження — включаючи аналіз скарг, збір анамнезу, фізикальний огляд, рентгенографічні дослідження та лабораторну діагностику — дозволяють зробити попередні висновки щодо характеру та ступеня тяжкості ушкоджень. Серед них рентгенографія й надалі залишається базовим методом первинної інструментальної оцінки стану органів грудної порожнини [150].

Окрім стандартного фізикального огляду та класичної рентгенографії, у комплексній діагностиці ВППГ застосовуються також сучасні високоточні

методи візуалізації та інвазивної оцінки, зокрема ультразвукове дослідження (ехосоноскопія), комп'ютерна томографія, плевральна пункція, а також ендовідеоторакоскопія (ЕВТС) [23].

Деякі автори стримано ставляться до використання рентгенологічного дослідження порівняно зі спіральною комп'ютерною томографією (СКТ) при встановленні діагнозу гемотораксу. Це пояснюється високою частотою помилкової інтерпретації рентгенологічних зображень. Зокрема, за даними досліджень, у 48% випадків хірурги та у 47% — рентгенологи неправильно оцінюють результати рентгенографії, що значно знижує діагностичну точність методу [7, 116].

Водночас, у 31% випадків ВППГ комп'ютерна томографія дозволяє виявити гемоторакс, який міг залишитися недіагностованим під час рентгенографічного обстеження. Цей метод забезпечує високу точність у визначенні об'єму крові, що накопичилася в плевральній порожнині — до 97%, що є особливо цінним у післяопераційному періоді [160, 161].

Отож, набуває значущості СКТ, що здатна виявити ознаки ушкоджень м'яких тканин, кісток, середостіння, плеври та легень. Точність і чутливість вказаного діагностичного метода для виявлення сторонніх тіл будь-якої локалізації, гемотораксу та пневмотораксу складають 100 %, а для внутрішньолегеневої гематоми – 93,3 % [6].

СКТ надає можливість: точно визначити криву ранового каналу, детально описати зміни в анатомічних структурах органів грудної порожнини, що виникли внаслідок поранення; за короткий період часу отримати топографо-анатомічні дані про рановий канал, виявити сторонні тіла та проаналізувати їх взаємозв'язки з навколишніми органами й тканинами, а також отримати повну інформацію про характер ушкоджень органів грудної та прилеглих порожнин [127].

Застосування СКТ у пацієнтів із ВППГ забезпечує обґрунтований вибір раціональної лікувальної тактики визначення найбільш оптимального хірургічного доступу та зони дренивання, а також сприяє впровадженню

малоінвазивних методів оперативного втручання. Динамічне проведення СКТ дає змогу об'єктивно оцінювати результати консервативної та оперативної терапії, своєчасно виявляти ускладнення та коригувати лікувальні підходи відповідно до змін клінічної картини [161, 177].

Ультразвукове дослідження грудної клітки є цінним інструментом первинної візуалізації при ВППГ, що дозволяє з високою чутливістю й достатньою точністю (до 78%) виявляти наявність гемотораксу, оцінювати його об'єм, а також ідентифікувати ушкодження діафрагми. Крім того, УЗД виступає як високоінформативний метод детекції внутрішньоплевральної кровотечі в гострій період травми та є надійним засобом для виявлення сторонніх тіл, зокрема металевих уламків, локалізованих у м'якотканинних структурах грудної стінки [19].

УЗД є невід'ємним елементом початкової діагностики в перші години або добу після отримання ВППГ, оскільки цей метод дослідження є мобільним, оперативним та доступним способом візуалізації, що може застосовуватися безпосередньо на етапі надання першої лікарської допомоги, зокрема у зоні ураження. Використання УЗД на ранньому етапі дозволяє своєчасно визначити оптимальну лікувальну тактику та вжити низку профілактичних заходів для запобігання розвитку ускладнень, пов'язаних із ВППГ [108].

Слід визначити, що нажаль, дотепер УЗД при наявності ВППГ не отримало широкого розповсюдження. Американські вчені Meadows RM. et al. (2020) це пояснюють існуванням складності тлумачення отриманих результатів [126].

Серед діагностичних підходів до виявлення гемотораксу провідну роль відіграє інвазивна процедура — плевральна пункція. Її діагностична цінність визначається кількома аспектами: 1) за умови технічно правильно виконаної плевральної пункції можливо підтвердити наявність рідини (крові чи ексудату) в плевральній порожнині та визначити її характер; 2) метод дозволяє оцінити коагуляційні властивості виявленої крові. 3) дослідження пунктату

дає змогу оцінити реактивні зміни з боку плеври та трансформації кров'яного вмісту плевральної порожнини; 4) відібрана рідина підлягає обов'язковому гематологічному та бактеріологічному аналізу [143].

Існуючі відкриті методи видалення сторонніх тіл у поранених із ВППГ можуть певною мірою мати діагностичне значення, однак вони характеризуються високою травматичністю та тривалим часом виконання. Для вирішення цієї проблеми останнім часом все більш поширеним стає використання магнітного хірургічного інструменту [42].

За останні десять років ЕВТС визначена як один із провідних методів у хірургічному лікуванні ВППГ, оскільки поєднує високі діагностичні й лікувальні можливості з одночасною наявністю низького рівня травматизації пацієнта. Незважаючи на це, в наукових джерелах досі не існує єдиної думки щодо доцільності та обґрунтованості застосування ЕВТС. Дискусії переважно зосереджені навколо критеріїв вибору цього методу втручання, встановлення показань та протипоказань до його використання, а також у вигляді оптимальної тактики лікування окремих форм гемотораксу. Зокрема, результати ЕВТС досліджень свідчать, що середні та великі травматичні гемоторакси зазвичай є частково організованими (згорнутими) [85].

Отже, спираючись на результати аналізу сучасних наукових джерел, можна стверджувати, що на сьогодні ЕВТС при ВППГ загалом розглядається як надзвичайно ефективний метод, що поєднує високу діагностичну точність із лікувальною результативністю при мінімальній інвазивності. Попри це, у хірургічній практиці актуальною залишається проблема недостатнього клінічного використання сучасних неінвазивних інструментальних технологій, спрямованих на оперативну візуалізацію ранового каналу та виявлення сторонніх тіл в грудній клітці або плевральній порожнині, а також здійснювати швидко оцінку функціонального стану життєво важливих органів. Їх інтеграція у практичну діяльність сприяє підвищенню точності діагностики, скороченню тривалості діагностичного етапу та загальному покращенню

якості екстреної медичної допомоги постраждалим із пораненнями грудної клітки.

Широке впровадження відеоендоскопічних технологій у клінічну практику при лікуванні ВППГ сприяло значному підвищенню ефективності виявлення ушкоджень діафрагми, що не супроводжуються вираженою клінічною або рентгенологічною симптоматикою. ЕВТС демонструє високу діагностичну інформативність у таких випадках, досягаючи рівня точності близько 98 %. В окремих випадках за допомогою торакоскопії вдається успішно провести редукцію абдомінальних органів у черевну порожнину та виконати герметизацію дефекту діафрагми без необхідності переходу до відкритого хірургічного втручання. Втім, у більшості випадків наявність подібного ушкодження стає обґрунтованим показанням до виконання торакотомії [119].

З метою оптимізації результатів лікування й збільшення результативності спеціалізованої хірургічної допомоги при ВППГ, постає необхідність створення інноваційних інструментів та методик, що спираються на використання сучасних медичних технологій [16].

Підвищення досконалості хірургічного лікування поранених із наявністю ВППГ в умовах збройного конфлікту можливе шляхом розробки та інтеграції в практичну діяльність сучасного хірургічного інструментарію, що базується на технології лазерної візуалізації сторонніх тіл [35, 36, 38, 39].

Лазерна візуалізація ран, задля виявлення сторонніх тіл активно використовується у військово-польовій хірургії. Велику значущість для візуалізації глибоких ранових каналів або порожнин та діагностики сторонніх тіл у військово-польових умовах набуває пристрій лазерний мобільний зі змінною насадкою [2].

Застосування лазерної візуалізації для дослідження внутрішніх органів наразі є відносно рідкісним, тому поява клінічного досвіду в цьому напрямі істотно розширює діагностичний потенціал методу. З огляду на існування більш усталених променевих технологій, лазерна візуалізація сторонніх тіл у

легенях не є провідним методом діагностики, однак її використання в інтраопераційних умовах сприяє зниженню загального променевого навантаження як на пацієнтів, так і на медичних працівників [44].

Обмеження застосування лазерної візуалізації пов'язані з глибиною проникнення лазерного випромінювання та місцем локалізації стороннього тіла, тому малі або середні за розміром сторонні тіла легень візуалізуються нечітко [66].

Доцільним є створення способу відеоендоскопічної лазерної візуалізації й спеціального набору відповідного хірургічного інструменту для ЕВТС хірургії [37].

Також для підвищення точності доопераційного визначення розмірів СТ та оцінки їх геометричних й фотометричних характеристик вважаємо доцільним подальшу розробку із застосуванням технологій математичного моделювання променевої діагностики СТ легень вогнепального походження та алгоритму комп'ютерного зору, що збільшують деталізацію сторонніх тіл у поранених із ВППГ [17, 51, 169].

#### **1.4. Сучасні підходи й принципи хірургічного лікування вогнепальної проникаючої травми грудей**

Лікування пацієнтів із ВППГ становить значну технічну та організаційну складність. Проведення у цих випадках оперативних втручань, як правило, є нелегкими та нетиповими, що потребує високої кваліфікації хірурга. Крім того, за наявності сторонніх тіл вимагають особливої уваги до визначення показань і протипоказань до хірургічного втручання [32].

Наприклад, за даними Janak J.C. та співавт. (2019), наслідки поранення суттєво впливають тривалість й інвазивність оперативного втручання. Водночас наразі відсутні єдині підходи щодо вибору хірургічного доступу та визначення обсягу резекції легені при ВППГ. Зокрема, немає єдиних рекомендацій щодо оптимального обсягу видалення легеневої тканини. Деякі дослідники вважають за доцільне виконання анатомічних резекцій: лобектомії

або пульмонектомії, що доцільні у випадках тяжких поранень, тоді як інші – пропонують обмежуватися лише атиповими резекціями [100].

Ряд авторів інтерпретує застосування оперативних способів під час торакотомії й резекцій легені як реалізацію тактики «damage control surgery», при цьому не передбачається наявність третього етапу — повторної операції на органах грудної порожнини [130].

Ревізія, здійснена під час торакотомії, дозволяє отримати відносно повні діагностичні відомості, проте водночас її інвазивний характер з присутністю значної травматичності, робить визначену дію надмірним методом для виключно діагностичних цілей [34, 140].

Застосування ЕВТС втручань при ВППГ ґрунтується на кількох ключових принципах. Насамперед усі дії повинні виконуватись з дотриманням чіткої послідовності та суворо відповідати принципу пріоритетності, тобто з урахуванням домінування ушкоджень. Також, проведення ЕВТС є доцільним лише у випадках, коли прогноз щодо хірургічного лікування є сприятливим. Слід зазначити, що при поєднанні травми органів черевної порожнини та ВППГ з наявністю гемопневмотораксу, втручання виконується тільки під загальним знеболенням з обов'язковою інтубацією трахеї, а перед операцією необхідно забезпечити ефективне дронування плевральної порожнини. Під час втручання повинно бути включеним повне усунення патологічного вмісту з плевральної та черевної порожнин, а саме – видалення рідини й згустків крові. Додатково необхідно виявити ушкодження внутрішніх органів та позбутися їх й досягти повного гемостазу та аеростазу. Завершальним етапом є встановлення адекватного спрямованого дронування та забезпечення знеболення відповідно до особливостей клінічного стану пацієнта [25].

У дослідженні Xia H. et al. (2020) до показань щодо виконання невідкладної ЕВТС віднесено: 1) наявність ВППГ, ускладнених пневмо- або гемотораксом, особливо за умов сумнівів щодо доцільності проведення ургентної торакотомії; 2) клінічні або інструментальні ознаки, що свідчать про можливу присутність ушкоджень легеневої тканини; 3) імовірність

травматичних уражень серця або великих судин; 4) поранення в ділянці грудної та черевної порожнини, або підозра на їх наявність. Водночас протипоказанням до такого втручання автори вважають тяжкість загального стану пацієнта [175].

Слід підкреслити, що при виконанні ревізії грудної порожнини під час проведення ЕВТС спочатку оглядають перикард, потім середостіння та корінь легені. За відсутності активної кровотечі із цих зон визначають стан діафрагми, легені та грудної стінки. Якщо у хворих при торакоскопії не знаходять ушкоджень органів грудної порожнини, то необхідність у внутрішньоплевральній оперативній допомозі, природно, відпадає. У разі досить спрямованого введення дренажу в плевральну порожнину з наступною активною аспірацією повітря. Однак у більшості поранених діагностичний етап ЕВТС поєднують з оперативним [166].

Основні лікувальні заходи, що проводяться під контролем торакоскопа, спрямовані на усунення гемопневмотораксу, відновлення герметичності легені та зупинку кровотечі, що триває з судин грудної стінки або легені. Зазвичай застосовується електрокоагуляція судин грудної стінки і ранових ушкоджень легені, а також накладання швів на поверхневі дефекти легеневої тканини, клаптеву парієтальну плевректомію або плевродез нанесенням 33% розчину трихлороцтової кислоти на парієтальну плевру, видаляють гемоторакс, що згорнувся і міститься у плевральній порожнині [166].

Ендохірургічне втручання використовується тільки для ушивання неглибоких поранень легеневої тканини, за відсутності вираженої кровотечі або проникнення повітря в плевральну порожнину. Ушивання поверхневих ушкоджень легеневої тканини при наявності глибоких ран може спричинити формування внутрішньолегеневої гематоми або емфіземи середостіння. При величезних вогнепальних пораненнях легені у ряді випадків можливе виконання клиноподібної або атипової легеневої резекції за допомогою ендостеплерів [26].

У випадку ВППГ гемоторакс часто виникає внаслідок ушкодження міжреберних або внутрішніх грудних артерій. Зазвичай, гемостаз при таких пораненнях забезпечується за допомогою електрокоагуляції кінців пошкоджених судин. Крім того, під час ЕВТС можуть бути використані такі оперативні способи, як перев'язування артерії ендопетлями, прошивання ручним швом за допомогою апарату Endo Stitch, кліпування. У складних випадках зупинити кровотечу з міжреберних артерій можна прошивання дистального і проксимального кінців артерії черезшкірною лігатурою [133].

За даними Chan JWY. et al. (2020), виявити та уточнити внутрішньогрудні пошкодження вдається у 96% поранених [154]. Огляд плевральної порожнини дозволяє отримати повну інформацію про величину, вид і локалізацію рани, наявність і інтенсивність кровотечі, відсутність герметичності легеневої тканини, наявність гемотораксу, що згорнувся. Найбільш важливі результати були отримані у пацієнтів з підозрою на поранення серця та торако-абдомінальні ушкодження: у більшості з них під час ЕВТС виявлено пошкодження перикарда, серця та діафрагми, що дозволило застосувати активну хірургічну тактику [8, 90].

Застосування ЕВТС у лікуванні травм органів грудної клітки демонструє значні клінічні переваги порівняно з традиційними емпіричними методами, такими як плевральна пункція або дронування. На відміну від лікування «наосліп», ЕВТС дозволяє суттєво підвищити точність виявлення внутрішньогрудних ушкоджень, знижуючи частоту їх невизначеності з 82% до 4%. Крім того, цей підхід сприяє оптимізації тривалості госпіталізації, скорочуючи її на 3–5 днів, а також зменшує необхідність виконання торакотомії з 23% до 6,6% [82].

ЕВТС може виявити пошкодження органів грудної порожнини навіть за відсутності явних клінічних і рентгенологічних симптомів, особливо якщо рана грудної стінки розташовується в небезпечних з анатомічного погляду «серцевої» та «торако-абдомінальної» зонах. Під час огляду навіть за відсутності гемо- і пневмотораксу може бути виявлена рана на перикарді або

гемоперикард [14, 43, 46, 47, 78, 125]. В останньому випадку можливе виконання фенестрації перикарда та за та за відсутності активної кровотечі проводиться перикардіоскопія з евакуацією крові та згустків. Інтенсивна поява свіжої крові під час втручання є показанням до невідкладної конверсії [21, 49, 86, 96, 142].

У літературі є поодинокі повідомлення про успішний ендоскопічний гемостаз при пораненні непарної вени та стентування під контролем торакоскопа грудного відділу аорти при її розриві [15, 55, 73]. Однак переважна більшість авторів підкреслюють, що при артеріальній гіпотензії та симптомах масивної кровотечі, що триває, ЕВТС протипоказана й виникає потреба в невідкладному проведенні торакотомії [111].

Високоінформативним методом діагностики при підозрі на ушкодження діафрагми виступає ЕВТС, особливо в умовах мінімальних клінічних проявів або їх повної відсутності. Рана діафрагми може бути ушита з боку плевральної порожнини. Необхідність у лапароскопії або лапаротомії визначається клінічними та ендоскопічними ознаками ушкодження внутрішньочеревних органів та напрямом ранового каналу, що дозволяє оцінити ймовірність їх ушкодження [128]. Найбільш зручно ушивати рану діафрагми за допомогою герніостеплера "Endo Universal" або апарату "Endo Stitch" ("Auto Suture", США). При цьому бажано накладати П-подібні шви із формуванням дуплікатури [100, 156].

Поранення грудної лімфатичної протоки зустрічаються при ВППГ відносно рідко, в літературі є поодинокі описи не тільки їхнього розпізнавання при ЕВТС, але й успішної ліквідації. Так, Novelli PM et al. (2019) випадково виявили ушкодження протоки при ревізії рани середостіння між лівою підключичною артерією та плечеголовою веною. Під контролем торакоскопа було виконано кліпування обох кінців протоки. Однак найчастіше пошкодження протоки є показанням до торакотомії [135].

Khoroshun E. et al. (2024) рекомендують виконувати ЕВТС при ВППГ лише за нестатку чітко визначених ознак ушкоджень життєво важливих

органів і анатомічних структур, при стабільній гемодинаміці, а також у випадках гемопневмотораксу або тривалої внутрішньоплевральної кровотечі. Це також стосується випадків, коли зовнішнє вогнепальне поранення локалізоване в проєкції серця чи існує підозра на торако-абдомінальне поранення. Водночас застосування ЕВТС дозволяє знизити потребу в торакотомії у постраждалих з ВППГ в госпіталях першого ешелону на 2,4% [107].

Згідно з дослідженням Гержик КП. (2019), показник конверсії від ЕВТС до відкритої торакотомії при ВППГ сягає 42,7%, що зумовило доцільність формулювання відповідних рекомендацій у вигляді обережного використання цього методу для лікування зазначеної бойової травми. Встановлена необхідність частіше віддавати перевагу відкритим оперативним втручанням. Лікувально-діагностична ЕВТС при ВППГ застосовується у 92,1% випадків, тоді як діагностична — лише в 7,9% кейсів [24].

Водночас застосування ВАТС дає можливість не лише визначити локалізацію та ступінь тяжкості пошкодження, але й оцінити розвиток ускладнень та прийняти обґрунтоване рішення щодо наступної хірургічної тактики. Окрім того, ВАТС об'єднує діагностичні та лікувальні процедури при травмах серця, трахеї, стравоходу, а також при видаленні сторонніх тіл [65, 119, 146, 159].

Попри беззаперечні переваги відеоасистованої торакоскопії (ВАТС) у діагностиці та лікуванні ВППГ, цей метод застосовується недостатньо широко [117]. Окрім відсутності необхідного обладнання та кваліфікованих спеціалістів, також спостерігається брак чітко розроблених протоколів для застосування ВАТС [172].

Для ефективного інтегрування ВАТС у практику діагностики та лікування ВППГ потрібно здобути достатній клінічний досвід застосування цього методу, а також уточнити й вдосконалити техніки його реалізації. Впровадження ВАТС при лікуванні проникаючих поранень грудної порожнини сприятиме розширенню використання та покращенню

ефективності сучасних високотехнологічних лікувальних методів, у тому числі стабілізацію каркаса грудей. Метод допомагає здійснювати відеоасистенцію при встановленні катетера для знеболювання у паравертебральну ділянку [69, 97, 131, 136, 138, 171, 176, 178].

Актуальність проблеми натеper зумовлена низкою факторів: високим рівнем відсотка ВППГ, частотою ускладнень та летальності, що зберігаються на значному рівні [12]; домінуванням «традиційних» методів діагностики та лікування в більшості медичних закладів, що не передбачають застосування VATC [57]; недостатністю або суперечливістю даних щодо використання VATC; відсутністю єдиного стандартизованого протоколу діагностики та лікування пацієнтів з ВППГ за допомогою VATC; обмеженою кількістю наукових досліджень, що розглядають ефективність цього методу при ВППГ; а також тим, що наявні напрацювання часто не адаптовані до умов військових польових шпиталів [60, 168].

Отже, застосування VATC у випадках ВППГ розглядається як перспективний напрям у сучасній торакальній хірургії. Метод VATC має ключову роль для діагностики та лікування, оскільки додаткова операційна травма, що виникає під час мініінвазивного ендоскопічного втручання, є незначною й повністю компенсується отриманою інформацією про характер внутрішньогрудних ушкоджень. Здійснення хірургічних маніпуляцій під контролем торакоскопа у більшості випадків дозволяє ефективно запобігти розвитку ускладнень, тоді як в умовах значних ушкоджень візуалізація патологічного процесу забезпечує можливість ухвалення клінічно обґрунтованого рішення щодо доцільності проведення відкритої торакотомії. [72].

### **Резюме**

Отже, аналіз літературних даних, присвячених сучасному стану проблеми діагностики та лікування ВППГ, показав наступне:

- не до кінця розробленою залишається проблема стандартизованої програми клініко-епідеміологічного аналізу ВППГ в структурі бойових втрат в умовах сучасної гібридної війни;

- недостатньо висвітлені питання порівняльної оцінки різних методів діагностики та хірургічного лікування ВППГ для пропонування і практичного застосування нових діагностичних методик при бойовій травмі грудей, а саме: лазерної візуалізації, магнітодетекції та визначення швидкісних і об'ємних характеристик повітря, що видаляється з плевральної порожнини стосовно визначення оптимальних термінів виконання різних оперативних втручань, а також їх обсягу та специфіки у даного контингенту поранених.

Також необхідно визначення й уточнення ознак ушкодження та значення білкового обміну в капсулі стороннього тіла грудей на підставі даних гістологічних та імуногістохімічних досліджень.

Необхідно відзначити, що в даний час також недостатньо вивченими залишаються низка причин загибелі поранених із ВППГ на полі бою та етапах евакуації, а також подальшої розробки вимагають питання хірургічної тактики при ВППГ, яка б спиралася на фактори танатогенезу таких ушкоджень. Таким чином, аналіз літературних даних вказує на відсутність загальноприйнятої програми і чітких уявлень про високоінформативний лікувально-діагностичний алгоритм при ВППГ.

Для поліпшення результатів діагностики, хірургічного лікування і зниження рівня летальності необхідна розробка комплексу клініко-інструментальних і клініко-лабораторних диференційно-діагностичних критеріїв ВППГ з урахуванням їх патогенетичного обґрунтування, а також розробка критеріїв застосування ендовідеоторакоскопії, окремо із використанням VATS, у поранених із ВППГ. Назріла необхідність розробити, опрацювати та пропонувати хірургам великих стаціонарів та невеликих лікувальних закладів раціональну хірургічну тактику при ВППГ на підставі досвіду, отриманого в умовах проведення АТО/ООС.

У літературі, присвяченій даній проблемі, ці питання відображені, на нашу думку, недостатньо повно, що стало приводом для проведення представленого дослідження.

Все вищезначене визначає основні напрямки нашого дослідження щодо вдосконалення існуючих та пошуку нових способів діагностики і хірургічного лікування ВППГ на основі сучасних технологій з впровадженням їх в клінічну практику.

## Розділ 2

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Матеріали та дизайн дослідження

Для поліпшення ефективності хірургічного лікування поранених з вогнепальними проникаючими пораненнями грудей застосовувався обґрунтований підхід до алгоритму діагностики та обсягів надання допомоги відповідно до рівня медичного забезпечення (III рівень), обсягу та локалізації ушкоджень, патоморфологічних змін у ранах паренхіми легень за рахунок клінічного, лабораторного та інструментального аналізу. Також проведено аналіз клінічного перебігу ВППГ у найближчому та віддаленому періодах у досліджуваних групах пацієнтів.

Дисертаційне дослідження виконано на базі хірургічної клініки Військово-медичного клінічного Центру Північного регіону (ВМКЦ ПнР) міністерства оборони України. Дослідження проводилося з дотриманням принципів біоетики, доказової медицини відповідно до принципів належної клінічної практики та з особливою увагою до вимог конфіденційності. Протокол дослідження пройшов експертизу комісії з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень при Військово-медичному клінічному центрі Північного регіону (ВМКЦ ПнР), отримав схвальний висновок та визнаний таким, що відповідає сучасним національним та міжнародним вимогам, етичним нормам та принципам щодо проведення клінічних досліджень. Дослідження було проведено проспективно та ретроспективно.

З квітня 2014 по грудень 2019 року відділення хірургічної клініки ВМКЦ ПнР було госпіталізовано 2161 пораненого з вогнепальними ушкодженнями грудної клітки, з них з проникаючими пораненнями - 308, що склало 14,28% від усіх поранених у грудну клітку.

До дослідження включено 207 поранених військовослужбовців, які були розподілені на дві групи:

I (основна група) – 97 (46, 85%) поранених, які надійшли на лікування протягом грудня 2016 р. – грудня 2019 р. У них з традиційними додатково використовувались удосконалені методи діагностики, діагностичного та хірургічного інструментарію та була застосована нова тактика за розробленим лікувально-діагностичним алгоритмом (рис 2.1).

II (група порівняння) – 110 (53,15%) поранених, які надійшли на лікування до ВМКЦ ПнР з квітня 2014 р. до грудня 2019 р. і в них були застосовані традиційні методи діагностики та лікування: клінічне обстеження, рентгенологічне, МСКТ, ХО та видалення сторонніх тіл традиційним способом, без чітко визначених показань та протипоказань до VATS та видалення СТ.

Дизайн дослідження включав підготовчий та 6 основних етапів:

**Підготовчий етап** передбачав аналітичний огляд джерел інформації, вивчення сучасних поглядів на частоту та структуру вогнепальних поранень грудей у сучасних збройних конфліктах, патогенез, діагностику та лікування, вибір напрямку, визначення мети та завдань дослідження, об'єкта, предмета дослідження, створення методологічної бази, обґрунтування методів дослідження та їх обсягу.

Критерії включення у дослідження:

- 1) наявність вогнепальних проникаючих поранень грудей;
- 2) наявність гемо- або пневмотораксу;
- 3) наявність сторонніх тіл грудної клітки, виявлених при рентгенографії або комп'ютерній томографії;
- 4) дренивання плевральної порожнини з приводу вогнепальних проникаючих поранень грудей.

Не включались у дослідження:

- 1) поранені з важкістю ушкоджень за шкалою AIS IV-V ст.;
- 2) поранені з поєднаними або комбінованими пораненнями;
- 3) поранені з летальним випадком лікування.

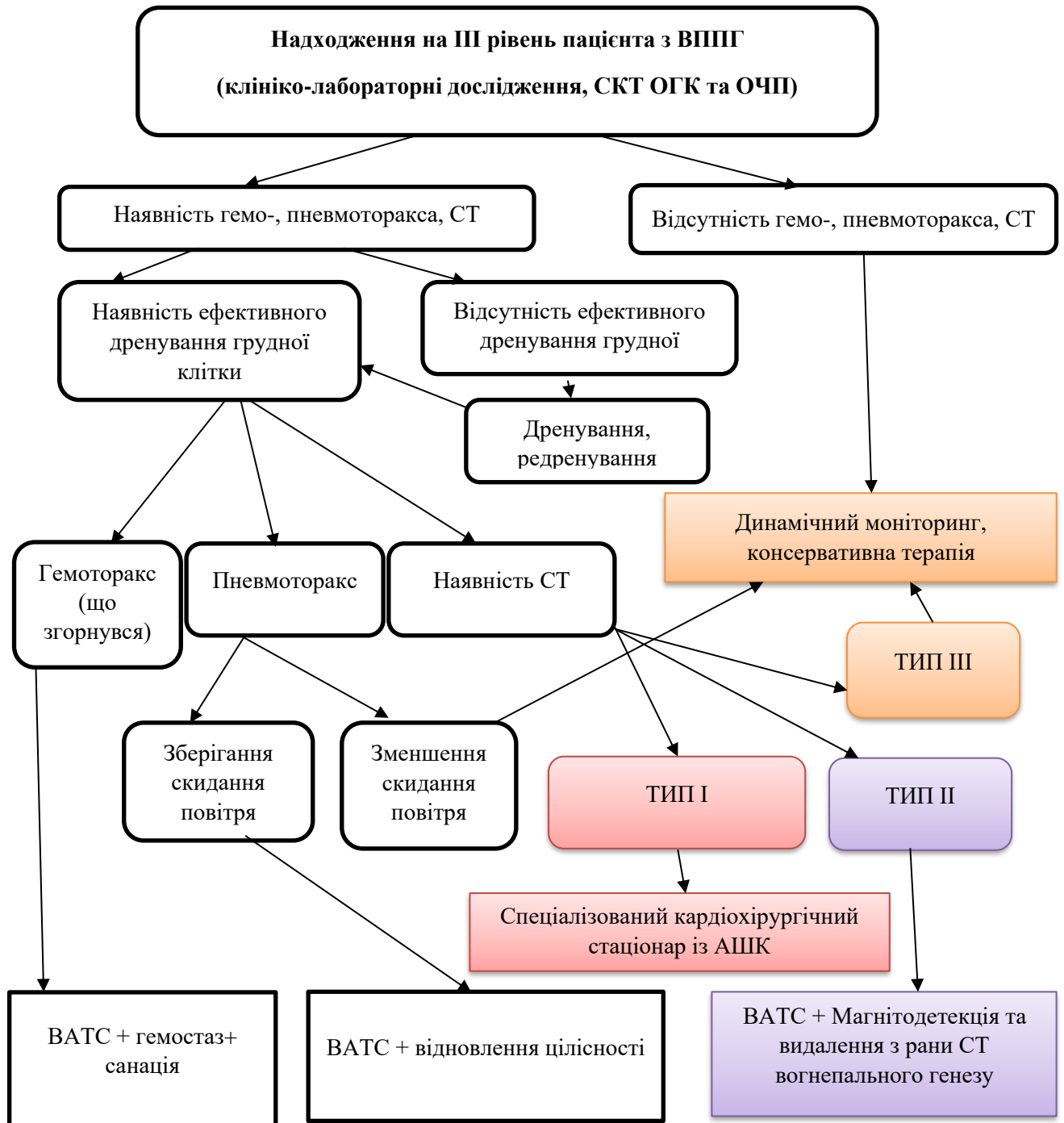


Рис. 2.1 Розроблений лікувально-діагностичний алгоритм на III рівні МЗ при ВПТГ, яка була застосована у поранених основної групи.

**Етап 1.** Вивчення існуючих особливостей діагностики та хірургічного лікування пораненим з ВПГ на оперативно-тактичному рівні МЗ на базі центральних районних лікарень (ЦРЛ) та військових мобільних госпіталів (ВМГ), які розташовані в зоні бойових дій. Визначення їх частоти та структури. Недоліки надання медичної допомоги, можливі шляхи покращення та подолання недоліків. Вивчення особливостей діагностики та лікування ВППГ на III рівні надання медичної допомоги (ВМКЦ ПнР), визначення структури та частоти ВППГ серед поранених з вогнепальними ушкодженнями грудної клітки.

**Етап 2.** Морфологічні дослідження (променева мікроскопія та імуногістохімія). Виявлення особливостей вогнепальних поранень грудей.

**Етап 3.** Розробка нових методів діагностики та лікування поранених з ВППГ та діагностично-лікувального алгоритму. Експериментальне покращення результатів МСКТ діагностики за рахунок додаткової обробки зображень технологіями комп'ютерного зору та математичного моделювання

**Етап 4.** Впровадження в основній групі нових та удосконалення існуючих методів діагностики і лікування та розробленої діагностично-лікувальної схеми:

1. Контроль за надходженням повітря з плевральних порожнин за допомогою витратоміра Коріоліса [52].
2. Флуоресцентна діагностика.
3. Лазерна візуалізація.
4. Топографо-анатомічне урахування ділянок ураження з моделюванням ранового ходу та прогнозуванням тяжкості поранення.
5. Магнітодетекція та видалення металевих феромагнітних СТ грудей при виконанні ВАТС за допомогою нового хірургічного магнітного інструментарію.
6. УЗД легень для діагностики та контролю лікування.
7. Більш точне визначення розмірів, щільності та форми за допомогою технологій комп'ютерного зору;

8. Виконання лікувальної ВАТС у різних обсягах;
9. Діагностично-лікувальний алгоритм.
10. Удосконалені показання та протипоказання до ВАТС у поранених з ВППГ на III рівні надання МД.

**Етап 5.** Оцінка та порівняльний аналіз результатів лікування в основній та групі порівняння за наступними критеріями:

1. Виразність больового синдрому (ВБС) за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) на 3 та 5 добу післяопераційного періоду;
2. Результати функціональних проб легень (ФВД, спірометрія);
3. Частота післяопераційних ускладнень та результати лікування у ранньому та віддаленому післяопераційному періоді.
4. Повнота видалення (кількість видалених) СТ.
5. Тривалість хірургічного втручання (часи, хвилини).
6. Тривалість стаціонарного лікування (ліжко-день).

**Етап 6.** Узагальнення результатів. Аналіз безпосередніх, найближчих та віддалених результатів в обох групах. Безпосередні результати оцінювалися від моменту поранення до виписки з стаціонару, найближчі – в термін від виписки до 1 року, віддалені результати – від 1 року до 3 років. Порівняння, оцінка та обґрунтування застосування нових методів та розробленого діагностично-лікувального алгоритму. Висновки. Заключення.

Дизайн дослідження був схвалений комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень при ВМКЦ ПнР, дослідження не містять підвищеного ризику для суб'єктів дослідження, виконано з урахуванням існуючих біоетичних норм та наукових стандартів щодо проведення клінічних досліджень із залученням пацієнтів.

Поранені в обох групах дослідження були чоловічої статі. Розподіл поранених за віком схожий в обох групах, що дозволяє порівнювати результати досліджень приведені у таблиці 2.1.

*Таблиця 2.1*

**Розподіл поранених за віком, n (%)**

Групи	Вікові групи, роки				
	<20	20-29	30-39	40-49	50-60
Основна (n=97)	4(4,0±2,0)* ** $\chi^2=32,25$ $\chi^2=30,84$	36(37±4,9)	35(36±4,9)	16(16±3,7)* ** $\chi^2=10,51$ $\chi^2=9,6$	5(5,0±2,2)* ** $\chi^2=29,72$ $\chi^2=28,34$
Порівняння (n=110)	3(3,0±1,6)* ** $\chi^2=53,29$ $\chi^2=38,14$	49(45±4,7)	39(35±4,5)	14(13±3,2)* ** $\chi^2=27,25$ $\chi^2=15,53$	6(5,5±2,3)* ** $\chi^2=44,82$ $\chi^2=30,42$
Всього (n=207)	7(3,4±1,2)* ** $\chi^2=85,02$ $\chi^2=68,9$	85(41±3,4)	74(36±3,3)	30(14±2,4)* ** $\chi^2=36,42$ $\chi^2=24,86$	11(5,3±1,5)* ** $\chi^2=74,26$ $\chi^2=58,76$

Примітки: \* - відмінності у частоті потрапляння хворих у віковій групі 20-29 років та інших вікових групах достовірні ( $p < 0,05$ ); \*\* - відмінності у частоті потрапляння хворих у віковій групі 30-39 років та інших вікових групах достовірні ( $p < 0,05$ ).

Число ступенів свободи дорівнює 1

Значення критерію  $\chi^2$  становить 0.886

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0,05$  становить 3.841

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0,05$ ; рівень значимості  $p = 0,347$ . Рішення  $\gamma_0$

За даними табл. 2.1 можна зазначити, що достовірно більшість хворих обох груп знаходиться у вікових групах 20-29 років та 30-39 років, що відповідало мобілізаційної політиці нашої держави.

За видом вогнепального поранення спостерігався наступний розподіл поранених основний групи та групи порівняння (табл. 2.2).

За даними табл 2.2 найбільша кількість ВППГ в обох групах 165 (79,7±2,8), були осколкові, що пов'язане з більш активним застосуванням вибухової зброї, частими позиційними обстрілами та характером бойових дій під час АТО/ООС. Відносна більшість осколкових поранень спостерігалась в основній групі, але ці відмінності виявились статистично незначимими.

Таблиця 2.2

**Розподіл поранених за етіологічним фактором, n (%)**

Досліджувані групи	Етіологія		Разом
	Осколкове поранення	Кульове поранення	
Основна група	78 (80,4±4,1)	19(19,6±4,1)	97
Група порівняння	87 (79,1±3,9)	23(20,9±3,9)	110
Всього	165 (79,7±2,8)	42 (20,3±2,8)	207

Число степенів свободи дорівнює 1

Значення критерію  $\chi^2$  складає 0.056

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значення  $p < 0.05$  складає 3.841

Зв'язок між факторними і результативними ознаками статистично не значима, рівень значимості  $p > 0.05$

Рівень значимості  $p = 0.814$

Найбільш часто серед військового контингенту, який досліджувався, зустрічались поодинокі ВППГ (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

**Розподіл поранених за кількістю поранень грудної клітки, n (%)**

Досліджувані групи	Поранення		Всього
	Поодинокі	Множинні	
Основна група	89 (91,8±2,8)	8 (8,2±2,8)	97
Група порівняння	99 (90±2,9)	11 (10±2,9)	110
Всього	188 (90,8±2,0)	19 (9,2±2,0)	207

Число степенів свободи дорівнює 1

Значення критерію  $\chi^2$  становить 0.190

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  становить 3,841

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0.05$

Рівень значимості  $p = 0.663$

Рішення  $\gamma_0$

У табл. 2.4 наведено дані про розподіл поранених за характером ранового каналу.

Таблиця 2.4

## Розподіл поранених за характером ранового каналу, n (%)

Досліджувані групи	Етіологія		Разом
	Сліпі поранення	Наскрізні поранення	
Основна група	77 (79,4±4,1)	20 (20,6±4,1)	97
Група порівняння	84 (76,4±4,1)	26 (23,6±4,1)	110
Всього	161 (77,8±2,9)	46 (22,2±2,9)	207

Число степенів свободи дорівнює 1

Значення критерію  $\chi^2$  складає 0.272

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  складає 3.841

Зв'язок між факторними та результативними ознаками статистично не значимий, рівень значимості  $p > 0.05$

Рівень значимості  $p = 0.603$

У табл. 2.5 представлені дані про розподіл поранених за локалізацією поранення.

Таблиця 2.5

## Розподіл поранених за локалізацією поранення грудної клітки, n (%)

Досліджувані групи	Локалізація поранення				Разом
	Середостіння	Права плевральна порожнина	Ліва плевральна порожнина	Обидві плевральні порожнини	
Основна група	4(4,1 ±2,0)	46(47,5±5,1)	45(46,3±5,1)	2(2,1±1,4)	97
Група порівняння	3(2,7±1,6)	53(48,2±4,8)	52(47,3±4,8)	2(1,8±1,3)	110
Всього	7(3,4±1,2)	99(47,8±3,5)	97(46,9±3,5)	4(1,9±1,0)	207

Число ступенів свободи дорівнює 3

Значення критерію  $\chi^2$  становить 0.328

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  становить 7.815

Зв'язок між факторними та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0.05$

Рівень значимості  $p = 0.955$

Рішення  $\gamma_0$

За локалізацією найбільш часто та статистично однаково страждала права або ліва плевральна порожнина, дуже рідкими були поранення середостіння – у 7(3,4±1,2) та обох плевральних порожнин – у 4 (1,9±1,0) поранених.

Незважаючи, на те, що всі поранені були військовослужбовцями, які проходять регламентовані медичні комісії та признані годними для служби у ЗСУ, у деяких була виявлена хронічна супутня патологія, представлена у табл. 2.6.

Таблиця 2.6

**Розподіл поранених за наявністю супутньої патології, n (%)**

Супутня патологія	Досліджувані групи		Разом
	Основна група	Група порівняння	
Немає	58(59,8±5,0)	65(59±4,7)	123(59±3,4)
ІХС. Дифузний кардіосклероз. СН 0	4(4,1±2,0)	7(6,4±2,3)	11(5,3±1,5)
Гіпертонічна хвороба	5(5,2±2,2)	6(5,4±2,1)	11(5,3±1,5)
Хронічний гастродуоденіт	8(8,2±2,8)	9(8,2±2,6)	17(8,2±1,9)
Аліментарне ожиріння	5(5,2±2,2)	4(3,6±1,9)	9(4,3±1,4)
Хронічний бронхіт	17(17,5±3,9)	19(17,4±3,6)	36(17,4±2,6)
Разом	97	110	207

Число ступенів свободи дорівнює 5

Значення критерію  $\chi^2$  становить 0.775

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  становить 11.07

Зв'язок між факторними та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0.05$

Рішення  $\gamma_0$

Для оцінки ступенів важкості пошкоджень грудей було обрано шкалу AIS ("Abbreviated Injury Scale". trauma.org. Archived from the original on 6 January 2011. Retrieved 2011-01-23), як найбільш доступну, розповсюджену та підходящу для реалізації мети дослідження.

Спостерігався наступний розподіл за важкістю поранення, що представлено у табл. 2.7.

Таблиця 2.7

**Розподіл хворих за ступенем важкості пошкоджень грудей за шкалою AIS, (%)**

Групи	Ступень важкості пошкоджень за шкалою AIS				
	1	2	3	4	5
Основна (n=97)	17 (18±3,9)	44 (45±5,1)	34 (35±4,8) +2 (2,0±1,4)	0	0
Порівняння (n=110)	34 (31±4,4)	49 (45±4,7)	25 (23±4,1) +2 (2,0±1,3)	0	0
Усього (n=207)	50 (24±3,0)	93 (45±3,5)	59 (29±3,2) +4 (2,0±1,0)	0	0

Таким чином, у військовослужбовців з ВППГ, що знаходились на лікуванні у ВМКЦ ПнР з квітня 2014 по грудень 2019 року, які постраждали під час проведення АТО/ООС, переважали поодинокі осколкові вогнепальні поранення з локалізацією на ділянці лівої або правої плевральної порожнини.

Порівняльний аналіз окремих характеристик ВППГ не виявив статистично значимих розходжень, які могли бути обумовлені особливостями медичного забезпечення, важкістю бойової травми або особливостями бойових дій. Обидві групи є статистично репрезентативними.

## 2.2. Методи клінічних досліджень

**Загальне клініко-анамнестичне обстеження.** Проводилось усім досліджуваним пораненим, включало опитування, огляд, пальпацію, перкусію, аускультацию. Якщо поранений був притомним, він детально опитувався про наявність і характер скарг, проводилось уточнення обставин і особливостей отримання поранення. Ретельно вивчалася медична

документація, обсяг проведених на попередніх рівнях діагностичних досліджень і лікувальних заходів їх ефективність та результати.

З'ясовували наявність супутніх захворювань і перенесених захворювань в анамнезі. Больовий синдром оцінювали за візуально-аналоговою шкалою ВАШ (Wewers ME, Lowe NK., 1990).

Проводився загальний лікарський фізикальний огляд усього тіла, ретельно зони вогнепального поранення (вогнепальних та післяопераційних ран), пов'язок, дренажів, їх функціонування, характер та кількість відокремного. Визначали напрямок і траєкторію руху раничного снаряда, розміри вхідного та, за наявності, вихідного отвору. Виявлялися додаткові і супутні пошкодження і травми пов'язані з вогнепальним пораненням. Виконувалися пальпація і перкусія ураженої області. Оцінка тяжкості ушкоджень виконувалась за шкалою AIS.

**Клініко-лабораторні дослідження.** Усім пораненим, що приймали участь у дослідженні проводилися уніфіковані, стандартизовані методики клінічних лабораторних досліджень на базі клініки лабораторної діагностики ВМКЦ ПнР, яка має валидну атестацію на проведення відповідних досліджень загальноклінічних, біохімічних, серологічних, імунологічних та бактеріологічних досліджень (зав. клінікою лабораторної діагностики, к.мед.н., Шевченко ВГ.).

Клінічний аналіз крові виконувався на автоматичних гематологічних аналізаторах «SISMEX KX 21-N», «ABX Micros 60», визначалися такі параметри: загальне число всіх лейкоцитів, лімфоцити, моноцити, гранулоцити, еозинофіли, загальне число всіх еритроцитів, концентрація гемоглобіну, показник гематокриту, тромбоцити. Швидкість осідання еритроцитів визначалася за методом Панченкова ТП.

Клінічний аналіз сечі, в якому приділяли увагу питомій вазі, наявності та кількості білка й цукру, вмісту формених елементів, що дозволяло судити про функції нирок.

Біохімічний аналіз крові виконувався на автоматичних аналізаторах

«COBAS MIRA» (F. Hoffmann – La Roche Ltd.) і «Respons 920» (Dunlop), він включав у себе визначення загального білка й білкових фракцій у сироватці крові, альбумін/глобулінового коефіцієнту, білірубину та його фракцій, електролітів крові, рівня сечовини, креатиніну, амілази, АЛТ, АСТ, визначення цукру крові, вміст калію, натрію, хлору в сироватці крові.

При наявності плеврального ексудату виконувалась його оцінка: кількість, колір, запах, характер, проводилося його біохімічне та бактеріологічне дослідження, визначалися білок, цукор, кислотність (рН) на автоматичних лабораторних аналізаторах «COBAS MIRA» (F. Hoffmann-La Roche Ltd.) і «Respons 920» (Dunlop).

**Клініко-інструментальні методи дослідження.** З метою оцінки параметрів серцевої діяльності виконувалася електрокардіографія 12-канальним ехокардіографом «CardioLab» (ХАІ-Medic). Розшифровка кардіограм виконувалася сертифікованими лікарями функціональної діагностики.

Для оцінки якісних та кількісних параметрів дихальної системи, контролю та спостереження її функціонального стану у динаміці виконувалась цифрова спірографія на комп'ютерному апараті СП-3000 (Угорщина).

Рентгенологічне й рентгеноскопічне дослідження виконувалися на комплексі рентгенологічному діагностичному КРД – 50 «INDIASCOP – 01» (ТОВ «Квант») в 2-х проекціях при стандартних укладках.

При підозрі на ВППГ всім пораненим проводилася МСКТ зон ушкодження на комп'ютерному томографі із стандартним столом TSX-031A/1C Activion 16, TOSHIBA (Японія), за автоматизованими протоколами відповідно до зони обстеження, з подальшою обробкою в програмі «Vitrea 6.1». Товщина зрізу становила 0,5 мм або 1 мм.

При рентгенологічних дослідженнях оцінювали цілісність кісткових структур, наявність кістково-травматичних ушкоджень, вільного повітря та/або вільної рідини в плевральній порожнині, ділянок затемнення легеневого поля, безперервність контуру, деформацію, висоту стояння

діафрагми, наявність газу в середостінні та під куполом діафрагми, емфіземи м'яких тканин грудної клітки, наявність сторонніх тіл, їх кількість, розміри, глибину й локалізацію знаходження. Додатково оцінювали місце розташування та ефективність функціонування плевральних дренажів, наявність вільної рідини у плевральній порожнині, наявність та враженість деформації контуру плевральних синусів.

**Ультразвукове дослідження.** У 68 поранених з ВППГ та ушкодженням легень в період від 1 доби до 30 днів після було виконане УЗД ОГП кожену добу в перший тиждень після поранення та 1 раз на 3 доби в подальшому до дати виписки. УЗД проводилося за допомогою апарату ультразвукового скануючого «Voluson E6» ((General Electric), Німеччина) експертного класу з датчиками: лінійний SP (6-12 МГц); конвексний 4 С-D (2-5 МГц); для тривимірної реконструкції RAB4-8L (4-8 МГц).

Застосовувалась сонографічна оцінка норми та патології легень. Звертали увагу на сонографічні зміни парієтальної та вісцеральної плеври, тіні ребер. Також фіксувались наступні патологічні сонографічні комплекси: «крила кажана», «хвости комет» «А-профіль», «піщаний пляж» «стретосфери», що дозволяло достовірно констатувати УЗ ознаки пневмотораксу, плеврального випиту, інтерстиційного, альвеолярно-інтерстиційного, консолидаційного синдрому, емфізематозних змін.

У режимі кольорового доплерівського картування оцінювалися стан загальної і регіонарної гемодинаміки легень, стан магістральних та регіонарних артерій і вен, фіксувалися патологічні зміни, виконувалася компресійна проба. виявлялася наявність тромбозів. Під час дослідження враховували локалізацію, напрямок та розміри ранового каналу, наявність рідинних скупчень і утворень, сторонніх тіл з уточненням їх щільності, локалізації, розмірів, проекції на найближчу точку на поверхню тіла. Сторонні тіла металевої щільності візуалізувались у вигляді гіпरेхогеного утворення з чіткими контурами і наявністю виразної акустичної тіні.

**Хірургічна ревізія ран.** Під час хірургічної обробки (ХО) при

інтраопераційній мануальній та інструментальній ревізії вогнепальних ран виконувалася оцінка зовнішніх розмірів ран, напрямку і протяжності ранового каналу, характеру поранення, виявлення додаткових ушкоджень, ранових каналів, прихованих порожнин. Основне питання це визначення характеру вогнепального поранення – проникаюче чи не проникаюче.

Для інструментальної ревізії вогнепальних ран, вимірювання їх довжини, ширини і глибини, нами застосовувалися гудзиковий та жолобуватий хірургічні зонди та інструмент для ревізії ранового каналу.

**Ендовідеоторакоскопічні методи діагностики.** За наявності ознак ВППГ, а саме випоту або повітря в плевральній порожнині, з діагностичною метою виконувалася ВТС з використанням штатного ендоскопічного обладнання та набору інструментів OLYMPUS Visera OTV-S7 і CARL STORZ Image I HD. При інтраопераційній ревізії фіксувалось кількість ран та їх внутрішні розміри, направлення та хід ранового каналу, підтвердження характеру поранення, характеристика внутрішніх країв ран.

**Інструментальна магнітодетекція.** Під час ВТС виконувалась інструментальна магнітодетекція сторонніх металевих феромагнітних тіл за допомогою розробленого магнітного ендоскопічного інструменту для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини [39] та розробленого пристрою для фіксації феромагнітних сторонніх тіл м'яких [42]. При цьому спостерігались ефекти наявності стороннього тіла, а саме: прилипання, «вітрила», зависання, клацання, зісковзування.

**Методи лазерної візуалізації.** Інструментальна ЛВ ранового каналу проводилася в умовах стаціонару за допомогою апарату лазерного терапевтичного «Ліка-терапевт М» за допомогою виносної рукоятки з довжиною хвилі 660 нм (виробник ПМВП «Фотоніка Плюс», м. Черкаси), як під час зовнішньої ревізії ран під час ХО з насадкою ЛН-30 так і під час ВТС зі спеціально розробленою ендоскопічною лазерною насадкою, яка надає можливість рівномірного дифузного розсіяного опромінювання при введенні через 5 мм канал торакаскопу та забезпечує герметизм у плевральній

порожнині [37]. Під час ВТС ЛВ використовувалось у двох варіантах: як додаткове джерело освітлення поряд зі штатним освітлювачем (у цьому випадку потужність лазерного опромінювання складала 50 мВт) і як єдине джерело освітлення з вимикнутим штатним освітлювачем з потужністю 20 мВт. Для покращення якості візуалізації ВТС виконувалась зі збільшенням від 6 до 12 разів зі збереженням високою деталізацій операційного поля у режимі 4К, що надає ефект присутності у зоні проведення операції.

**Методи флуоресцентної діагностики.** Під час виконання діагностичного етапу ВТС після ВППГ для кращої візуалізації демаркаційної лінії між життєздатними та нежиттєздатними тканинами застосовувався метод ФД (флуоресцентної діагностики). При цьому нежиттєздатні тканини не флюоресціровали, а виглядали темними плямами, тканини з виразною запальною реакцією флюоресціровали ярко рожевим кольором. Для кращого спостереження за реакцією флюоресценції спостереження проводилось через окуляри з лінзами ЖЛ-22.

**Морфологічні дослідження.** Морфологічні дослідження проводилися з метою оцінювання виразності ушкоджень тканин внаслідок ВППГ на базі лабораторії патоморфології ДУ «Інститут медичної радіології НАМН України ім. С.П. Григор'єва», д.мед.н., проф. Якимової Т.П. Матеріалом для дослідження були тканини легень видалені під час проведення хірургічних обробок у 38 поранених, яким надавалась хірургічна допомога у Військово-медичному клінічному центрі Північного регіон МО України. Оцінювали наявність та виразність змін у тканинах: дистрофії, апоптозу, некрозу, стану судин, сполучної тканини, волокон і клітинних елементів.

Ткані легені видалялися разом з інкапсульованим стороннім тілом або без стороннього тіла вогнепального походження в період від 1 доби до 1,5 років після отримання вогнепального поранення. З 32 віддалених сторонніх тіл, в 1 випадку стороннє тіло видалено з капсулою в легені, в 31 випадку – тільки ушкоджені тканини легені.

Для гістологічного дослідження тканинні фрагменти легені фіксували в 40% нейтральному формаліні і піддавали парафінової проводки за методикою, прийнятою в роботі патологоанатомічних лабораторій [3]. Після парафінової проводки виготовляли зрізи товщиною 5-6 мкм, які фарбували гематоксилином і еозином, а також за методом Ван-Гізон. Стан м'яких тканин оцінювали в світловому мікроскопі («Carl Zeiss Epa», Germany) при дозвільному збільшенні мікроскопа в 56, 280, 320 і 400 разів.

**Імуногістохімічні дослідження.** Імуногістохімічні дослідження проводилися на кафедрі патологічної анатомії ХМАПО (зав. кафедрою, д.мед.н., проф. Яковцова І.І.). Для деталізації морфологічних змін застосовували імуногістохімічний (ІГХ) метод. Низькомолекулярні цитокератини (Cytokeratin PAN AE1 / AE3, мишачі моноклональні антитіла МКАТ фірми Thermo scientific, Німеччина, Rady-to-Use) використовували для візуалізації епітеліальних структур альвеол легень. Експресію трансформуючого фактора росту, як маркера хронізації запального процесу в рановому каналі, визначали з використанням первинних кролячих поліклональних антитіл (ПКАТ) до TGF- $\beta$ 1 (V) Antibody (Thermo scientific), Rady-to-Use. Тенденцію до утворення патологічного типу колагену для вивчення «зрілості» грануляційної тканини в досліджуваних зразках визначали за допомогою МКАТ до Collagen IV (CIV22) фірми DAKO (Данія), титр антитіл 1:50. Тенденції та особливості ангиогенезу в тканинах вивчалася за експресією фактору росту ендотелію судин (VEGF (VG1)), титр антитіл 1:50 (МКАТ, DAKO). Особливості імунних клітинних реакцій в зонах запального процесу із застосуванням маркера макрофагів CD68 (KP1) (МКАТ, DAKO, Rady-to-Use).

Матеріал для дослідження методами ІГХ фіксувався в 10% розчині нейтрального формаліну, забуферений фосфатним буфером. Потім матеріал піддавався стандартній проводці за етанолами зростаючої концентрації, хлороформом, після чого заливався парафіном. З парафінових блоків виготовлялися серійні зрізи товщиною 3-4 мкм, які наносили на

високоадгезивні скельця Super Frost і висушували при температурі 37°C протягом 18 годин. Демаскуюча термічна обробка була виконана за методом кип'ятіння зрізів в цитратному буфері (рН 6,0). Для візуалізації первинних антитіл застосовувалася система детекції UltraVision Quanto Detection Systems HRP Polymer (Thermo scientific). Як хромоген використовувався DAB (діамінобензидін).

Для оцінки ІГХ досліджень мітки використовували напівкількісну шкалу. Результати підраховували за допомогою окулярної сітки Автанділова [3] у 10 довільно вибраних полях зору при збільшенні x400. Оцінку ІГХ-мітки робили за ступенем поширення і інтенсивністю коричневого фарбування в мікропрепаратах: негативною (0) вважалася реакція при відсутності фарбування специфічних структур клітини, слабкою позитивною (1+) вважалася реакція при слабкому або вогнищевому фарбуванні від 0 до 30% клітин, помірною позитивною (2+) - при достатньому або вогнищевому фарбуванні 30-60% клітин, вираженою або дифузійною (3+) вважалася реакція при фарбуванні 60-90% клітин.

Комплекс імуногістохімічних досліджень проводився на мікроскопі Primo Star (Carl Zeiss) з використанням програми AxioCam (ERc 5s).

**Анкетні дослідження.** Для поглибленої деталізації обставин отримання поранення, суб'єктивної оцінки пораненим свого стану, виразності больового синдрому, обсягу наданої допомоги і її адекватності на етапах медичної евакуації, для подальшої розробки заходів щодо поліпшення надання допомоги пораненим з вогнепальними пораненнями застосовувався анкетний метод (див. додаток Б).

Розроблені анкети були заповнені пораненими особисто під час перебування у хірургічних відділеннях ВМКЦ ПнР, при неможливості особистого заповнення в разі тяжкості стану або отримання поранення в верхні кінцівки, анкета заповнювалася спільно пацієнтом і лікуючим лікарем.

### **2.3. Загальна характеристика та методи експериментальних досліджень і математичного моделювання**

Метою експериментальної частини було підвищення точності доопераційного визначення розмірів сторонніх тіл грудної клітини шляхом застосування алгоритмів комп'ютерного зору при обробці МСКТ грудної клітини. Виконаний експеримент більшою мірою стосувався не правильної постановці діагнозу, а більш ефективному та точному оцінюванню геометричних і фотометричних характеристик сторонніх тіл, з метою подальшої верифікації, класифікації і визначення хірургічної тактики.

У рамках експериментального дослідження ними було оброблено дані МСКТ 32 поранених зі сторонніми тілами легень, які проходили лікування у ВМКЦ ПнР за технологією «комп'ютерного зору», з наступним порівнянням цих сторонніх тіл після видалення [20]. Експеримент проводився з технічною підтримкою співробітників Харківського національного університету радіоелектроніки д.т.н., професора Смелякова КС. та магістра Вакуліка ЄВ.

Математичне моделювання виконувалось для СТ, з розділенням їх за рентгенологічною щільністю на 3 групи: менше за 10000 Од Н, від 10000 Од Н до 13000 Од Н, вище за 13000 Од Н. Для кожної групи в системі комп'ютерної математики MathCad 15 було побудовано погіршності розмірів СТ за даними СКТ з врахуванням їх рентгенологічної щільності та видалених СТ.

Для математичного моделювання процесу діагностики СТ легень за даними СКТ використано розміри 32 СТ легень вогнепального походження, які виявлені під час СКТ з врахуванням їх рентгенологічній щільності з наступним сопоставлінням їх реальних розмірів після видалення під час хірургічних операцій у ВМКЦ ПнР.

Математичне моделювання виконувалось за технічній підтримки співробітників Української інженерно-педагогічної академії (зав. кафедри інформаційних комп'ютерних технологій і математики, д.ф-м.н., Нечуйвітер

О.П. та професор кафедри інформаційних комп'ютерних технологій і математики, д.ф-м.н., Першина Ю.І.).

У дослідженні нами були розроблені та послідовно застосовані 5 етапів обробки даних МСКТ при роботі на апараті комп'ютерного зору.

Етап 1. Градаційна корекція знімку, яка служить для того, щоб побудувати стандартне 8 бітове півтонове зображення за даними СКТ, які надходять в файлі DICOM.

Етап 2. Вибір попередньо режиму (аналог інтервальної сегментації), яка служить для фокусування уваги на розгляді певної тканини.

Етап 3. Порогова сегментація, яка служить для ідентифікації пікселів стороннього тіла.

Етап 4. Метод хвиль (тривимірний), який служить для побудови компонент зв'язності у вигляді множин ідентифікованих пікселів, що відповідають окремим стороннім тілам [51].

Етап 5. Метод головних компонент (тривимірний), який служить для оптимального розташування системи координат з метою оцінювання геометричних розмірів стороннього тіла за даними сегментації з мінімальною похибкою для подальшої класифікації.

#### **2.4. Методи статистичної обробки результатів досліджень**

Статистична обробка клінічної та експериментальної частин роботи проводилась за допомогою програм SPSS for Windows Release 19,0 з урахуванням рекомендацій до медико-біологічних досліджень [67]. Для обробки даних використовувались методи описової статистики та методи перевірки статистичних гіпотез. Для методів описової статистики усі отримані оцінки параметрів являлись точковими [144], незалежно від виду вимірюваних величин, які можна розділити на величини неперервні та величини дискретні, у виді абсолютних або відносних (в %) частот. Для безперервних величин використана ймовірнісна модель нормального розподілу, та розподілу Стюдента для щільності ймовірності [104], а для

дискретних величин – біноміальна модель та модель розподілу Уїлкоксона.

Для методів перевірки статистичних гіпотез були використані тести на аналіз схожості та різниці (збіжностей та розбіжностей) для основної групи та групи порівняння. Вибір тесту диктувався видом медичного дослідження (повний, або неповний). При повному дослідженні були отримані повні дані, що відповідали ймовірнісному опису у вигляді неусіченого дискретного (або неперервного) закону розподілу ймовірностей при дотриманні умови його нормування (повний інтеграл для цього закону рівняється 1). Для аналізу схожості та різниці (збіжностей та розбіжностей) використовувався параметричний тест  $\chi^2$  на однорідність відносних частот (в %) та тест на основі критерія Стюдента. Рівень значення відповідав  $p=0,05$ , а достовірність рішень була не нижче рівня 0,95. Неповні (усічені або цензуровані за числом ускладнень) непараметричні дані були оброблені за допомогою критерія Уїлкоксона [74].

Незалежно від виду тесту (параметричний, або непараметричний) загальна процедура перевірки статистичних гіпотез включала наступні етапи:

1. Вибір рівня значності  $p$  (стандартний рівень – 0,05 або 0,1).
2. Вибір ймовірнісної моделі для результатів медичного вимірювального експерименту (нормальна, біноміальна, рангова).
3. Формулювання логічного виводу у вигляді нульової гіпотези ( $H_0$ : різниця в результатах для основної групи та групи порівняння відсутня). Для альтернативної гіпотези формулювання виводу – протилежне ( $H_1$ : має місце різниця).
4. Вибір критеріальної статистики ( $t$  – для тесту Стюдента;  $\chi^2$  – для тесту на однорідність;  $w_1$  та  $w_2$  – для непараметричного рангового тесту Уїлкоксона).

Використання перелічених підходів та методів до статистичної обробки отриманої інформації сприяло отриманню максимально достовірних результатів, що поряд з аналізом літературних даних дозволило доказово вирішити поставлені завдання дисертаційного дослідження.

### Розділ 3

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗАХОДІВ У ПОРАНЕНИХ ІЗ ВОГНЕПАЛЬНОЮ ПРОНИКАЮЧОЮ ТРАВМОЮ ГРУДЕЙ НА ІІІ РІВНІ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Надання медичної допомоги пораненим з ВППГ здійснювалось у ВМКЦ ПнР згідно діючої Військово-медичної доктрини Командування Медичних сил Збройних Сил України. Кваліфікована медична допомога надавалась у повному обсязі відповідно ІІІ рівня медичного забезпечення. Організаційно всі поранені з ВППГ проходили лікування у клініці торако-абдоминальної хірургії, яке на той час включало хірургічне відділення та відділення ендоскопічної хірургії. Штатна структура ВМКЦ ПнР дозволяла залучати за необхідністю для консультацій та лікування супутньої патології різних спеціалістів хірургічного та терапевтичного профілю, а саме: травматологів, судинних хірургів, нейрохірургів, офтальмологів, отоларингологів, щелепно-лицевих хірургів, терапевтів, кардіологів, пульмонологів та інших.

### **3.1 Особливості загально-клінічної діагностики ВППГ на ІІІ рівні надання медичної допомоги**

Основними напрямками, діагностичних досліджень у постраждалих з ВППГ була доказова констатація проникаючого характеру вогнепального поранення, визначення характеру вогнепального поранення (кульове, осколкове, вибухова травма), кількості ран (одиничне, множинне, поєднане, комбіноване), виявлення наявності сторонніх тіл їх кількість, розміри та локалізація, характер та ступень пошкодження органів грудної порожнини, уточнення можливих супутніх ушкоджень та оцінка тяжкості стану постраждалих.

Діагностика ВППГ базувалась на даних загально-клінічних (скарги, анамнез, локальний та загальний огляд), інструментальних (рентгенологічні, ультразвукові, лазерні, інші методи) та лабораторних методах обстеження.

Для більш ретельного з'ясування обставин вогнепального поранення, оцінки поточного стану, наданої допомоги на попередніх етапах евакуації, найближчого та віддаленого періодів, додатково була розроблена та застосована спеціальна анкета-опитувальник, яка приведена у додатку Б.

При ретельному аналізі скарг поранених було встановлено, що найбільш частими скаргами у поранених з ВППГ були біль у половині грудей відповідній пораненню 199 ( $96\pm 1,4\%$ ), кволість 111 ( $54\pm 3,5\%$ ), задишка 46 ( $22\pm 2,9\%$ ). При цьому з статистично значимими відмінностями між групами була, менша кількість поранених зі скаргами на біль в половині грудей відповідній пораненню. В основній групі 90 ( $93\pm 2,6\%$ ), а у групи порівняння 109 ( $99\pm 0,9\%$ ). Можна припустити, що це пов'язане з більш ефективним наданням медичної допомоги та більш якісним знеболенням у поранених основної групи, які були отримали поранення у більш пізній діапазон часу с початку АТО/ООС, коли медична служба працювала більш досконало та злагоджено або з меншою кількістю виконаних торакотомій та хірургічних утручань взагалі у основній групі, які давали значно виразний больовий синдром. При аналізі інших скарг статистично значимих відмінностей між пораненими основної та групи порівняння не виявлено. Досить часто, у 50 ( $52\pm 5,1\%$ ) поранених основної групи та 61 ( $55\pm 4,7\%$ ) групи порівняння, зустрічалась скарги на кволість що скоріше пов'язано з суб'єктивною незадовільною оцінкою свого загального стану постраждалими. Запаморочення відмічали 12 ( $6,0\pm 1,7\%$ ) постраждалих, тобто стан більшості поранених був компенсований. Скарги на задишку відмічались у 46 ( $22\pm 2,9\%$ ) поранених. Відчуття нестачі повітря відмічали 6 ( $3,0\pm 1,2\%$ ) поранених. Скарги на задишку та нестачу повітря хоча і є характерними при ураженні дихальної системи, але відмічались досить рідко, що свідчить о компенсації дихальної функції у більшості постраждалих. Кровохаркання відмічали 2 ( $1,0\pm 0,7\%$ ) поранених. Кашель 1 ( $0,5\pm 0,07\%$ ) поранений. Ці скарги частіше виникають при ураженні верхніх відділів трахео-бронхіального дерева, що можливо свідчить о том, що при ВППГ рідко були уражені головні, часткові

та сегментарні бронхи. Зовсім не відмічались скарги на блювоту та біль в животі, які на нашу думку не є патогномонічними при ВППГ.

Детальний аналіз скарг поранених під час госпіталізації у ВМКЦ ПнР, що відзначалися та були проаналізовані, представлені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

### Характеристика скарг у поранених досліджуваних груп

Скарги	Основна група (n=97)	Група порівняння (n=110)	Разом (n=207)
1	2	3	4
Біль в ушкодженій половині грудей	90 (93±2,6)	109 (99±0,9)	199 (96±1,4)
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 5.519  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично значуща,  рівень значимості <math>p&lt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.019</math>  Рішення <math>\gamma_1</math>: є розбіжності.</p>			
Кволість	50 (52±5,1) <sup>1</sup> $\chi^2=41,06$	61 (55±4,7) <sup>1</sup> $\chi^2=56,61$	111 (54±3,5) <sup>1</sup> $\chi^2=99,04$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.317  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.574</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Запаморочення	8(8,2±2,8) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=138,65$ $\chi^2=43,38$ $\chi^2=8,84$	4(3,6±1,9) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=200,6$ $\chi^2=70,95$ $\chi^2=21,06$	12 (6,0±1,7) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=337,99$ $\chi^2=105,82$ $\chi^2=23,18$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 2.007  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.157</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
Задишка	18(19±4,0) <sup>1,2</sup> $\chi^2=108,28$ $\chi^2=23,19$	28(25±4,1) <sup>1,2</sup> $\chi^2=126,94$ $\chi^2=20,55$	46 (22±2,9) <sup>1,2</sup> $\chi^2=234,06$ $\chi^2=38,03$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 1.419  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.234</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Нудота	1(1,0±0,9) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=163,95$ $\chi^2=63,87$ $\chi^2=16,86$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	1(0,5±0,07) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=379,22$ $\chi^2=139,93$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 1.140  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.286</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Блювота	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Відчуття нестачі повітря	5(5,2±2,2) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=149,03$ $\chi^2=51,39$ $\chi^2=8,34$	1 (0,9±0,7) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=212,07$ $\chi^2=80,85$ $\chi^2=32,08$	6(3,0±1,2) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=359,93$ $\chi^2=91,52$ $\chi^2=35,19$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 3.301  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.070</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
Біль в животі	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Кровохаркання	1(1,0±0,9) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=163,95$ $\chi^2=63,87$ $\chi^2=16,86$	1(0,9±0,7) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=212,07$ $\chi^2=80,85$ $\chi^2=32,08$	2(1,0±0,7) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=375,28$ $\chi^2=136,5$ $\chi^2=45,62$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.008  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.929</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Кашель	1(1,0±0,9) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=163,95$ $\chi^2=63,87$ $\chi^2=16,86$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	1(0,5±0,07) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=379,22$ $\chi^2=139,93$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 1.140  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.286</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			

У табл. 3.2 представлено основні дані фізикального лікарського огляду.

Таблиця 3.2

## Показники основних даних фізикального лікарського огляду

Показники	Основна група (n=97)	Група порівняння (n=110)	Разом (n=207)
1	2	3	4
Тахікардія	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Брадїкардія	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Гіпотонія	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4
Відставання половини грудної клітки при диханні	1(1,0±0,9) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=163,95$ $\chi^2=63,87$ $\chi^2=16,86$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	1(0,5±0,07) <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=379,22$ $\chi^2=139,93$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 1.140  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.286</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Ослаблення дихання на ушкодженій стороні	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Коробочний звук при перкусії	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			

За даними фізикального лікарського огляду тахікардія, брадікардія, гіпотонія, коробочний звук не визначалися. На нашу думку це пов'язано з компенсацією функцій організму з часом після отримання поранення та достатню ефективність наданої МД на попередніх рівнях. Притуплення перкуторного звуку при перкусії, ослаблення дихання на ушкодженій стороні не виявлялось. Виявлено випадок відставання половини грудної клітки в акті дихання з боку поранення.

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4
Притушення перкуторного звуку	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Деформація грудної клітини	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Симптоми подразнення очеревини	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			

Показники локального огляду поранених під час надходження (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

## Показники локального огляду поранених під час надходження

Показники	Основна група (n=97)	Група порівняння (n=110)	Усього (n=207)
Наявність рани та гематома м'яких тканин грудей	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Підшкірна емфізема	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Виділення повітря з рани	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=167,88$ $\chi^2=67,36$ $\chi^2=19,84$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=216,04$ $\chi^2=84,4$ $\chi^2=32,08$	0 <sup>1,2,3</sup> $\chi^2=383,12$ $\chi^2=143,43$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			

За даними локального огляду поранених під час надходження у ВМКЦ ПнР патогномонічних ознак ВППГ не спостерігалось, це пов'язане з тим, що поранені вже поступали після надання медичної допомоги на попередньому етапі.

### 3.2. Особливості клініко-інструментальної діагностики ВППГ на III рівні надання медичної допомоги

Частота застосування інструментальних методів діагностики представлена у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

#### Частота застосування інструментальних методів діагностики

Метод	Апарат	Частота застосування		
		Основна група (n=97)	Група порівняння (n=110)	Разом (n=207)
Рентгенологічний	Рентгеноскопія КРД-50 «INDIASCOP-01»	12(1,21±0,27)	11(1,88±0,35)	23(1,45±0,31)
	Рентгенографія «МЕДІКС»	248(24,97±1,37)	395(67,52±1,94)	643(40,75±1,23)
	МСКТ Toshiba Activion 16	97(9,77±0,95)	56(9,87±1,24)	153(9,7±0,75)
Ультразвуковий	«Voluson E6» 730 Pro	465(48,83±1,59)	68(11,63±1,34)	533(33,78±1,19)
Лазерний	«Ліка-Терапевт М»	42(4,23±0,62)	-	42(2,67±0,43)
Торакоскопія	Karl Storz	52(5,24±0,69)	-	52(3,3±0,47)
	Olympus	45(4,53±0,67)	-	45(2,85±0,44)
Бронхоскопія	Olympus	32(3,22±0,54)	55(9,4±1,23)	87(5,5±0,55)
Разом		993	585	1578

Згідно даних таблиці, серед інструментальних методів діагностики найчастіше використовувались рентгенографічні методи, цьому сприяло наявність відповідної рентгенологічної апаратури, підготовлених фахівців та загальна розповсюдженість методу.

За результатами рентгенологічного обстеження ОГК були виявлені наступні показники (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

## Результати рентгенологічного дослідження ОГК (%)

Ознаки	Основна (n=97)	Порівняння (n=110)	Разом (n=207)
1	2	3	4
Переломи ребер	9 (9,0±2,9) <sup>1;2</sup> $\chi^2=7,33$ $\chi^2=4,91$	13 (12±3,1) <sup>3</sup> $\chi^2=14,91$	22 (11±2,2) <sup>3</sup> $\chi^2=15,65$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.350  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.555</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Пневмоторакс	20 (21±4,1)	17 (15±3,4) <sup>3</sup> $\chi^2=9,82$	37 (18±2,7)
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.936  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.334</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Рідина в плевральній порожнині	18 (19±4,0)	20 (18±3,7) <sup>3</sup> $\chi^2=6,84$	38 (18±2,7)
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.005  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.945</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Повне затемнення легеневого поля	0 <sup>1,2</sup> $\chi^2=26,09$ $\chi^2=22,3$	1(0,9±0,7) <sup>1,3</sup> $\chi^2=41,23$ $\chi^2=22,64$	1 (0,5±0,07) <sup>1,3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.886  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.347</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
Внутрішньо легенева гематома	1(1,0±0,9)* $\chi^2=23,01$	0 <sup>1,3</sup> $\chi^2=44,48$ $\chi^2=25,69$	1 (0,5±0,07) <sup>1,3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 1.140  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.286</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Сальник у плевральній порожнині	0 <sup>1,2</sup> $\chi^2=26,09$ $\chi^2=22,3$	0 <sup>1,3</sup> $\chi^2=44,48$ $\chi^2=25,69$	0 <sup>1,3</sup> $\chi^2=60,78$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			
Високе стояння діафрагми	0 <sup>1,2</sup> $\chi^2=26,09$ $\chi^2=22,3$	1(0,9±0,7) <sup>1,3</sup> $\chi^2=41,23$ $\chi^2=22,64$	1(0,5±0,07) <sup>1,3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.886  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.347</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Газ в середостінні	0 <sup>1,2</sup> $\chi^2=26,09$ $\chi^2=22,3$	0 <sup>1,3</sup> $\chi^2=44,48$ $\chi^2=25,69$	0 <sup>1,3</sup> $\chi^2=60,78$ $\chi^2=51,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить NaN  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=1.000</math>  Рішення – не визначене.</p>			

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
Газ під куполом діафрагми	1(1,0±0,9) <sup>1,2</sup> $\chi^2=23,01$ $\chi^2=19,28$	0 <sup>1,3</sup> $\chi^2=44,48$ $\chi^2=25,69$	1(0,5±0,07) <sup>1,3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 1.140  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.286</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Емфізема м'яких тканин грудної клітки	5(5,2±2,2) <sup>1,2</sup> $\chi^2=13,52$ $\chi^2=10,33$	5 (5,0±2,1) <sup>&gt;1,3</sup> $\chi^2=30,13$ $\chi^2=13,26$	10 (5,0±1,5) <sup>1,3</sup> $\chi^2=11,63$ $\chi^2=26,76$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.042  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.839</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Патології не виявлено	16 (16±3,7)	37 (34±4,5)* $\chi^2=7,95$	53 (26±3,0)
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 7.951  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.01</math> становить 6.635  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.01</math>  рівень значимості <math>p=0.005</math>  Рішення <math>\gamma_1</math>: є розбіжності.</p>			
Стороннє тіло в плевральній порожнині	6 (6,0±2,4) <sup>ε-2</sup> $\chi^2=11,52$ $\chi^2=8,71$	2 (2,0±1,3) <sup>13</sup> $\chi^2=38,18$ $\chi^2=19,9$	8 (4,0±1,4) <sup>1-3</sup> $\chi^2=14,81$ $\chi^2=30,75$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 2.646  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.104</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
Зниження пневматизації	0 <sup>1,2</sup> $\chi^2=26,09$ $\chi^2=22,3$	1(0,9±0,7) <sup>1,3</sup> $\chi^2=41,23$ $\chi^2=22,64$	1(0,5±0,07) <sup>1,3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.886  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.347</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Пульмоніт	23 (24±4,3)	23 (21±3,9) <sup>3</sup> $\chi^2=4,49$	46 (22±2,9)
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.234  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.629</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Стороннє тіло перикарду	0 <sup>1,2</sup> $\chi^2=26,09$ $\chi^2=22,3$	1(0,9±0,7) <sup>1,3</sup> $\chi^2=41,23$ $\chi^2=22,64$	1 (0,5±0,07) <sup>1,3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.886  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.347</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Стороннє тіло м'яких тканин	16 (16±3,7)	20 (18±3,7) <sup>3</sup> $\chi^2=6,84$	36 (17±2,6)
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.102  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.750</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			

## Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
Ателектаз	1(1,0±0,9) <sup>1,2</sup> $\chi^2=23,01$ $\chi^2=19,28$	2 (2,0±1,3) <sup>1,3</sup> $\chi^2=38,18$ $\chi^2=19,9$	3 (1,4±0,8) <sup>1,3</sup> $\chi^2=51,63$ $\chi^2=42,8$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.224  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.637</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Негоспітальна пневмонія	1(1,0±0,9) <sup>1,2</sup> $\chi^2=23,01$ $\chi^2=19,28$	0 <sup>1,3</sup> $\chi^2=44,48$ $\chi^2=25,69$	1 (0,5±0,07) <sup>1,3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 1.140  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.286</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Стороннє тіло легені	3(3,0±1,7) <sup>1,2</sup> $\chi^2=17,77$ $\chi^2=14,26$	3 (3,0±1,6) <sup>1,3</sup> $\chi^2=35,32$ $\chi^2=17,45$	6 (3,0±1,2) <sup>1,3</sup> $\chi^2=43,66$ $\chi^2=35,19$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 0.024  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.876</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			
Аортокардіосклероз	1(1,0±0,9) <sup>1,2</sup> $\chi^2=23,01$ $\chi^2=19,28$	0 <sup>1,3</sup> $\chi^2=44,48$ $\chi^2=25,69$	1(0,5±0,07) <sup>1,3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
<p>Число ступенів свободи дорівнюється 1  Значення критерію <math>\chi^2</math> становить 1.140  Критичне значення <math>\chi^2</math> при рівні значимості <math>p&lt;0.05</math> становить 3.841  Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий,  рівень значимості <math>p&gt;0.05</math>  рівень значимості <math>p=0.286</math>  Рішення <math>\gamma_0</math></p>			

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
Колапс легені	1(1,0±0,9) <sup>1,2</sup> $\chi^2=23,01$ $\chi^2=19,28$	0 <sup>1,3</sup> $\chi^2=44,48$ $\chi^2=25,69$	1(0,5±0,07) <sup>1;3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
Число ступенів свободи дорівнюється 1 Значення критерію $\chi^2$ становить 1.140 Критичне значення $\chi^2$ при рівні значимості $p<0.05$ становить 3.841 Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості $p>0.05$ рівень значимості $p=0.286$ Рішення $\gamma_0$			
Перелом ключиці	0 <sup>1,2</sup> $\chi^2=26,09$ $\chi^2=22,3$	1(0,9±0,7) <sup>1;3</sup> $\chi^2=41,23$ $\chi^2=22,64$	1(0,5±0,07) <sup>1;3</sup> $\chi^2=57,59$ $\chi^2=48,6$
Число ступенів свободи дорівнюється 1 Значення критерію $\chi^2$ становить 0.886 Критичне значення $\chi^2$ при рівні значимості $p<0.05$ становить 3.841 Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості $p>0.05$ рівень значимості $p=0.347$ Рішення $\gamma_0$			

Результати СКТ у поранених досліджуваних груп представлені у табл. 3.6.

За даними таблиці, при виконанні СКТ найбільш часто були виявлені СТ м'яких тканин - 48 (49±5,1) в основної групи та 57 (52±4,8) - у групи порівняння, загалом 105 (51±3,5) випадків. Пневмоторакс був виявлений у 15 (15±3,6) поранених основної групи та 9 (8,0±2,6) групи порівняння загалом 24 (12±2,3). Гемопневмоторакс - у 24 (25±4,4) основної групи та 24 (22±3,9) - групи порівняння, загалом 48 (23±2,9).

Ультразвукове дослідження ОГП при ВППГ з початком АТО застосовувалось обмежено, для діагностики наявності вільної рідини у плевральній порожнині, пневмотораксу, визначення оптимального місця плевральної пункції (торакоцентезу) та визначення патології черевної порожнини.

Таблиця 3.6

## Результати СКТ у поранених досліджуваних груп

	Основна група (n=97)	Група порівняння (n=110)	Разом (n=207)
Гемоторакс	9 (9,0±2,9)	9 (8,0±2,6)	18 (8,7±2,0)
Пневмоторакс	15 (15±3,6)	9(8,0±2,6)	24(12±2,3)
Гемопневмоторакс	24 (25±4,4)	24(22±3,9)	48(23±2,9)
Пульмоніт	29 (30±4,7)	25(23±4,0)	54(26±3,0)
Стороннє тіло м'яких тканин	48(49±5,1)	57(52±4,8)	105(51±3,5)
Переломи ребер	18 (19±4,0)	32(29±4,3)	50(24±3,0)
Переломи відростків хребців	1 (1,0±0,9)	3(2,7±1,6)	4(2,0±1,0)
Переломи хребців	2 (2,1±1,5)	3(2,7±1,6)	5(2,4±1,3)
Ателектаз	3 (3,0±1,7)	1(0,1±0,07)	4(2,0±1,0)
Емфізема	7 (7,2±2,6)	7(7,3±2,4)	14(7,0±1,8)
Перелом лопатки	8 (8,2±2,8)	10(9,0±2,7)	18(9,0±1)
Забій легені	11 (11±3,2)	17(15±3,4)	28(14±2,4)
Патології не виявлено	2 (2,1±1,5)	7(7,3±2,4)	9(4,3±1,4)
Перелом тіла грудини	3 (3,0±1,7)	3(2,7±1,6)	6(3,0±1,2)
Стороннє тіло перикарду	1 (1,0±0,9)	0	1(0,5±0,3)
Пневмомедіастinum	1 (1,0±0,9)	2(2,0±1,3)	3(1,4±0,7)
Гемоперикард	2 (2,1±1,5)	1(0,1±0,07)	3(1,4±0,7)
Негоспітальна пневмонія	1 (1,0±0,9)	0	1(0,5±0,3)
Стороннє тіло середостіння	3 (3,0±1,7)	3(2,7±1,6)	6(3,0±1,2)
Стороннє тіло м'яких тканин	25 (26±4,5)	24(22±3,9)	49(24±3,0)
Гідроторакс	1 (1,0±0,9)	1(0,1±0,07)	2(1,0±0,7)
Пневмоперикард	1(1,0±0,9)	0	1(0,5±0,3)
Звернутий гемоторакс	1 (1,0±0,9)	0	1(0,5±0,3)
Гематома легені	2 (2,1±1,5)	0	2(1,0±0,7)
Гематома	0	1(0,1±0,07)	1(0,5±0,3)
Прелом ключиці	0	2(2,0±1,3)	2(1,0±0,7)

Однак, далі, опрацьовано метод проведення УЗД ОГП, він був застосований у 46 ( $47,42 \pm 1,59\%$ ) основної групи та 68 ( $61,82 \pm 1,34\%$ ) групи порівняння для діагностики післятравматичного пульмоніту, визначення обсягу ураження легень при травмі, контролювання стояння та функціонування стану дренажної трубки. УЗД ОГП виконували кожен день в перший тиждень після поранення та 1 раз на 3 доби в подальшому до виписки.

Частота виявлення УЗД проявів при вогнепальних проникаючих пораненнях груди динаміці надана на рис. 3.1.

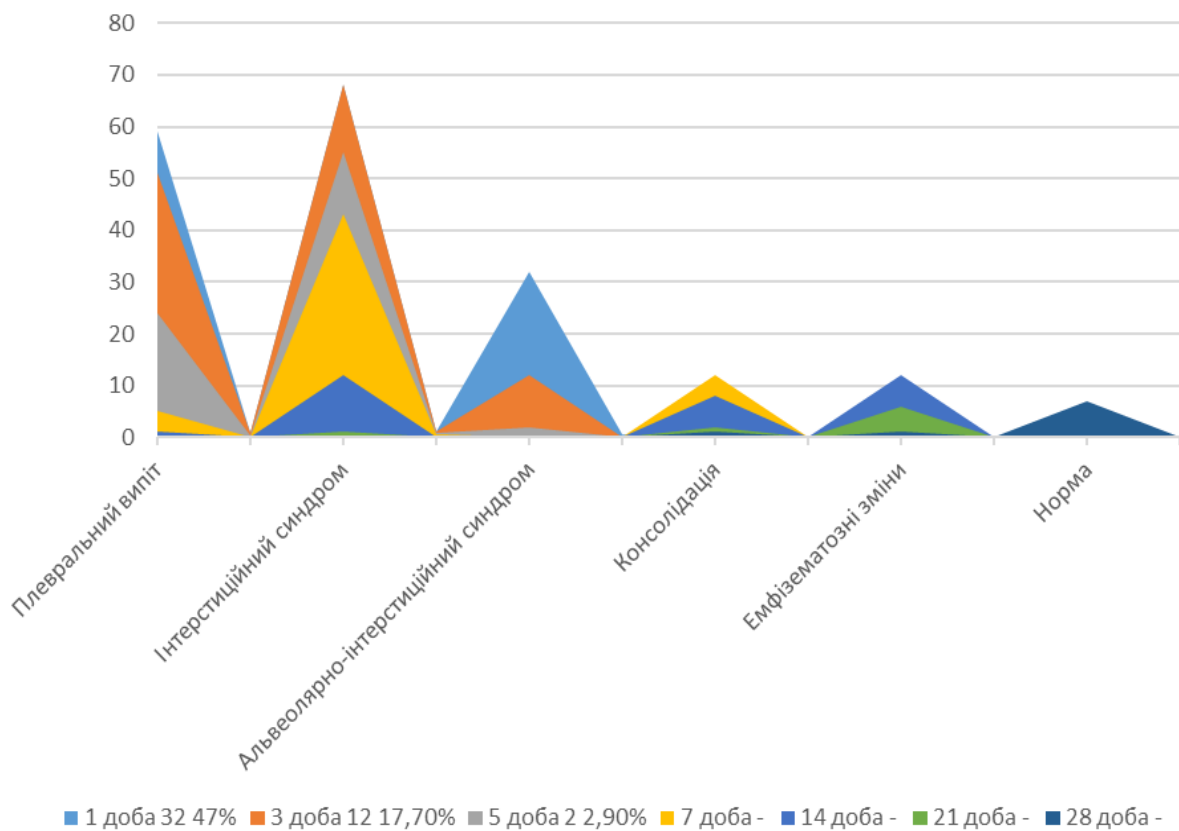


Рис. 3.1 Частота виявлення УЗД проявів при вогнепальних проникаючих пораненнях груди в динаміці.

За нашими даними (проілюстроване табл.3.7 та рис. 3.1) на першу, третю та п'яту після вогнепального поранення добу переважають УЗД прояви інтерстиційного синдрому, плеврального випоту, пневмотораксу, альвеолярно-інтерстиційного синдрому; на сьому добу - інтерстиційного

синдрому, плеврального випоту, консолидації; на чотирнадцяту добу - інтерстиційного синдрому, емфізематозні зміни, консолидації, плеврального випоту; на двадцять першу добу - емфізематозні зміни, консолидації, інтерстиційного синдрому; на двадцять восьму добу – норма, емфізематозні зміни, консолидації.

Обсяг ушкодження легеневої тканини за даними УЗД і СКТ ОГК в динаміці наданий в табл. 3.7.

*Таблиця 3.7*

**Обсяг ушкодження легеневої тканини за даними УЗД і СКТ ОГК  
в динаміці, %**

Методика дослідження ОГК	Термін виконання дослідження						
	1 доба	3 доба	5 доба	7 доба	14 доба	21 доба	28 доба
СКТ*	16,2±0,3	-	-	-	8,4±0,2	-	5,2±0,1
УЗД	14,5±0,2	14,4±0,2	14,1±0,2	12,6±0,2	6,3±0,1	5,5±0,1	4,3±0,1

Примітки: \* - різниця між СКТ та УЗД ознаками за обсягом ушкодження достовірна (p<0.05)

За даними табл. 3.7 достовірно відмічається зменшення обсягу ушкодження легеневої тканини в динаміці, однак показники СКТ виявились більш точнішими, ніж данні УЗД.

Дані власних досліджень перших 68 поранених основної групи, яким виконувалось УЗД за розробленою у клініці схемою, представлені у табл. 3.8.

Наводимо клінічне спостереження.

Військовослужбовець Д. доставлений у ВМКЦПнР 12.05.2019 р. через 15 годин після вогнепального поранення. Після вивчення скарг, проведення огляду, комплексного фізикального та рентгенологічного дослідження діагностоване вогнепальне одничне кульове наскрізне поранення лівої половини грудної клітини. Пораненому виконане УЗД ОГК по запропонованій схемі

**Частота виявлення УЗД проявів при вогнепальних проникаючих пораненнях груди в динаміці, n (%)**

УЗД прояви	Терміни виконання УЗД ОГК						
	1 доба	3 доба	5 доба	7 доба	14 доба	21 доба	28 доба
Пневмоторакс	32 (47)	12 (17,7)	2 (2,9)	-	-	-	-
Плевральний випіт	59 (86,8)	51 (75)	24 (35,3)	5 (7,3)	1 (1,5)	-	-
Інтерстиційний синдром	68 (100)	68 (100)	55 (80,9)	43 (63,2)	12 (17,6)	1 (1,5)	-
Альвеоларно-інтерстиційний синдром	32 (47)	12 (17,7)	2 (2,9)	-	-	-	-
Консолідація	-	-	-	12 (17,7)	8 (11,8)	2 (2,9)	1 (1,5)
Емфізематозні зміни	-	-	-	-	12 (17,7)	6 (8,8)	1 (1,5)
Норма	-	-	-	-	-	-	7(10,3)

Ультразвукова картина ОГК на першу добу після поранення представлена на рис. 3.2.



Рис. 3.2 Поранений. Д. Вогнепальне кульове поранення правої легені. УЗД ОГК на першу добу після поранення. Виразний інтерстиційний синдром. Над усією поверхнею легень широкі, яскраві В-лінії, які розширюються донизу. А-лінії не візуалізуються.

УЗД ОГК на п'яту добу після поранення надано на рис. 3.3.



Рис. 3.3 Поранений. Д. Вогнепальне кульове поранення правої легені. УЗД ОГК на п'яту добу після поранення. Інтерстиційний синдром помірної виваженості. Візуалізуються яскраві В-лінії. А-лінії не візуалізуються.

УЗД ОГК через місяць після поранення надано на рис. 3.4.



Рис. 3.4 Поранений. Д. Вогнепальне кульове поранення правої легені. УЗД ОГК через місяць після поранення. Остаточні явища інтерстиційного синдрому. Візуалізуються бляклі В-лінії.

Таким чином, застосування УЗД виявилось об'єктивним неінвазивним, але досить інформативним і безпечним, методом діагностики та контролю лікування у поранених із ВППГ.

Важливим діагностичним питанням у поранених з ВППГ є оцінка ступеню герметизації паренхіми легень та контроль перебігу загоєння дефекту легеневої тканини. Критерієм сприятливого прогнозу лікування є стійкий аеростаз з розправленням легені протягом 3-х діб після дренивання плевральної порожнини. За нашими дослідженнями застосування витратоміра Коріоліса надає можливість об'єктивізувати показники швидкості ( $V$ ) та об'єму ( $V$ ) скиду повітря з плевральних порожнин та удосконалити хірургічну тактику [52]. Загальний вигляд витратоміра Коріоліса наведено на рис. 3.5.



Рис. 3.5 Загальний вигляд витратоміра Коріоліса MEMS Mass Flow Meter MF 5700 Series.

Принцип роботи масового витратоміра базується на зміні фаз механічних коливань U-подібних трубок, по яким рухається газ чи рідина. Вимір здійснюється за допомогою сенсора та перетворювача, які встановлені між двома U-подібними трубками. В процесі виміру магнітна котушка коливає U-подібні трубки в протифазі одна відносно іншої зі сталою резонансною частотою. Два сенсори фіксують ці коливання на вхідному та вихідному потоці. Різниця коливань графічно зображається двома синусоїдами, які показують рух трубок відносно одна одної. У разі відсутності руху в системі

синусоїди знаходяться в одній фазі, а з початком проходження по трубкам газу чи рідини, вони створюють силу Коріоліса, яка змушує трубки скручуватись в протилежному напрямку. В результаті чого, синусоїди зміщуються по фазі відносно одна одної і стають асинхронними (рис. 3.6).

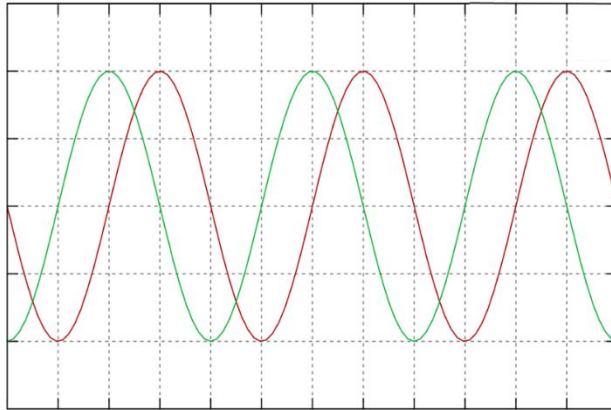


Рис. 3.6 Графічне зображення зсуву фаз коливання U-подібних трубок.

Зсув фаз прямо пропорційний величині масової витрати. Перевагами використання витратоміра Коріоліса є його висока точність, відсутність додаткової погрішності під час виміру реверсивного потоку повітря, автоматична корекція вимірювання з урахуванням температури повітря, відсутність потреби встановлення прямих ділянок повітромагістралі на вході і виході.

Серед пацієнтів з проникаючими пораненнями грудей та ранніми ускладненнями у вигляді ізолюваного пневмотораксу в першу добу ВАТС була виконана в трьох випадках, у зв'язку з наростанням скиду повітря з плевральної порожнини. На другу та третю добу ВАТС потребували 3 і 1 поранений відповідно. Проведення контрольного виміру швидкості скиду повітря з плевральної порожнини після проведеної ВАТС з відновленням герметизації паренхіми легені надано на рис. 3.7.



Рис. 3.7 Проведення контрольного виміру швидкості скиду повітря з плевральної порожнини після проведеної ВАТС з відновленням герметизації паренхіми легені.

Проведення контрольного виміру швидкості скиду повітря у пацієнта з проникаючим пораненням грудей та ушкодженням паренхіми легені після налагодження ефективного дренивання лівої плевральної порожнини показано на рис. 3.8.



Рис. 3.8 Проведення контрольного виміру швидкості скиду повітря у пацієнта з ВППГ та ушкодженням паренхіми лівої легені після налагодження ефективного дренивання лівої плевральної порожнини.

На підставі проведених досліджень нами розроблено і опрацьовано алгоритм вибору тактики лікування в залежності від об'єму ( $V$ ) та швидкості ( $\mathcal{V}$ ) скиду повітря з плевральної порожнини (рис. 3.9).

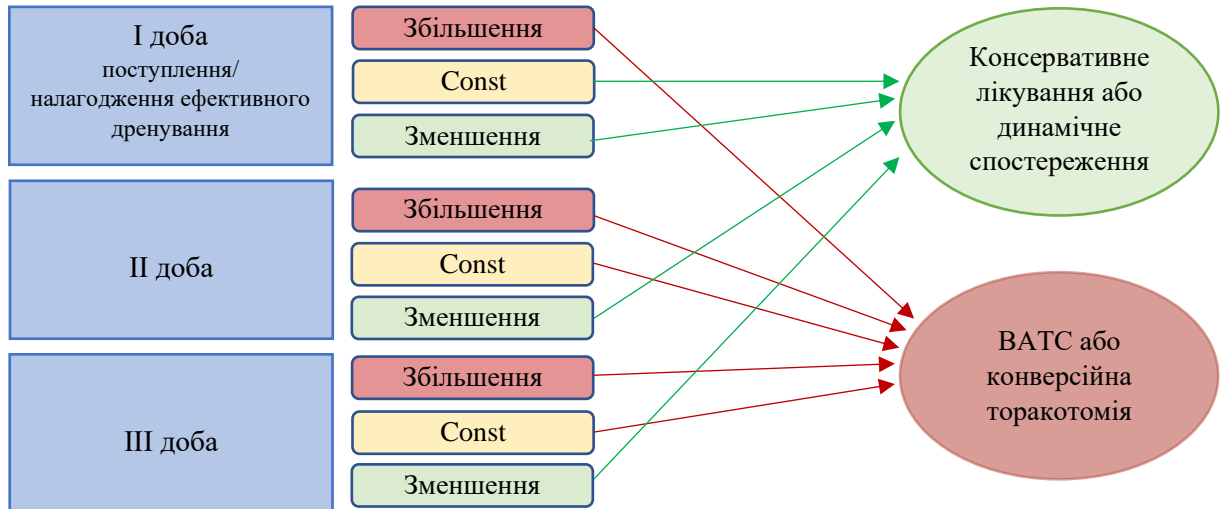


Рис. 3.9 Алгоритм вибору тактики лікування в ВППГ залежності від об'єму ( $V$ ) та швидкості ( $\mathcal{V}$ ) скиду повітря з плевральної порожнини. Const:  $V=14\pm 1,2\text{л}$ ;  $\mathcal{V}=11,7\pm 0,7\text{л/м}$ .

Критерієм показання до виконання ВАТС є наростання скиду повітря з плевральної порожнини в динаміці за першу добу, відсутність динаміки в бік аеростазу на другу та третю добу (при показниках в межах референтних значень константи Const:  $V=14\pm 1,2\text{л}$ ;  $\mathcal{V}=11,7\pm 0,7\text{л/м}$ ). Значення констант були отримані при калібровці спонтанним видихом 10 здорових пацієнтів різного конституційного типу. Таким чином, була встановлена залежність скиду повітря з плевральної порожнини від об'єму та встановлені об'єктивні критерії показань до виконання ВАТС.

Враховуючі особливості візуалізації при виконанні діагностичної ЕВТС, а саме: обмеженість обзору фокусом відеокамери, наявність одного джерела освітлення зі сторони відеокамери та двомірність зображення на моніторі, для покращення візуалізації зони ушкодження при ВППГ застосовували спосіб ендовідеоендоскопічної лазерної візуалізації внутрішніх

органів черевної та плевральної порожнини [37]. Його здійснювали шляхом введення спеціально розробленої ендоскопічної насадки з дифуззором в один з ендоскопічних портів та послідовного огляду плевральної порожнини та її змісту з лазерним опромінюванням з довжиною хвилі, яка відповідає червоному (660 нм), зеленому (525 нм) та синьому (405 нм) спектрам лазерного опромінювання та різних її комбінацій з щільністю потужності лазерного опромінювання 50 мВт, під час виконання діагностичних або лікувальних ВТС. Таким чином проводили візуальне обстеження порожнин та за необхідністю лікувальні маніпуляції. Застосування способу дозволяло ретельно обстежувати хід ранового каналу особливо при наявності складного, вузького ходу ранового каналу, виявляти сторонні тіла та обмежене скупчення рідин, проводити додатковий огляд труднодоступних для ревізії ділянок грудної порожнини: плевральних синусів, місць кріплення поперекової частини м'язової порції діафрагми.

У якості джерела лазерного випромінювання використовували лазерний терапевтичний апарат «Ліка-терапевт М» («ПФ Фотоніка Плюс», м. Черкаси). Методи лазерної візуалізації м'яких тканин застосовано у 57 (58%) поранених основної групи. Найбільш ефективними цей метод виявився для візуалізації сторонніх тіл 29 випадків. Ознаками стороннього тіла були: ознака локальної темної плями при сторонньому тілі; ознака чіткої межі поглинання світла при надходженні апертури випромінювача над кордоном (краєм) стороннього тіла; ознака подвійного контуру. Це покращувало видимість ранових дефектів та дозволяло виявити додаткові ушкодження, які не були візуалізовані при звичайному освітлюванні. Найбільша кількість додаткових уражень була виявлена при огляді в червоному (660 нм) спектрі та при комбінації червоного (660 нм) та зеленого (525 нм) спектрів лазерного опромінювання.

Для більшої контрастності та деталізації зони ураження виявився ефективним метод флуоресцентної діагностики, який виконувався після магнітодетекції та лазерної візуалізації.

Спосіб здійснювався наступним чином: під час виконання ВТС за допомогою відеоендоскопічної камери зі збільшенням зображення до 8-х разів проводилася додаткова обробка підозрілих за життєздатністю ділянок розчином препарату – фотосенсібілізатору «Фотолон» у концентрації 2,5 мг/мл, аплікаційним шляхом пухкою тампонадою рани з подальшим лазерним опромінюванням з довжиною хвилі спектрі 405 нм, апаратом лазерним терапевтичним «Ліка – Терапевт М». Життєздатні тканини візуалізувалися більш чітко за рахунок флуоресценції яскраво-рожевим кольором на фоні нежиттєздатних тканини у вигляді темних ділянок. Для більшої чіткості спостереження флуоресценції застосовували спостереження через окуляри зі світлофільтрами ЖС-18. За результатами дослідження проводились висновки про адекватність хірургічної обробки та за необхідністю рани виконувалось видалення нежиттєздатних тканин.

За розробленим способом виконано обстеження 43 (44,3%) поранених основної групи з ВППГ зі спірними оцінками адекватності ХО. У 31 (72%) випадку нежиттєздатних тканин в рані не виявлено, в 12 (28%) виявлено локальні ділянки з нежиттєздатними тканинами, що послужило обґрунтуванням додаткової хірургічної обробки. Таким чином, застосування запропонованого способу дозволяє більш чітко визначити нежиттєздатній тканини та демаркаційну лінію між життєздатними та нежиттєздатних тканин, що дозволяє оптимізувати лікування ВППГ.

Узагальнюючі, діагностичний процес при наданні екстреної медичної допомоги пораненим з ВППГ триває з їх первинного огляду та продовжується протягом всього періоду лікування до остаточного загоєння рани та усунення остаточних явищ і включає в себе не тільки безпосередньо діагностику ВППГ, але обов'язково етапний, динамічний та кінцевий контроль процесу лікування. Наявні скарги у поранених, дані фізикального огляду та локального статусу можуть допомогти запідозрити ВППГ, але не є специфічними для даного виду вогнепальних поранень. Виявлено, що найбільшою достовірністю та

інформативністю володіють на теперішній час проміневі методи дослідження, а саме - СКТ органів грудної порожнини.

*Список праць, опублікованих за темою розділу дисертації:*

1. Чернявський ЄО, Бунін ЮВ, Негодуйко ВВ, Михайлузов РМ, Хорошун ЕМ, Шипілов СА, Замятін ПМ. Оцінка можливості застосування витратоміра Коріоліса в діагностиці ушкодження легень у поранених із вогнепальними проникаючими пораненнями грудної клітки. Харківська хірургічна школа. 2021;4:52-5. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.4.2021.10>.
2. Бойко ВВ, Замятін ПМ, Береснев СО, Замятін ДП, Бунін ЮВ, Провар ЛВ, Крицак В.В. Визначення лікувально-діагностичної тактики при проникаючих вогнепальних та колото-різаних пораненнях грудей за допомогою спіральної комп'ютерної томографії. Харківська хірургічна школа. 2020;4:47-54. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.4.2020.09>.
3. Бунін ЮВ, Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ., Попова ОМ, Хорошун ЕМ. Оцінка можливостей ультразвукової діагностики посттравматичного пульмониту при вогнепальному пораненні органів грудної порожнини в динаміці. Вісник проблем біології і медицини. 2021;2(160):173-6. DOI: <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2021-2-160-173-176>.
4. Бойко В, Замятін П, Бунін Ю, Береснев С, Літвішко В, Замятін Д, Провар Л, Крицак В. Діагностичні можливості спіральної комп'ютерної томографії у поранених із комбінованими вогнепальними ушкодженнями грудної клітки. В: Conference Proceedings of the 3rd International Scientific Conference «Economic and Social Focused Issues of Modern World». (November 17-18, 2020). Bratislava, 2020;320-7. <http://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/27963>.

## Розділ 4

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ДІАГНОСТИКИ СТОРОННІХ ТІЛ ЛЕГЕНЬ

СКТ заслужено вважається одним з найточніших діагностичних методів. Однак, у ході обстеження поранених с ВППГ ми зіткнулися з проблемою невідповідності розмірів видалених під час хірургічних втручачь СТ з розмірами які біули визначені за даними МСКТ. На нашу думку це було обумовлено широким діапазоном їх форм, розмірів, варіантів топографії, широким діапазоном щільності, значною різницею рентгенологічної щільності меж тканинами організму і металом, артефактом у вигляді «блиску» металу у тканинах та особливостями тороїдального сканування сучасних апаратів СКТ. З метою підвищення точності доопераційного визначення розмірів СТ, оцінювання їх геометричних і фотометричних характеристик, нами разом із співробітниками Української інженерно-педагогічної академії було застосовано технології «комп'ютерного зору» та математичне моделювання розмірів СТ в залежності від їх щільності [20].

### **4.1. Математичне моделювання проміневої діагностики сторонніх тіл легень вогнепального походження**

Для математичного моделювання процесу діагностики СТ легень за даними СКТ спочатку були зібрані та зіставлені дані найбільших розмірів СТ легень з їх рентгенологічною щільністю (табл. 4.1).

Вимірювання сторонніх тіл за даними СКТ та після видалення емпірично було розбито на три групи. До першої групи увійшли дані, для яких рентгенологічна щільність СТ була вищою за 13000 Од Н (табл. 4.2).

Таблиця 4.1

## Дані вимірювання сторонніх тіл за даними СКТ та після видалення

№ п/п СТ	Розміри видаленого СТ, мм			Рентгено- логічна щільність СТ, Од Н	Розміри СТ за даними СКТ, мм		
	Довжина	Ширина	Висота		Довжина	Ширина	Висота
1	8.8	6.8	7.5	14385	10.2	9.5	8.5
2	7.2	5.2	6	10406	8.9	8.8	7,5
3	4.7	5.7	4	8960	6	6.8	5
4	9.1	3.6	3	1070	11.2	5.1	4
5	2.8	1.2	2	12903	4.8	2.2	2.5
6	4.8	3.6	1.5	9202	7.6	5.4	2
7	6.5	5.3	1.6	11919	8.1	8.3	2.4
8	14	7	3	11601	17	9.2	4.1
9	8.4	6.1	4	14383	11.9	9	6.1
10	5.4	3	1	15075	8	4.2	1.3
11	4.8	1.6	2	10465	7.1	2.5	2.8
12	2	6	4	11548	2.6	8.1	5.6
13	5.5	5.1	3	9320	8	7.2	4.6
14	9.2	3.4	4	10691	12.4	11	4.8
15	8.1	8	6	12732	12	10.4	7
16	4.5	2.6	2	15600	6.7	4	3.1
17	9	6.1	2	13747	13.6	9	2.8
18	6	1.6	1	9954	9.8	3.2	1.3
19	9.8	3.1	5	9398	13.3	5.2	6.1
20	6.5	4	7	10946	9	6	7.9
21	1.4	0.7	1	11014	2	1	1.6
22	3.2	2	2	9619	4.4	3	2.9
23	9.5	6.9	5	11846	13.8	10.1	6
24	6.6	3.2	2	12247	9.2	4.7	2.8
25	3.8	2.4	1	9203	6	3.9	1.8
26	6.2	2.2	3	12567	8.9	3.5	4.2
27	8.1	6.5	2	11172	12	8.3	2.6
28	5.9	2.6	1.6	12325	8	3.8	2
29	4.7	3	2	14162	6.8	4.2	3.2
30	3.8	1.2	6	14208	6	1.7	6.9
31	6.8	6.2	4	11410	10.8	9	5.8
32	8.6	5.2	3	13173	12.5	7.2	4.1

Таблиця 4.2

**Дані вимірювання сторонніх тіл за даними СКТ та після видалення з рентгенологічною щільністю більшою за 13000 Од Н**

№ п/п СТ	Розміри видаленого СТ, мм			Рентгено- логічна щільність СТ, Од Н	Розміри СТ за даними СКТ, мм		
	Довжина	Ширина	Висота		Довжина	Ширина	Висота
1	8.8	6.8	7.5	14385	10.2	9.5	8.5
2	8.4	6.1	4	14383	11.9	9	6.1
3	5.4	3	1	15075	8	4.2	1.3
4	4.5	2.6	2	15600	6.7	4	3.1
5	9	6.1	2	13747	13.6	9	2.8
6	4.7	3	2	14162	6.8	4.2	3.2
7	3.8	1.2	6	14208	6	1.7	6.9
8	8.6	5.2	3	13173	12.5	7.2	4.1

До другої групи було віднесено дані, для яких рентгенологічна щільність СТ знаходиться в межах від 10000 Од Н до 13000 Од Н (табл. 4.3), а до третьої – вимірювання розмірів видаленого СТ та розміри СТ за даними СКТ при рентгенологічній щільності меншої за 10000 Од Н (табл. 4.4).

Для кожної групи в системі комп'ютерної математики MathCad 15 було побудовано залежності розмірів видаленого СТ та розмірів СТ за даними СКТ від рентгенологічної щільності СТ.

Результати залежності розмірів видаленого СТ та розмірів СТ за даними СКТ від рентгенологічної щільності СТ для першої групи наведені на рис. 4.1.

На рис. 4.1 побудовані залежності вимірних значень довжини видалених СТ та відповідних вимірних значень довжини СТ за даними СКТ від рентгенологічної щільності СТ.

В системі комп'ютерної математики MathCad 15 було знайдено коефіцієнти відношення отриманих значень довжини видалених СТ та відповідних вимірних значень довжини СТ за даними СКТ (рис. 4.2).

Таблиця 4.3

**Дані вимірювання сторонніх тіл за даними СКТ та після видалення з  
рентгенологічна щільність в межах від 10000 Од Н до 13000 Од Н**

№ п/п СТ	Розміри видаленого СТ, мм			Рентгено- логічна щільність СТ, Од Н	Розміри СТ за даними СКТ, мм		
	Довжина	Ширина	Висота		Довжина	Ширина	Висота
1	7.2	5.2	6	10406	8.9	8.8	7.5
2	2.8	1.2	2	12903	4.8	2.2	2.5
3	6.5	5.3	1.6	11919	8.1	8.3	2.4
4	14	7	3	11601	17	9.2	4.1
5	4.8	1.6	2	10465	7.1	2.5	2.8
6	2	6	4	11548	2.6	8.1	5.6
7	9.2	3.4	4	10691	12.4	11	4.8
8	8.1	8	6	12732	12	10.4	7
9	6.5	4	7	10946	9	6	7.9
10	1.4	0.7	1	11014	2	1	1.6
11	9.5	6.9	5	11846	13.8	10.1	6
12	6.6	3.2	2	12247	9.2	4.7	2.8
13	6.2	2.2	3	12567	8.9	3.5	4.2
14	8.1	6.5	2	11172	12	8.3	2.6
15	5.9	2.6	1.6	12325	8	3.8	2
16	6.8	6.2	4	11410	10.8	9	5.8

Таблиця 4.4

**Дані вимірювання сторонніх тіл за даними СКТ та після видалення з  
рентгенологічною щільністю меншою за 10000 Од Н**

№ п/п СТ	Розміри видаленого СТ, мм			Рентгено- логічна щільність СТ, Од Н	Розміри СТ за даними СКТ, мм		
	Довжина	Ширина	Висота		Довжина	Ширина	Висота
1	4.7	5.7	4	8960	6	6.8	5
2	9.1	3.6	3	1070	11.2	5.1	4
3	4.8	3.6	1.5	9202	7.6	5.4	2
4	5.5	5.1	3	9320	8	7.2	4.6
5	6	1.6	1	9954	9.8	3.2	1.3
6	9.8	3.1	5	9398	13.3	5.2	6.1
7	3.2	2	2	9619	4.4	3	2.9
8	3.8	2.4	1	9203	6	3.9	1.8

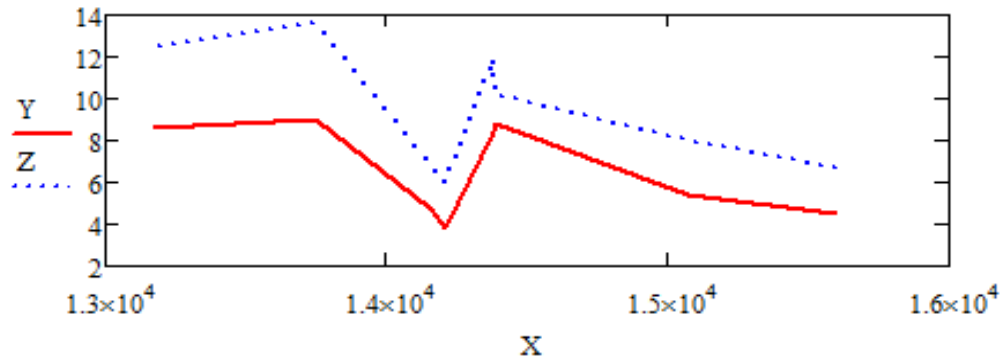


Рис. 4.1 Залежність вимірних значень довжини видалених СТ та відповідних значень довжини СТ за даними СКТ від рентгенологічної щільності СТ.

$$\begin{array}{l}
 X := \begin{pmatrix} 15600 \\ 15075 \\ 14385 \\ 14383 \\ 14208 \\ 14162 \\ 13747 \\ 13173 \end{pmatrix} \\
 Y := \begin{pmatrix} 4.5 \\ 5.4 \\ 8.8 \\ 8.4 \\ 3.8 \\ 4.7 \\ 9 \\ 8.6 \end{pmatrix} \\
 Z := \begin{pmatrix} 6.7 \\ 8 \\ 10.2 \\ 11.9 \\ 6 \\ 6.8 \\ 13.6 \\ 12.5 \end{pmatrix} \\
 \\
 i := 0..7 \\
 X_{\text{ср}} := \frac{1}{8} \cdot \sum_{i=0}^7 X_i \\
 X_{\text{ср}} = 14341.625 \\
 \\
 \frac{Y}{Z} = \begin{pmatrix} 0.672 \\ 0.675 \\ 0.863 \\ 0.706 \\ 0.633 \\ 0.691 \\ 0.662 \\ 0.688 \end{pmatrix} \\
 \\
 C := \frac{Y}{Z} \\
 k1 := \frac{1}{8} \cdot \sum_{i=0}^7 C_i \\
 k1 = 0.699
 \end{array}$$

Рис. 4.2 Розрахунок коефіцієнту k1 для знаходження довжини СТ на етапі відомого значення СТ за даними СКТ.

Середнє значення відношень показників довжини видалених СТ та довжини СТ за даними СКТ є шуканим коефіцієнтом ( $k1 = 0,699$ ) для знаходження довжини СТ на етапі відомого значення СТ.

На рис. 4.3 та рис. 4.4 побудовані залежності вимірних значень ширини (висоти) видалених СТ та відповідних вимірних значень ширини (висоти) СТ за даними СКТ від рентгенологічної щільності СТ.

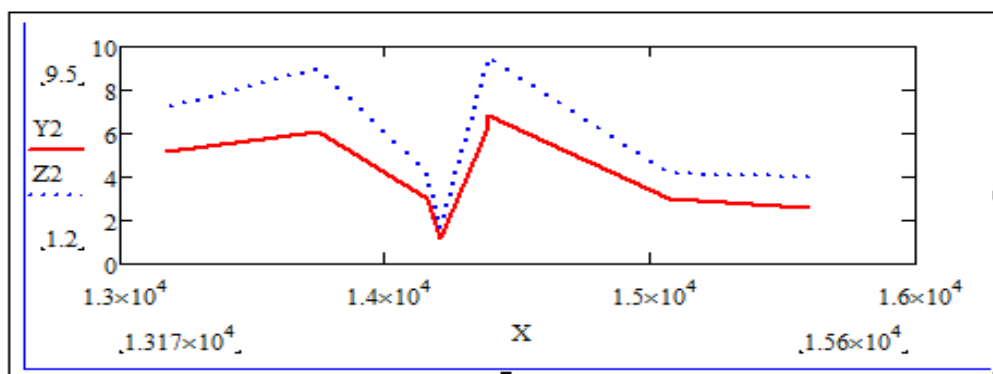


Рис. 4.3 Залежність вимірних значень ширини видалених СТ та відповідних значень ширини СТ за даними СКТ від рентгенологічної щільності СТ.

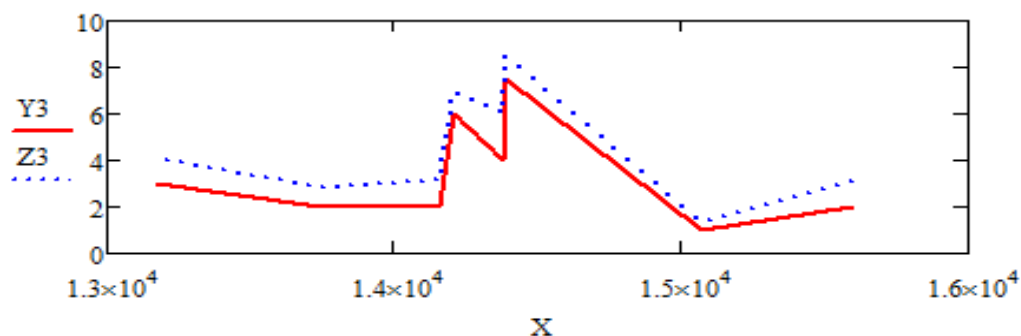


Рис. 4.4 Залежність вимірних значень висоти видалених СТ та відповідних значень висоти СТ за даними СКТ від рентгенологічної щільності СТ.

Також в системі комп'ютерної математики MathCad 15 було знайдено коефіцієнти відношення отриманих значень ширини (висоти) видалених СТ та відповідних вимірних значень ширини (висоти) СТ за даними СКТ (рис. 4.5, рис. 4.6).

Середнє значення відношень показників ширини (висоти) видалених СТ та ширини (висоти) СТ за даними СКТ є шуканими коефіцієнтами ( $k_2 = 0,697$ ,  $k_3 = 0,737$ ) для знаходження ширини (висоти) СТ на етапі відомого значення СТ за даними СКТ.

$$\begin{array}{l}
 X := \begin{pmatrix} 15600 \\ 15075 \\ 14385 \\ 14383 \\ 14208 \\ 14162 \\ 13747 \\ 13173 \end{pmatrix} \\
 Y2 := \begin{pmatrix} 2.6 \\ 3 \\ 6.8 \\ 6.1 \\ 1.2 \\ 3 \\ 6.1 \\ 5.2 \end{pmatrix} \\
 Z2 := \begin{pmatrix} 4 \\ 4.2 \\ 9.5 \\ 9 \\ 1.7 \\ 4.2 \\ 9 \\ 7.2 \end{pmatrix} \\
 \frac{Y2}{Z2} = \begin{pmatrix} 0.65 \\ 0.714 \\ 0.716 \\ 0.678 \\ 0.706 \\ 0.714 \\ 0.678 \\ 0.722 \end{pmatrix} \\
 \\
 i := 0..7 \\
 C2 := \frac{Y2}{Z2} \\
 X_{\text{ср}} := \frac{1}{8} \cdot \sum_{i=0}^7 X_i \\
 k2 := \frac{1}{8} \cdot \sum_{i=0}^7 C2_i \\
 X_{\text{ср}} = 14341.625 \\
 k2 = 0.697
 \end{array}$$

Рис. 4.5. Розрахунок коефіцієнту k2 для знаходження довжини СТ на етапі відомого значення СТ за даними СКТ.

$$\begin{array}{l}
 X := \begin{pmatrix} 15600 \\ 15075 \\ 14385 \\ 14383 \\ 14208 \\ 14162 \\ 13747 \\ 13173 \end{pmatrix} \\
 Y3 := \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 7.5 \\ 4 \\ 6 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \\
 Z3 := \begin{pmatrix} 3.1 \\ 1.3 \\ 8.5 \\ 6.1 \\ 6.9 \\ 3.2 \\ 2.8 \\ 4.1 \end{pmatrix} \\
 \frac{Y3}{Z3} = \begin{pmatrix} 0.645 \\ 0.769 \\ 0.882 \\ 0.656 \\ 0.87 \\ 0.625 \\ 0.714 \\ 0.732 \end{pmatrix} \\
 \\
 i := 0..7 \\
 C3 := \frac{Y3}{Z3} \\
 X_{\text{ср}} := \frac{1}{8} \cdot \sum_{i=0}^7 X_i \\
 k3 := \frac{1}{8} \cdot \sum_{i=0}^7 C3_i \\
 X_{\text{ср}} = 14341.625 \\
 k3 = 0.737
 \end{array}$$

Рис. 4.6. Розрахунок коефіцієнту k3 для знаходження довжини СТ на етапі відомого значення СТ за даними СКТ.

Далі потрібно шукати коефіцієнт k для знаходження розмірів СТ на етапі відомого значення СТ за даними СКТ як середнє значення коефіцієнтів k1, k2 k3. Отже, маємо коефіцієнт  $k = 0,711$ . Аналогічні розрахунки були зроблені для трьох груп окремо, а також для всіх даних з Таблиці 1 в EXCEL Отримані результати наведено в табл. 4.5 та табл. 4.6.

Таблиця 4.5

**Середні значення коефіцієнтів відношень вимірних параметрів  
видалених СТ та за даними СКТ**

№ п/п	Рентгенологічна щільність СТ, Од Н	Коефіцієнт k1 (довжина)	Коефіцієнт k2 (ширина)	Коефіцієнт k3 (висота)	Коефіцієнт k (середнє k1, k2 k3)
1	вища 13000	0,698	0,697	0,736	0,710
2	від 10000 до 13000	0,715	0,656	0,759	0,710
3	менша 10000	0,703	0,662	0,723	0,696
Середнє значення		0,705	0,671	0,739	0,705

Таблиця 4.6

**Середні значення коефіцієнтів відношень вимірних параметрів  
видалених СТ та за даними СКТ для всієї вибірки**

№ п/п	Коефіцієнт k1 (довжина)	Коефіцієнт k2 (ширина)	Коефіцієнт k3 (висота)	Коефіцієнт k (середнє k1, k2 k3)
1	0,705	0,672	0,739	0,705

Таким, чином, для більш точного прогнозування реальних розмірів СТ необхідно відповідні розміри СТ, отримані за даними СКТ. Так, при щільності від 10000 Од Н до 13000 Од Н необхідно помножити на коефіцієнт  $k = 0,7$ . При рентгенологічній щільності СТ вищої за 13000 Од Н необхідно застосовувати коефіцієнт  $k = 0,71$ , а при рентгенологічній щільності меншій за 10000 Од Н. коефіцієнт  $k = 0,69$ .

#### **4.2. Оцінка розмірів стороннього тіла легені з застосуванням алгоритмів комп'ютерного зору**

Ефективність всього аналізу результатів КТ за технологією комп'ютерного зору безпосередньо залежить від обраної моделі градієнтної корекції - від її гнучкості та потенційних можливостей адаптації до

особливостей задачі. Для виконання ефективної ГК ми користувалися узагальненням лінійної, експоненціальної і логарифмічної моделей корекції.

На першому етапі знайшли мінімальну і максимальну  $[Val_{min}, Val_{max}]$  щільності томограми в DICOM файлі. За замовчуванням вважаємо:  $a = Val_{min}$ ,  $b = Val_{max}$ , де  $a, b$  - границі вхідних значень щільності для ГК. Після цього задаємо границі діапазону яскравостей  $[c, d]$ , до яких будуть перетворюватися значення щільності КТ. За замовчуванням  $c = 0, d = 255$ .

При необхідності ми можемо змінювати значення  $a, b, c, d$ . Якщо необхідно провести усічення вхідного діапазону щільності, можна збільшувати  $a$  і зменшувати  $b$ . У такій ситуації, щільності менші  $a$  будуть при ЦК отримувати значення  $c$ , а щільності великі  $b$  - будуть прирівнюватися до  $d$ . Таким чином, виконують операцію відсікання не інформативні значень. В цьому відношенні часто вважають  $b = T$ , де  $T$  - поріг для відсікання яскравого стороннього тіла.

Збільшувати  $c$  і зменшувати  $d$  також можна, підлаштовуючи їх під особливості сприйняття оператора (всередині діапазону  $[0, 255]$ ), але не рекомендується, оскільки це зменшує динамічний діапазон і міру контрастності об'єктів відносно фону.

Після того, як визначені границі  $[a, b]$  і  $[c, d]$  для вхідного і вихідного діапазонів, відповідно, визначимо правило поступового перетворення так. Спочатку обчислюємо базові функції - лінійну, експоненційну і логарифмічну виду

$$p(x) = k \cdot (x - a) + c, \quad k = \frac{d - c}{b - a}, \quad (4.1)$$

$$ef(x) = (e^k - 1) + c, \quad k = \frac{\ln(d - c + 1)(x - a)}{b - a}, \quad (4.2)$$

$$lf(x) = \frac{d - c}{\ln(b - a + 1)} \cdot \ln(x - a + 1) + c. \quad (4.3)$$

Тут і далі  $x$  - це вхідне значення щільності. Після цього задаємо значення коефіцієнта  $\lambda$ ,  $0 \leq \lambda \leq 2$ , який визначає внесок функцій (1) - (3) в підсумкове значення яскравості.

Далі обчислимо значення експоненційної і логарифмічної функцій градаційній корекції виду

$$E_f = (1 - \lambda) \cdot e_f(x) + [1 - (1 - \lambda)] \cdot p(x), \quad L_f = [1 - (\lambda - 1)] \cdot p(x) + (\lambda - 1) \cdot l_f(x). \quad (4.4)$$

В кінцевому підсумку, знайдемо яскравість для щільності  $x$  в пікселі за правилом:

- якщо  $0 \leq \lambda \leq 1$ , тоді вихідна яскравість - округлене значення  $E_f$  ;
- інакше ( $1 \leq \lambda \leq 2$ ), вихідна яскравість - округлене значення  $L_f$  .

Вихідна яскравість належить діапазону  $[c, \dots, d]$  .

За рахунок відсутності явної прив'язки до координатних осей і використання символічного позначення границь  $[a, b]$  і  $[c, d]$  і спеціальних перетворень, запропонована модель дозволяє автоматично масштабувати всі функції до будь-яких даних щільності.

За рахунок використання коефіцієнта  $\lambda$  отримуємо можливість гнучкого регулювання вкладу трьох різних базових функцій в підсумкове значення яскравості; тому запропонована модель ГК надзвичайно гнучко адаптується до особливостей задачі.

Наступним шагом проводимо вибір попереднього режиму. Класично вибір режиму здійснюється просто шляхом позначення границь  $[a, b]$  діапазону розглянутих значень щільності. У такій ситуації при ГК ми неінформативний діапазон (менше  $a$  і більше  $b$ ) прирівнюємо до граничних значень  $c$  і  $d$ . А піддавати розтягуванню і детального розгляду будемо тільки цікавий для нас діапазон  $[a, b]$ . Навіщо це потрібно? У такій ситуації ширина інформативної частини діапазону  $[a, b]$  може бути багаторазово менше всієї ширини діапазону  $[Val_{\min}, Val_{\max}]$ . Отже, такий діапазон ми зможемо багато краще розглянути і вивчити.

У більшості розглянутих прикладів (де присутні феромагнітні осколки) ліва межа діапазону  $[Val_{min}, Val_{max}]$  оцінюється величиною - 2048, а права часто досягає значення 15000 і більше. При цьому щільність тканин не перевищує 2000. У такій ситуації, якщо будемо вважати  $b = 2000$ , ми зможемо добре розглянути тканини, а пікселі СТ (велика щільність 2000) візьмуть одне і те ж значення  $d$ , що теж добре для підсвічування цього об'єкта. При цьому можливо збільшити і нижню межу  $a$ , оскільки розгляд негативних значень щільності може для нас також не подавати великого інтересу. Тоді, значно вужчий діапазон  $[a, b]$  можливо розглянути ще краще.

Зауважимо, що стосовно ГК також можна визначати і вибирати встановлений режим. Він буде визначатися значенням  $\lambda$ .

Як показує аналіз результатів експериментів в порівнянні з аналогами використання комплексного встановленого режиму дозволяє адекватно побачити і тканини і осколки практично без світіння.

Два найбільш інформативних режиму відповідають  $\lambda = 0$  и  $\lambda = 1$  для діапазону  $[-2048, 2000]$ . Перший дозволяє побачити одні лише осколки без світіння, а другий дозволяє адекватно побачити тканини і осколки.

При застосуванні порогової обробки знаючи поріг  $T$  ідентифікуються всі пікселі з щільністю більшою порога. Це пікселі стороннього тіла з високим світінням. Всі вони отримують мітку 1 (інші пікселі мають мітку 0). Мітки зберігаються в 3-мірної матриці міток. Розмірність матриці визначається 3 параметрами: числом зображень і лінійними розмірами зображення.

При сегментації ідентифіковані пікселі об'єднуються в зв'язкові безлічі, що відповідають окремим чужорідним тілам з високим рівнем світіння. Всі пікселі зв'язкового безлічі отримують однакову нову мітку (2, 3, ...).

Для цілей сегментації будемо застосовувати метод хвиль. І зберігати координати пікселів чужорідних тіл у вигляді компонент зв'язності. Зауважимо, що для економії часу на практиці порогову обробку і сегментацію часто поєднують. Якість сегментації, безпосередньо залежить від вибору порога  $T$ , вибір його здійснювали наступним чином.

Починаючи машинне навчання ми вибираємо сторонні тіла, вимірюємо їх і складаємо таблицю розмірів цих тіл. Після цього (для кожного стороннього тіла) ми отримуємо результати КТ. Після цього, варіюючи поріг  $T$  від мінімального значення до максимального значення, ми сегментуємо і вимірюємо геометричні параметри стороннього тіла (наступний етап). Вибирається такий поріг, для якого оцінка результатів геометричних характеристик по зображенню мінімально відхиляється від реальних вимірів.

Для оцінювання сегментації отримуємо тривимірні компоненти зв'язності з сегментованих пікселів, що відповідають стороннім тілам, при їх наявності.

Для адекватного оцінювання розмірів таких компонент довільної форми спочатку застосовується метод головних компонент (МГК). Щоб для даного об'єкту знайти центр і орієнтацію осей нової системи координат, шляхом перенесення початку системи координат і послідовної мінімізації вибіркової дисперсії проекції даних, як це показано на рис. 4.7.

Ця система координат є ортогональною, і вона найкращим чином (з точки зору статистики) прив'язується до розташування і формі кластера даних в просторі за рахунок послідовної мінімізації вибіркової дисперсії проекції даних по осях. Судячи з представленого рисунку центр нової системи координат збігається з центром кластера даних, і показана орієнтація осей: довший вектор відповідає першій головній компоненті, більш короткий - другою головною компоненті.

Фактично, рівняння вирішується для знаходження власних значень  $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_k)$  коваріаційної матриці; власні значення упорядковуються по спадаючій. На цій основі отримують власні вектори,  $v_j, (j=1, 2, \dots, k)$ , відповідні власним значенням. Отриманий базис  $V = (v_1, v_2, \dots, v_k)$  визначає систему лінійно незалежних просторів ортогональних власних векторів.

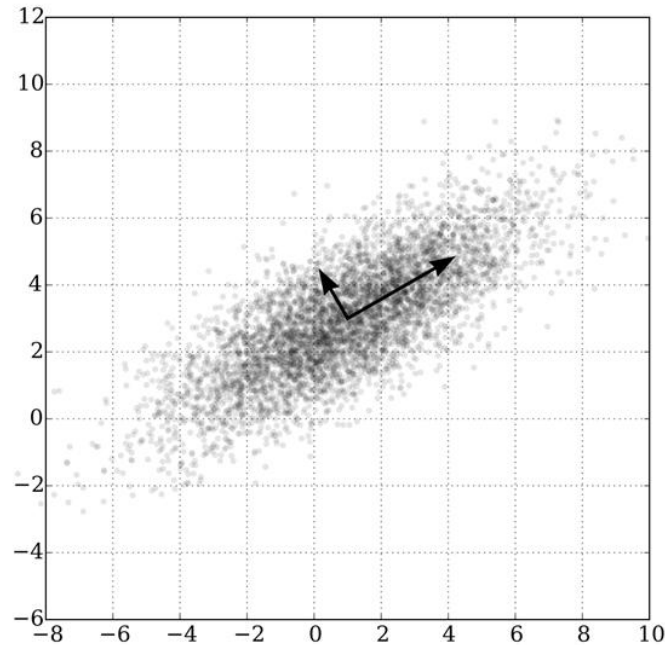


Рис. 4.7. Знаходження нової ортогональної системи координат.

Знаходження нової системи координат засноване на рішенні характеристичного рівняння виду

$$\left( \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1k} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{k1} & \sigma_{k2} & \dots & \sigma_{kk} \end{bmatrix} - \lambda_j \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \right) \cdot \begin{bmatrix} v_{j1} \\ v_{j2} \\ \dots \\ v_{jk} \end{bmatrix} = 0, \quad (4.5)$$

Після застосування МГК отримують нову систему координат (СК). У цій СК досить знайти найменшу і найбільшу координати точок по осі і модуль різниці між ними. Ці значення будуть визначати довжину, ширину і висоту стороннього тіла. Зауважимо, що найбільший з розмірів - довжина (вимірюється по першій головній компоненті) в загальному випадку не буде відповідати діагоналі об'єкта.

Для ілюстрації можливостей запропонованого алгоритму та зручності користуванням алгоритмом розроблена відповідна технологія і програмна реалізація в середовищі MS .NET Framework. Розглянемо її роботу.

Вихідні дані (файл Dicom / IM00212): а) [ $Val_{min} = -2048, Val_{max} = 15542$ ]; б) [ $a = -200, b = 2000$ ] (межі щільності тканин з невеликим надлишком); в) [ $c = 0, d = 255$ ]; г) розмір пікселя на площині 0.877 мм, між шарами 0.8 мм.

При використанні класичних моделей корекція всього діапазону щільності призведе до придушення інформативних зон (рис. 4.8).

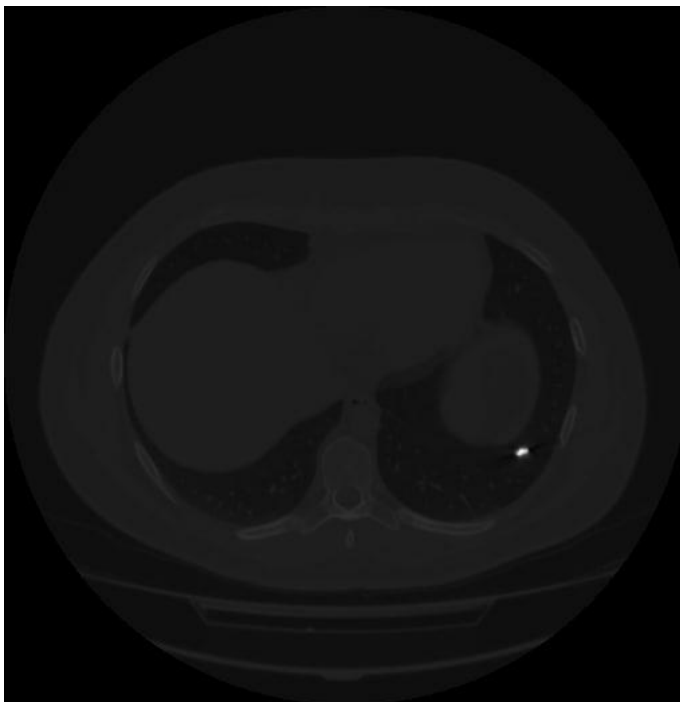


Рис. 4.8 Градаційна корекція діапазону  $[-2048, 15542]$ .

Використання запропонованого підходу для інформативного діапазону  $[-2048, b = 2000]$  навпаки дозволило: 1) яскраво і контрастно відобразити тканини тіла і сторонні тіла ( $\lambda = 1$ ); 2) чітко і адекватно представляти сторонні предмети і їх границі ( $\lambda = 0$ , цей режим зручний для швидкого виявлення сторонніх предметів (рис. 4.9, рис. 4.10). Інтерактивне, змінюючи значення  $\lambda$ , підлаштовуватися під особливості сприйняття оператора.

Оскільки ми можемо міняти пороги і отримувати різні візуальні подання КТ, покладатися на візуальний аналіз можна лише для виявлення об'єктів (і то не завжди, коли немає однотонної брижі).



Рис. 4.9 Лінійна градаційна корекція ( $\lambda = 1$ ) встановленого діапазону [-2048, 2000].



Рис. 4.10 Експоненціальна градаційна корекція ( $\lambda = 0$ ) встановленого діапазону [-2048, 2000].

Для цілей адекватних вимірювань та діагностики ми застосовували формальні процедури оцінювання. Тим більше, що це на кілька порядків швидше. Програмно за частки секунди можна просканувати всі знімки КТ, знайти сторонні тіла, оцінити їх розміри і орієнтацію.

Після чого переходили до вимірювання розмірів стороннього тіла і оцінювання точності вимірювань. Груба оцінка (простим виміром відстані по осях без МГК) лінійних розмірів осколка, який ми бачимо на рис. 2, така: більший розмір 10 пікселів, менший - 8 пікселів, об'єкт видно в 10 шарах. Розмір пікселя в шарі 0.877 мм, відстань між шарами 0.8 мм.

Таким чином, для одного випадку, оцінки розмірів осколка за даними СКТ виявила наступні дані: 8.77 мм, 7.016 мм, 8.00 мм. Розміри осколка, виміряні після його вилучення склали: довжина 8.82 мм, ширина 6.83 мм, висота 7.52 мм. Отримуємо відносні похибки: довжина 0.003, ширина 0.032, висота 0.066. Мінімальна похибка складає 6.8%. Максимальна помилка складає 7.2%. Для вибірки в цілому похибка складає  $7 \pm 0.2\%$ .

У порівнянні з існуючими методами (які не належать до комп'ютерного зору) така помилка на рівні 10% є цілком прийнятною в предметній області. Хоча розглянутий приклад не є показовим, оскільки об'єкт не є витягнутим по діагоналі. У такій ситуації помилка вимірювань буде більше. Тому існуючі алгоритми потрібно поліпшити.

Похибки вимірювань залежать від величини кроку дискретизації і від просторового повороту осколка. Якщо з першим нічого зробити не можна, то другий аспект компенсується застосуванням методу МГК і дозволяє отримувати похибку на рівні не більше 1%.

Використання алгоритму комп'ютерного зору дозволяє визначити розміри стороннього тіла легені з похибкою  $7 \pm 0.2\%$ , що має значення для поглибленої діагностики та розробці подальшої хірургічної тактики.

В результаті застосування запропонованих методів комп'ютерного зору розроблена інформаційна технологія (ІТ) і відповідне програмне забезпечення (ПЗ) для пошуку, ідентифікації та оцінювання розмірів сторонніх тіл у організмі пацієнта за результатами КТ. За рахунок застосування методів машинного навчання розроблене ПЗ адаптовано для пошуку, ідентифікації та оцінювання розмірів сторонніх тіл у легенях пацієнта.

ПЗ було протестовано за сучасними стандартами. Його експериментальне використання дозволило довести його високу обчислювальну ефективність: 1) на сучасному стандартному ПК цикл аналізу від отримання КТ пацієнта до оцінювання розмірів стороннього тіла (при його наявності) займає час до 1 секунди; 2) відносна похибка не вище 10% для відносно не великих об'єктів (від 5.1 до 10 мм), а для великих (від 10.1 мм та більш), менша 5%. Зараз, за рахунок розробки нової моделі ПЗ планується зменшити відносну похибку до 1%.

Використання алгоритму «комп'ютерного зору» дозволяє чітко визначити розміри стороннього тіла легені з похибкою від 6,8 до 7,2%, що має значення для поглибленої діагностики та розробці подальшої хірургічної тактики. Також слід зазначити, що використання методик комп'ютерного зору збільшують деталізацію сторонніх тіл у поранених із ВППГ.

**Резюме.** Математичне моделювання дозволяє підвищити точність діагностики розмірів СТ легень за рахунок урахування їх щільності та мінімізує помилки пов'язані з широким діапазоном щільності матеріалу сторонніх тіл (метал, скло, дерево, пластмаса).

Технологія «комп'ютерного зору» дозволяє підвищити деталізацію СТ легень та мінімізувати помилки в діагностики розмірів СТ які виникають за рахунок значної різниці рентгенологічної щільності меж тканинами організму і металом та дозволяють усунути вплив артефакту «блиску» металу у тканинах. Підвищення точності доопераційного визначення розмірів СТ за допомогою запропонованих методик дозволяє більш адекватно провести верифікацію, класифікацію СТ та визначити подальшу хірургічну тактику.

Одночасно застосування технологій комп'ютерного зору та математичного моделювання у даному дослідженні не проводилось. Вважаємо цей напрямок подальшим перспективним розвитком науково-практичних досліджень.

*Список праць, опублікованих за темою розділу дисертації:*

1. Бунін Ю, Михайлусов Р, Негодуйко В, Нечуйвітер О, Першина Ю, Ясинський О. Математичне моделювання променевої діагностики сторонніх тіл легень вогнепального походження. Медицина сьогодні і завтра. 2021;90(2):30-9. DOI: <https://doi.org/10.35339/msz.2021.90.2.bmn>.
2. Бунін Ю, Вакулік Є, Михайлусов Р, Негодуйко В, Смеляков К, Ясинський О. Оцінка розмірів стороннього тіла легені з застосуванням алгоритмів комп'ютерного зору. Експериментальна і клінічна медицина. 2020;89(4):87-94. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2020.89.04.13>.
3. Бойко В, Замятін П, Бунін Ю, Береснєв С, Літвішко В, Замятін Д, Провар Л, Крицак В. Діагностичні можливості спіральної комп'ютерної томографії у поранених із комбінованими вогнепальними ушкодженнями грудної клітки. В: Conference Proceedings of the 3rd International Scientific Conference «Economic and Social Focused Issues of Modern World». (November 17-18, 2020). Bratislava, 2020;320-7. <http://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/27963>.

## Розділ 5

# ПАТОМОРФОЛОГІЧНІ ТА ІМУНОГІСТОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПРОНИКАЮЧИХ ПОРАНЕНЬ ГРУДЕЙ

### 5.1. Світові мікроскопічні дослідження легеневої ткани

При гістологічних дослідженнях фрагментів тканин легень, видалених під час хірургічних втручань у 38 (18,3%) поранених, в період від 1 доби до 1,5 років після отримання вогнепального поранення виявлені наступні особливості.

Морфологічним дослідженням вогнепального кульового наскрізного проникаючого поранення лівої половини грудної клітки з ураженням лівої легені на першу добу після ВППГ, виявлено, що в даному випадку пораненню піддалася костальна плевра, яка на певній ділянці була зрощена зі скелетним м'язом та невеликими частками жирової тканини. Фібозна пластинка плеври набряково разволокнена, витончена, напівпрозора, частково фрагментована.

У вогнищах жирової тканини не дивлячись на минулі після поранення усього декількох годин, виявлені дрібні локуси дегенерації, лізису та запальної реакції з наявністю серед запального ексудату нейтрофільних, місцями і еозинофільних гранулоцитів, лімфоїдного типу клітин, що є ознакою хронізації процесу. В результаті пошкодження альвеолярного, бронхіального, судинного, сполучно тканого компонентів і легенях з'являються масивні крововиливи, ателектази та дістелектази, тромбози судин. Фібріноїдний некроз стінок судин виражений слабо (рис. 5.1).

На великій площі легені виявлено ателектази. В кровоносних судинах реєструються також альтеративні зміни, які відрізняються різноманітністю перебудови у внутрішній та середніх оболонках в залежності від калібру судини. Особливі зміни стосуються судин капілярного типу, де виявляється набухання ендотелію, яке іноді закриває їх просвіт.

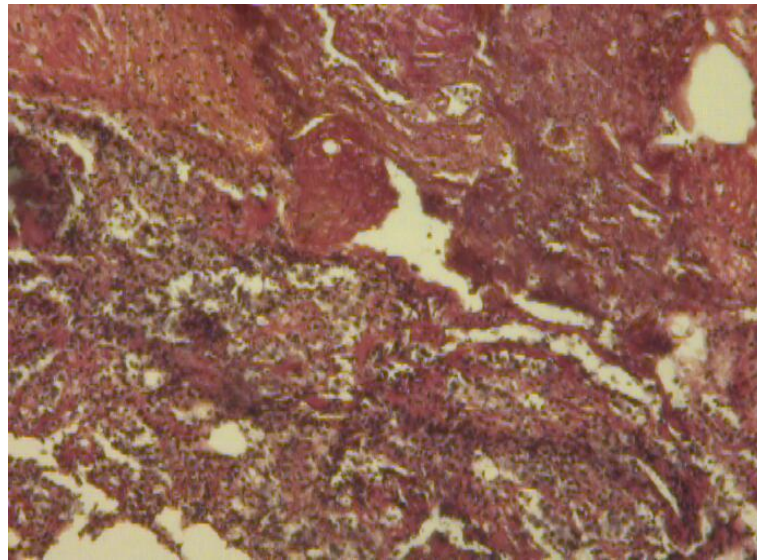


Рис. 5.1. Мікрофото: Вогнепальне осколкове проникаюче поранення грудей з ушкодженням лівої легені. Операція в день поранення. Верхня частина рисунку представлена некротичною тканиною в стані ателектазу. Розширений просвіт бронха позбавлений епітеліального покриття заповнений згортком крові. В нижній частині зрізу дістелектази. Просвіти альвеол заповнені злущеним епітелієм та макрофагами. Міжальвеолярні перетинки з ознаками плазматичного просякнення. Забарвлення Ван-Гізон ( $\times 280$ ).

В судинах середнього калібру, артеріолах відбувається оголення базальної мембрани у зв'язку з ексфоліацією та деендотелізацією, іноді на  $1/3 - 1/2$  периметру. Найголовніше те, що незалежно від локалізації судин та їх калібру, особливо в артеріолах та венулах, та міжальвеолярних, міжтканьових сполучнотканних перетинках відбувається фібриноїдний некроз, а потім розпад. В результаті руйнування міжальвеолярних перетинок просвіти альвеол сполучаються між собою утворюючи великі порожнини, формуючи емфізему легені та пневмофіброз. Ліпоматоз, фіброзні зміни жирової та м'язової тканини являються результатом хронічного процесу, що передував хронічній патології.

У деяких поранених після вогнепального уламкового проникаючого поранення грудей та оперативного лікування в день поранення виявлені вельми об'ємні геморагії як в легені, так і в плеврі. В тканині легень на різних ділянках морфологія не однакова. При чому, об'ємні згустки крові на місці

крововиливів займали майже 94% видаленої ураженої тканини легені яка знаходилася в стані ателектазу. В цих фрагментах легень на значному протязі бронхіальних просвітів або ходів не було виявлено.

У невеликих фрагментах видаленого легкого були виявлені зрізи бронхів в стані фібриноїдного некрозу, позбавлені епітеліальної вистилки. В просвіті бронхів виявлено згортки крові і багато слизу. Це може бути в разі зменшеної кількості основних реснитчатих клітин і заміни їх на слизоутворюючі безреснитчаті келихоподібні клітини що характерно для хронічного бронхіту.

В окремих фрагментах легені виявлена гостра флегмонозна пневмонія. Легеня в стані ателектазу, без просвітів, як бронхів, так і респіраторного відділу, дифузно інфільтроване нейтрофільними гранулоцитами, лімфоцитами, незначною кількістю плазматичних клітин (рис. 5.2).

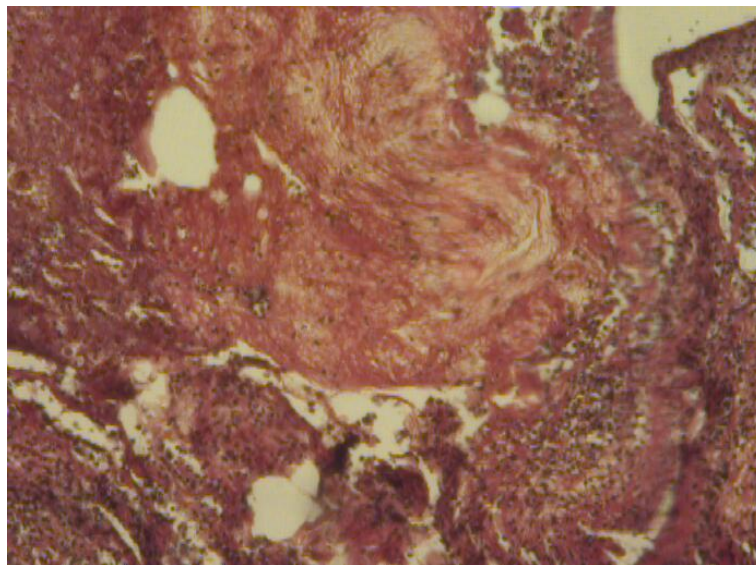


Рис. 5.2. Мікрофото: Вогнепальне осколкове проникаюче поранення грудей з ушкодженням лівої легені. Структура та функція легені порушена. Частина легені відсутня. Осколке ложе заповнено кров'ю, змішаною зі слизом. Навколо осколкового ложа розташовані бронхи з розширеними протоками без епітеліального покриву. Альвеоли, заповнені кров'ю, злущеними епітеліальними клітинами, макрофагами. Також присутні осередки запалення. Забарвлення Ван-Гізон ( $\times 280$ ).

Альвеолярні макрофаги та гістоцити інфільтрують весь зріз легені як згортки крові, так і згорнутий в ателектазі фрагмент легені. В плеврі також реєструється флегмонозне запалення з обільними геморагіями, відкладенням порохових мас, копоті та вогнищами некрозу. Тобто на фоні хронічного бронхіту швидко виникло його загострення, яке ускладнилося флегмонозним плевритом. У тканинах легень і у фрагментах плеври виявляються відкладення порохових мас і кіптяви. У щілинах розпавшоїся легені і ателектазах з'являється значна кількість альвеолярних макрофагів з великими ядрами. У плеврального краю фрагменту легких дифузно відзначають помірно великі вогнища фіброзу. Плевра потовщена в 2-5 разів у порівнянні з нормальною структурою, це свідчить про можливу плевропневмонію в минулому. На фоні повного ателектазу легень, фібринідного некрозу міжальвеолярних перетинок в просвіті осколкового ложа виявляються вельми великі згортки фібрину, а в просвіті бронхів гіперплазія бронхіального епітелію з плоскоклітинною метаплазією, що притаманно для хронічного бронхіту (рис. 5.3).

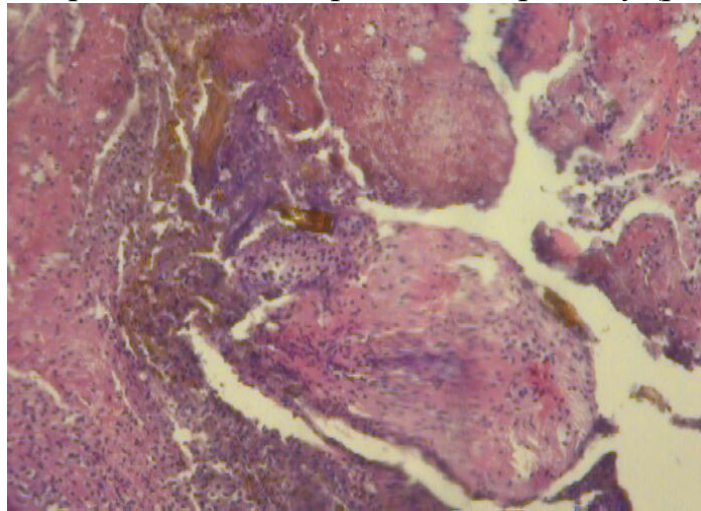


Рис. 5.3. Мікрофото: Вогнепальне осколкове проникаюче поранення грудей з ушкодженням лівої легені. Операція в день поранення. Мікроскопічно виявлено тотальний ателектаз легень. Деякі міжальвеолярні перетинки порушені, потовщені, у стані фібриноідного некрозу. В просвіті осколкового ложа великі частки некротизованих фрагментів легені та масивні згортки фібрину. В просвіті бронхів – гіперплазія бронхіального епітелію. Забарвлення Ван-Гізон ( $\times 280$ ).

Вираженість вогнепального ураження легені у багатьох ділянках занадто різноманітна. Однотипними вважаються ателектази, геморагії, некрози, дистрофія і плазматичне просочування (рис. 5.4).

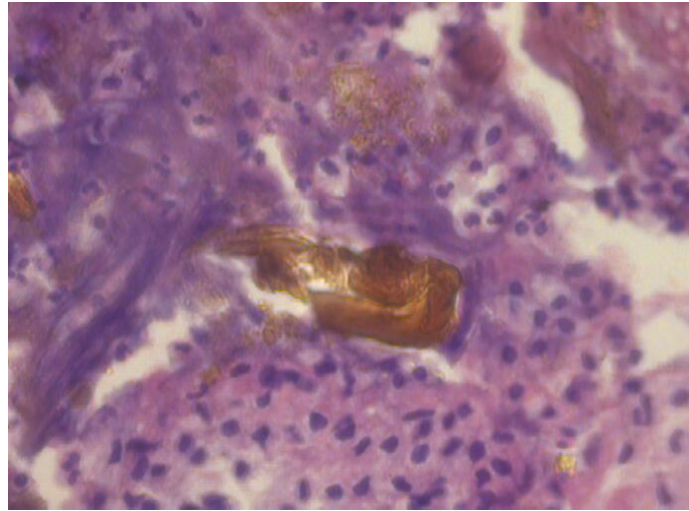


Рис. 5.4. Мікрофото: Вогнепальне осколкове проникаюче поранення грудей з ушкодженням лівої легені. Операція в день поранення. Некроз та ателектаз легень. набряк легені – в альвеолах серозна рідина. Міжальвеолярні перегородки порушені. Межі альвеол позначені ядрами альвеолярного епітелію. Збарвлення Ван-Гізон ( $\times 280$ ).

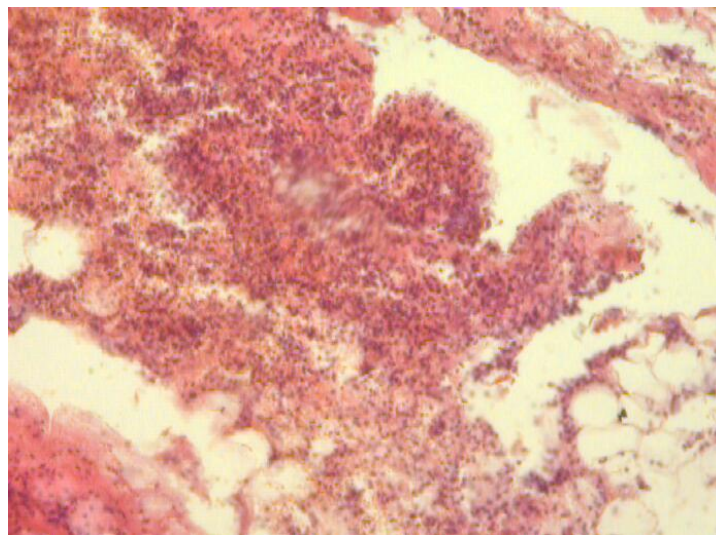


Рис. 5.5. Мікрофото: Вогнепальне осколкове проникаюче поранення грудей з ушкодженням лівої легені через 2 дні після поранення. Виразні геморагії у плеврі Жирова тканина частково порушена, розчалення, лізована. В стінках альвеол візуалізується плазматичне просочування. В центрі зрізу відкладення порохових мас та копоті. Збарвлення Ван-Гізон ( $\times 280$ ).

Через дві доби після вогнепального картина спостерігається наступна морфологічна картина. Шкіра роздроблена на безліч фрагментів з наявністю копоті, навколо кожного сполучнотканинного фрагменту. Сполучнотканинні волокна в дермі гомогенізовані. За методом Ван-Гізон забарвлені в яскраво червоний колір. В дермі відсутні сальні залози, а потові залози напівзруйновані, але невелика їх частина зберіглася. Стінки артерій гомогенізовані, з порушеною структурою медії, де ядра гладких міоцитів не визначаються.

В плеврі та легеневій тканині дрібні множинні гнійні осередки. Легені повністю ателектазовані, місцями мають щельовидні просвіти, заповнені кров'ю. Стінки альвеол позбавлені клітинних елементів. Маються некротизовані об'ємні поля альвеол, з наявністю декільких уламків (рис. 5.6).

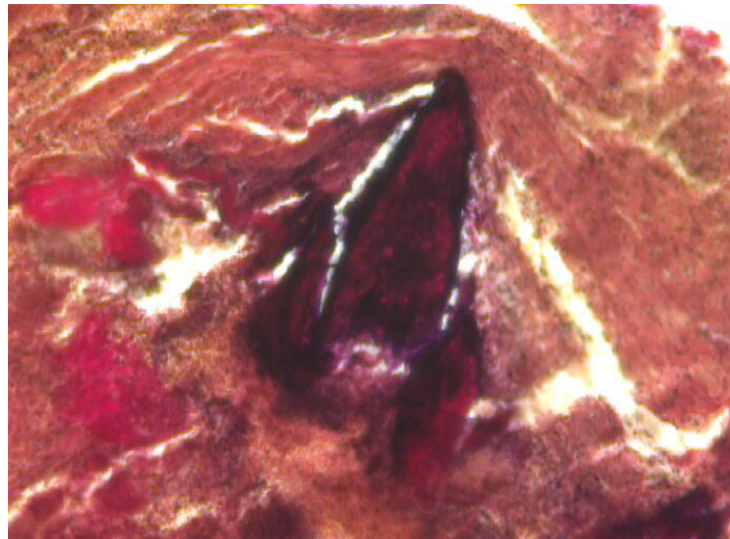


Рис. 5.6 Мікрофото: Вогнепальне осколкове проникаюче поранення грудей з ушкодженням лівої легені через 2 доби після поранення. Фрагменти стороннього тіла серед безструктурних згортків крові та плазматично просочених тканин. Повний фібриноїдний некроз тканьових фрагментів легень з наявністю чорного кольору копоті, порохових газів та металевого пилу. Забарвлення Ван-Гізон ( $\times 280$ ).

У тканині легень геморагічний ексудат, місцями гнійно-кров'янистий. Тканини рясно імбібовані кров'ю, місцями загиблі та некритизовані. Крупні згортки фібрину лежать серед вогнищ некрозу (рис. 5.7).

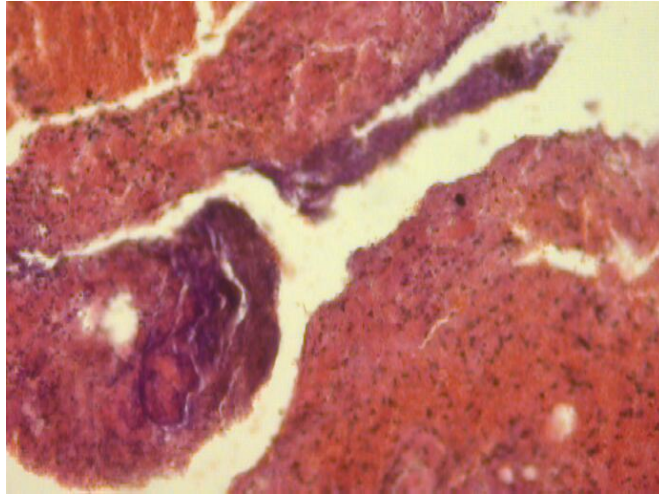


Рис 5.7. Мікрофото: Вогнепальне осколкове проникаюче поранення грудей через 2 доби після поранення. Різке кровонаповнення легень, тотальний ателектаз порушення структури та функції. Плевра частково потовщена в стані фібриноїдного некрозу. В центрі стороннього тіла чорного зернистого матеріалу копоті, порохових газів та пилу. Забарвлення гематоксилін-еозин ( $\times 280$ ).

Таким чином, через дві доби після поранення в легенях виявлено значне повнокров'я, ателектази та дистелектази, великі геморагії в сполучній, легеневій тканинах, в усіх структурах легень – множинні дрібновогнищеві абсцеси, чому сприяють рясні геморагії. Ознак регенерації не виявлено. На шосту добу після поранення поряд зі старими крововиливами, з гемасидерованими згортками крові з'являються свіжі осередки геморагій поза та в середині альвеол. Стінки альвеол потовщені, в стані фібриноїдного некрозу. Замість вистілки альвеоли на значному протязі легень містять гнійні накладення. Просвіти альвеол частково заповнені конгломератами згорнувшогося фібрину.

У просвіті судин згортки крові утворюють обтуриуючі та стенозуючі тромби. У стінках великих судин запальні елементи в стадії розпаду, тобто через шість діб після вогнепального поранення некротичні процеси

прогресують. У зв'язку цим посилюється пошкодження легенів в'язане з первинним і вторинним порушеннями гемодинаміки, посилюються запальні процеси на фоні поживної середовища, якою є кров (рис. 5.8).

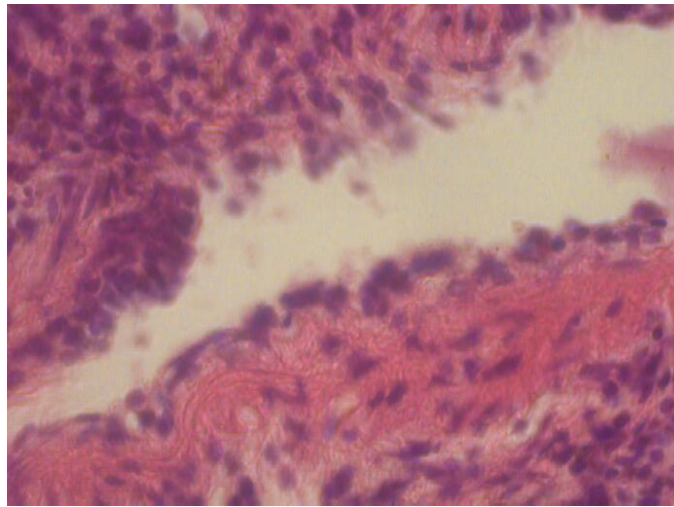


Рис. 5.8. Мікрофото: Вогнепальне осколкове проникаюче поранення грудей з ушкодженням правої легені. Через 6 діб після поранення. Тотальний ателектаз легень з густою інфільтрацією їх паренхіми макрофагами. Просвіт бронха значно розширений з частково відсутньою стінкою. Епітелій бронхів з вогнищевою папілярною гіперплазією. Нижня стінка бронха в стані фібриноідного некрозу вислана одношаровим однорядним епітелієм, замість багаторядного. Зabarвлення гематоксилин-еозин ( $\times 320$ ).

Ателектаз легень настільки виражений що важко визначити межі альвеол. У нечисленних щілинах, що представляють просвіт альвеол на стінках з'являються поодинокі клітини. В одиночних бронхіолах епітелій відшаровується пластами оголюючи базальну мембрану. Безклітинні просвіти одиночних дрібних бронхів відрізняються від великих бронхів, що вислані одношаровим багаторядним епітелієм, який місцями піддався плоскоклітинній метаплазії, що буває при перебудові бронхіального дерева при хронічних бронхітах

Таким чином, на шосту добу після поранення спостерігається виражена альтерація легеневої тканини, нарощують свій потенціал динамічні та судинні розлади, посилюється гіпоксія, персистирують альтернативні процеси, що негативно впливає на процес регенерації. З'являються вогнища фіброзу на тлі зміненої архітекτονіки органу і порушення васкуляризації.

Через 15 днів після закритої травми грудної клітини, закритого перелому шостого, сьомого, восьмого ребер, з наявністю лівостороннього тотального пневмотораксу виявлені ознаки альтерації і регенерації тканин. Плевра нерівномірно потовщена в 5-10-20 разів у порівнянні зі звичайною товщиною, місцями різко набрякла, місцями імбібована кров'ю. Подекуди плевра розволоknена, покрита одним шаром набряклого мезотелія. Зрідка мезотелій проліферіює і формує папілярні структури з 3-8-13 рядів мезотелія. Під плеврою одним шаром у вигляді демаркаційної лінії розташовуються макрофаги на кордоні зі значно розширеними альвеолами з нерівномірно потовщеними деформованими їх стінками з проникаючими в них макрофагами і з'являючимися фібробластами, тобто на 15-ту добу поряд з процесами альтерації йде фібротизація пошкодженої тканини (рис. 5.9).

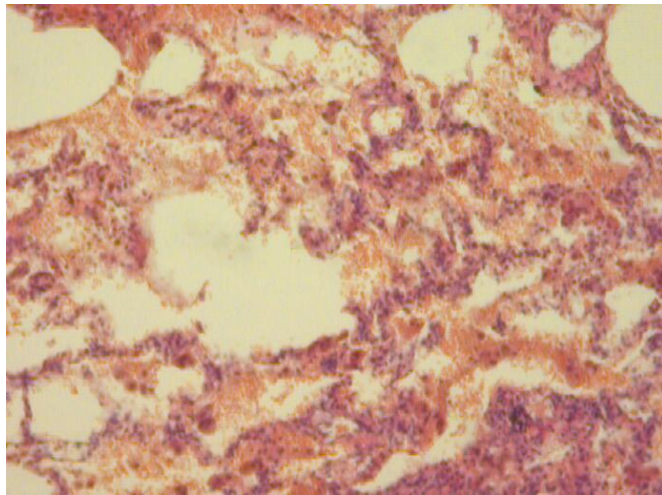


Рис. 5.9. Мікрофото: Закрита травма грудної клітки. Закритий перелом V-VIII ребер. Тотальний лівобічний гемоторакс – перший день після поранення. Повна дезорганізація структури та функції легень. Бронхо-спастичний синдром. Звуження просвіту бронхів), їх деендотелізація, фібриноїдний некроз стінки. Бронхо-спастичний синдром: звуження просвіту бронха, деендотелізація та фібриноїдний некроз стінки. Частково-тотальний ателектаз альвеол. Розриви альвеолярних перетинок, повнокров'я, дезорганізація альвеолярних стінок. Забарвлення Ван-Гізона ( $\times 220$ ).

В окремих альвеолах на стінках з'являються великі світлі клітини які синтезують сурфактант, що зумовлюють поверхневий натяг альвеол який не дозволяє альвеолам спадатися.

Разом з тим, розриви стінки частини альвеол в зв'язку з некрозом сприяють утворенню широких порожнин, що веде за собою до утворення емфіземи легенів і в подальшому до виникнення серцево-легеневої недостатності як наслідок – до зниження якості життя. Склеротичні процеси починаються і більш виражені з боку вісцеральній плеври. Динаміка склеротичних процесів починається з моменту мукоїдного набухання, фібриноїдного некрозу стінок альвеол і появи фіброblastів.

Запальний інфільтрат в стінках і просвіті альвеол вже менш густий, ніж в попередні терміни і представлений невеликою кількістю нейтрофілів, що підкреслює домінуючу роль порушення структури і функції легень гемодинамічних розладів. Осколкове ложе представлено великим дефектом легеневої тканини, стінки якого сформовані ущільненням, оточуючим осколок тканини легень. Порожнина альвеол сплюснена, заповнена згорнутою кров'ю, стінки альвеол пошкоджені.

У зв'язку з чим альвеоли знаходяться в стані дистелектазу або ателектазу. У стінках альвеол з'являються гістіоцити і фіброblastи. Як було виявлено все процеси фібротизації починаються в периферичних відділах легких ближче до плеври. Незважаючи на двотижневий термін після травми по всьому препарату візуалізуються нові осередки розладів гемодинаміки, що затримують репарацію і регенерацію пошкоджень.

Через 15 діб після вогнепального поранення і закритої травми грудної клітки провідними факторами ушкодження є фізичний і механічний вплив осколка, що сприяє здавленню і ущільненню м'яких тканин, що призводить до порушення кровообігу спочатку у вигляді спазму, який супроводжується плазматичним просочуванням і фібриноїдним некрозом стінок альвеол, судин і стінок бронхів і всіх тканин регіону, що посилює травму, а регенерацію і репарацію може зробити дуже складною або неможливою.

Отримані результати динаміки загоєння вогнепальних ран легень диктують необхідність органозберігаючого підходу при лікуванні для оптимального збереження легеневої ткани. Дослідження м'яких тканин і

тканини легень через 10 місяців після сліпого вогнепального проникаючого осколкового поранення грудей.

Через 10 місяців виявлено множинні ураження легень, м'яких тканин лівого плеча, м'яких тканин бокової поверхні грудної клітки, м'яких тканин живота, стегна з наявністю осколкового поранення з наявністю стороннього тіла. Стороннє тіло в вигляді уламка було оточене фіброзною капсулою розмірами 0.7x1.5x0.3см.

Мікроскопічно стінка капсули представлена плівчастою фіброзною (рубцевою) тканиною без епітеліального вистилання, з частиною прилеглої легеневої тканини. Капсула місцями імбібована гемосидерином, місцями з краплями чорного кольору, з кіптявою зернистою структурою і порохівих газів, збройової мастила. За методом Ван-Гізон фіброзна тканина зріла виразно червоного кольору (рис. 5.10).

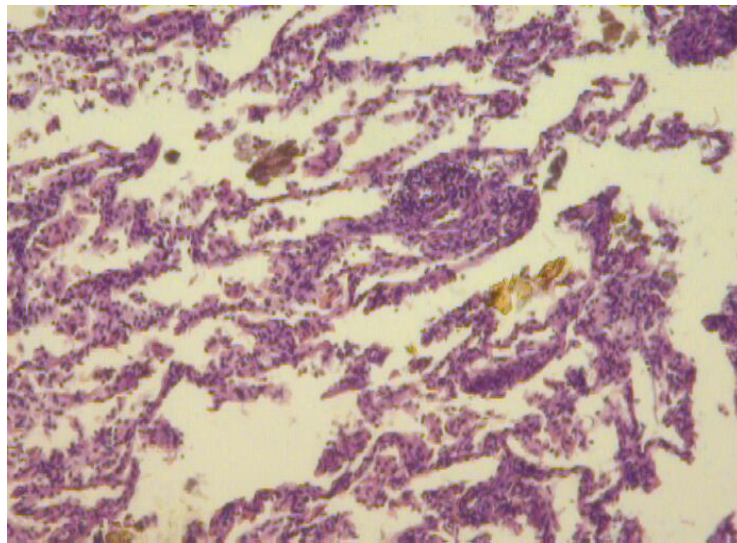


Рис. 5.10. Мікрофото: Вогнепальне сліпе осколкове поранення грудної клітки через 10 місяців після поранення. Навколо осколкового ложа сформована фіброзна капсула без епітеліального покриття. Тканина легень просочена кров'ю, ві їх елементи муміфіковані, оскільки тканини зазнали фібрінодного некрозу. Забарвлення Ван-Гізон (x56).

На рис. 5.11, 5.12 представлені мікрофото препаратів вогнепального сліпого осколкового поранення грудної клітки через 10 місяців після вогнепального ушкодження. Судини легень представлені артеріями

середнього калібру з добре сформованою гладком'язовою оболонкою. Ендотелій по периметру відсутній або ексфоліован в просвіт артерій. Великі вогнища фіброзу в основі містять безліч дрібних артерій – власне дозріваючі грануляційною тканиною. Просвіт судин звужений або обтурований тромбами. Плевра в 5-7 разів товщі норми, частково некротизована, частково епітелізована. Представлена зрілою склерозованою фіброзною капсулою.

Альвеоли часто спали, інфільтровані макрофагами та лімфоїдними клітинами, що формують лімфоїдні фолікули, зрідка з невеликими центрами розмноження. Лімфоцити місцями утворюють лімфоїдні скупчення протягом міжальвеолярних перегородок. Такі зміни характерні для хронічного запального процесу. В даному випадку бронхи в гістологічних зрізах погано візуалізуються в зв'язку з бронхоспастичним синдромом.

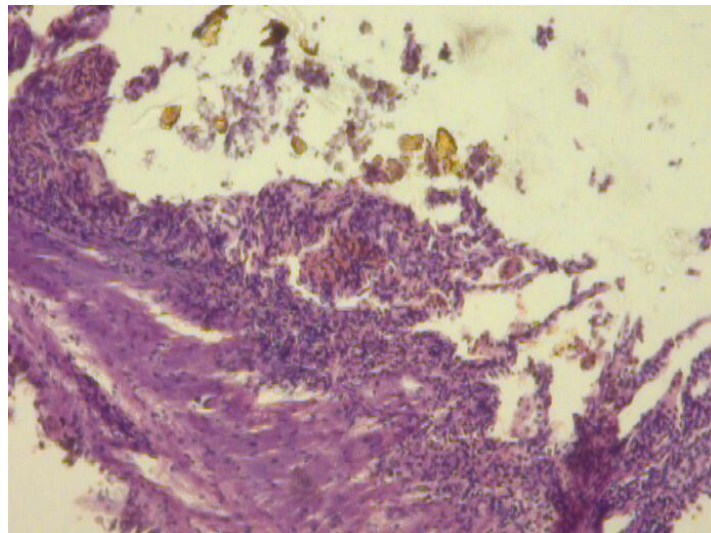


Рис. 5.11. Мікрофото: Вогнепальне сліпе осколкове поранення грудної клітки через 10 місяців після поранення. Плевра виразно потовщена, обіднена клітинними елементами. Місцями альвеоли в стані ателектазу, більшою частиною дезорганізовані з великими просвітами з розірваними міжальвеолярними перетинками. Забарвлення гематоксилін-еозин ( $\times 56$ ).

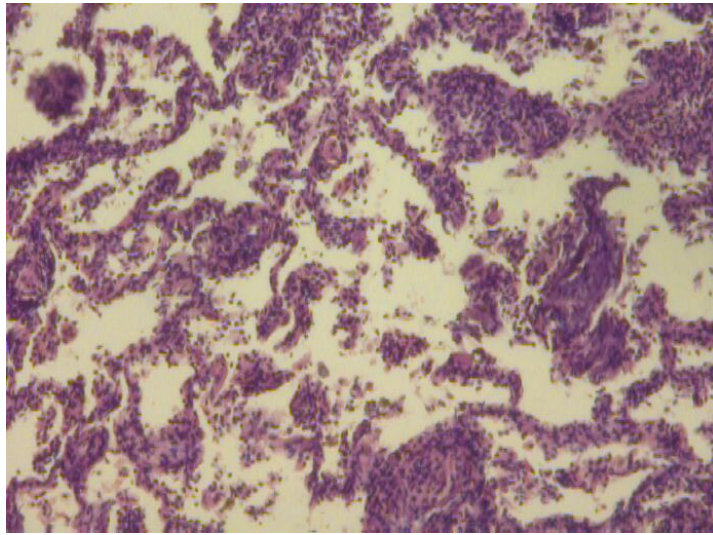


Рис. 5.12. Мікрофото: Вогнепальне сліпе осколкове поранення грудної клітки через 10 місяців після поранення. Через 10 місяців після поранення структура легень вельми дезорганізована. Альвеоли різної величини та форми. Деякі утворюють емфізематозні структури. В стінках більшості альвеол проліферує епітелій, деякі стінки оголені, без клітин. Забарвлення гематоксилін-еозин ( $\times 56$ ).

Стінки великих бронхів частково збережені, вистелені одношаровим багаторядним епітелієм, по периметру на 1/3 довжини. У деяких великих бронхах стінки склерозовані, в стані фібриної дного некрозу з плоскоклітинною метаплазією епітелію (рис. 5.13).

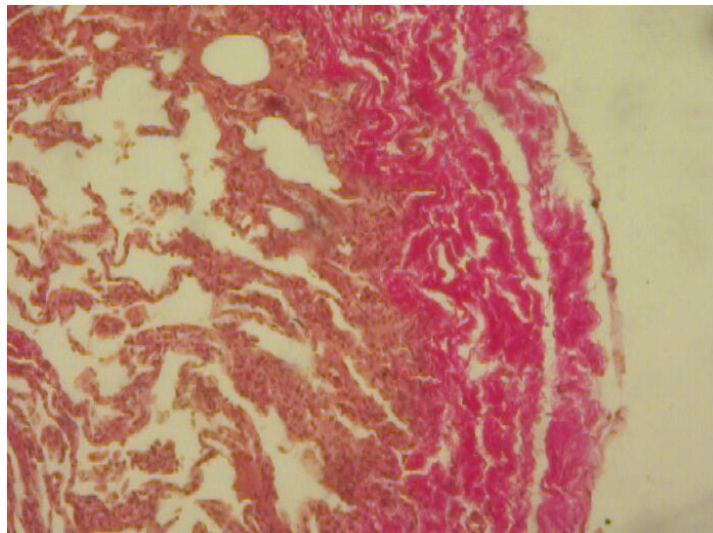


Рис. 5.13. Мікрофото: Вогнепальне сліпе осколкове поранення грудної клітини після поранення. Плевра значно потовщена – в 40-60 разів, фібротизована, позбавлена клітинних елементів. Розташована поряд легенева тканина частково ателектазована. Альвеоли не рівної величини, часто з порушеннями міжальвеолярних перетинків. Вся структура і функції не відповідають нормі. Забарвлення Ван-Гізона ( $\times 56$ ).

У паренхімі легень багато різної величини вогнищ вторинного некрозу. Вторинні альтеративні зміни стосуються частіше епітеліальних структур, з фіброзними елементами легких, обумовлені патологією судинного русла. Виражені дистрофічні і некротичні процеси виникають на тлі з'являються ознак регенерації і репарації (рис. 5.14).

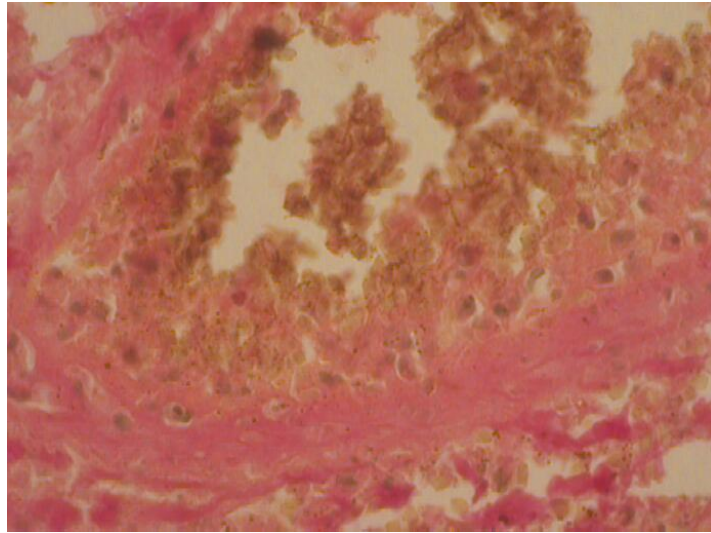


Рис. 5.14. Мікрофото: Поранений Б, 36 років. Вогнепальне сліпе осколкове проникаюче поранення грудної клітини з ушкодженням лівої легені. Фібриноїдний некроз та набухання бронхіальної стінки (1), утрата її меж та цілісності. Плоскоклітинна метаплазія епітелію бронхів (2). Утрата міжклітинних в'язків, ексфоціація у просвіт бронха, що відповідає ознакам хронічного бронхіту. Забарвлення гематоксилін-еозин ( $\times 56$ ).

## 5.2. Імуногістохімічні дослідження тканини легеневої тканини

При імуногістохімічному дослідженні тканини легень при ВППГ нами встановлено наступне. У перші години поранення десквамований альвеолярний епітелій на тлі некрозу та запальної інфільтрації втрачає свої гістогенетичні властивості, що ілюструється зниженням експресії низькомолекулярних цитокератинів (рис. 5.15).

Звертає на себе увагу значна перевага макрофагів у запальному інфільтраті (рис. 5.16).

Травмовані осередки паренхіми легень практично не продукують судинно-ендотеліальний фактор росту, що підтверджується слабкою експресією відповідного маркеру (рис. 5.17).

Навіть у першу добу після поранення в ушкоджених ділянках починає накопичуватись патологічний колаген IV типу та трансформуючий фактор росту (рис. 5.18).

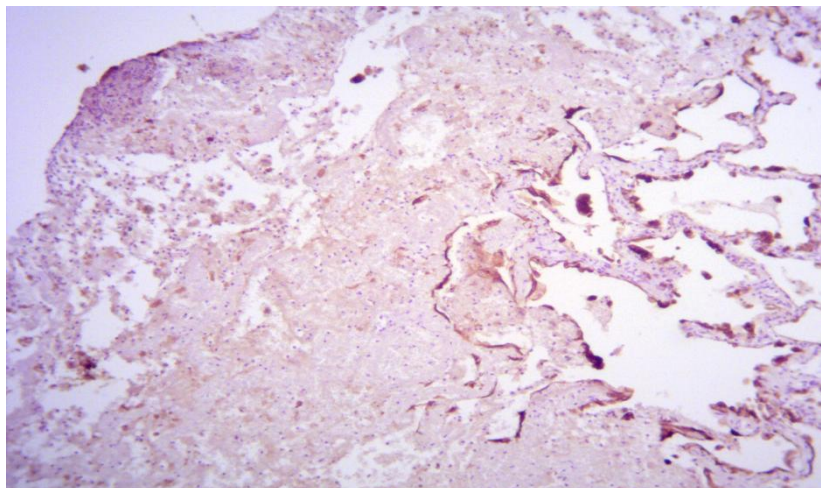


Рис. 5.15. Мікрофото: Слабка нерівномірна експресія низькомолекулярних цитокератинів у альвеолоцитах у перший день поранення. Реакція з МКАТ до Cytokeratin PAN AE1/AE3,  $\times 100$ .

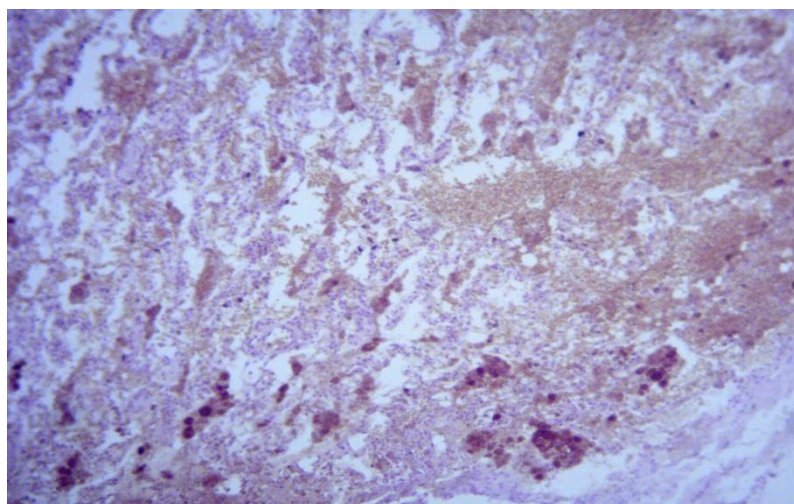


Рис. 5.16. Мікрофото: Велика кількість макрофагів у просвітах альвеол зони геморагії ушкодженої легені у першу добу поранення. Реакція з МКАТ до CD68 (KP1),  $\times 100$ .

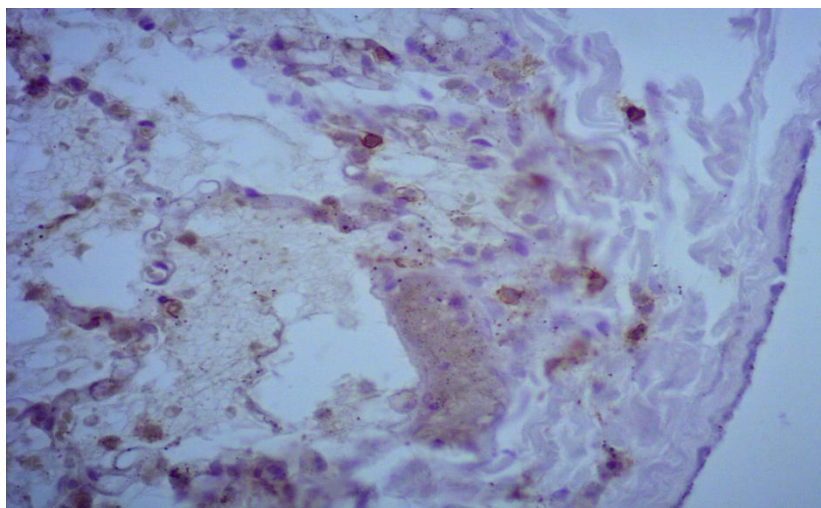
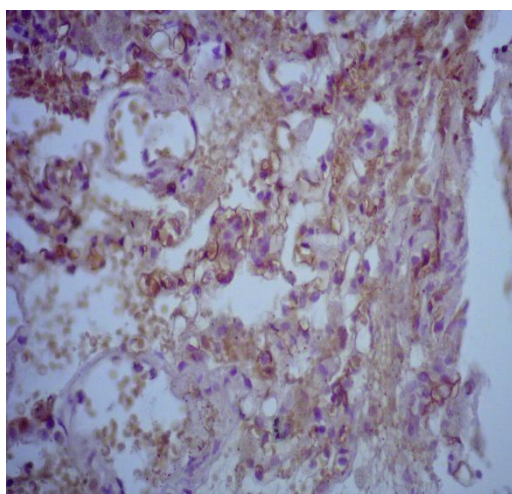
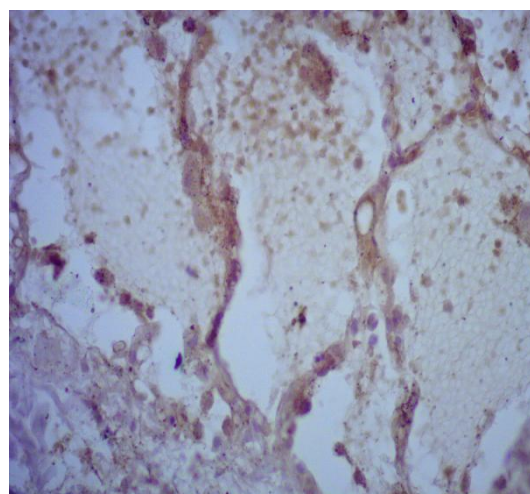


Рис. 5.17. Мікрофото: Слабка експресія VEGF у ендотелії судин, поодиноких макрофагах та альвеолоцитах у першу добу поранення. Реакція з МКАТ до VEGF (VG1),  $\times 400$ .



А



Б

Рис. 5.18. Мікрофото: Помірна експресія колагену IV типу та трансформуючого фактору росту у стінках судин, ендотеліоцитах, макрофагах, міжальвеолярних перетинках; перша доба поранення.

А - реакція з МКАТ до Collagen IV (CIV22), Б - реакція з ПКАТ до TGF- $\beta 1(V)$ ,  $\times 400$

На другу добу поранення у навколорановій зоні виявляється незначне підвищення експресії TGF- $\beta 1$  та Collagen IV, VEGF у цих ділянках практично не продукується. Кількість CD68<sup>+</sup> макрофагів зростає, формуючи прошарок відокремлення від мас фібриноїдних некрозів, геморагій та дистелектазів (рис. 5.19).

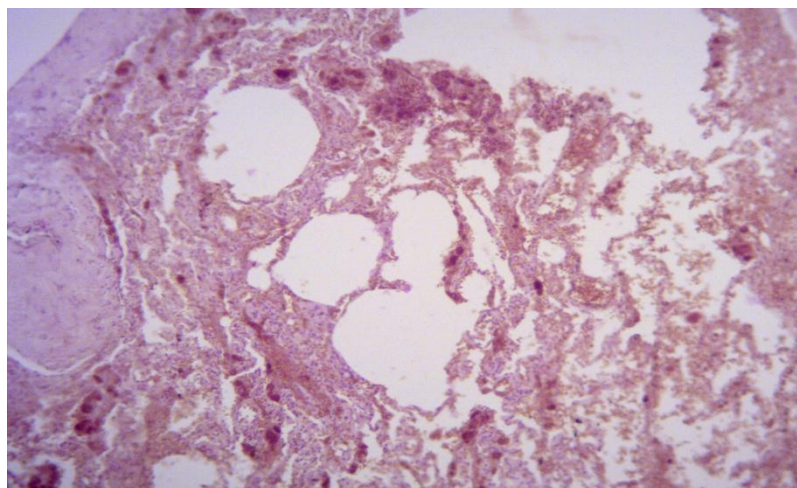


Рис. 5.19. Мікрофото: Множинні макрофаги субплевральної зони пошкодження (геморагії, дистелектази, емфізема, плевра значно потовщена); друга доба поранення. Реакція з МКАТ до CD68 (KP1),  $\times 100$

Десята доба від епізоду поранення характеризувалася прогресуючим підвищенням вмісту трансформуючого фактору росту в лейкоцитах, лімфоцитах, фібробластах, макрофагах та колагену IV типу у навколоранових осередках (рис. 5.20, 5.21).

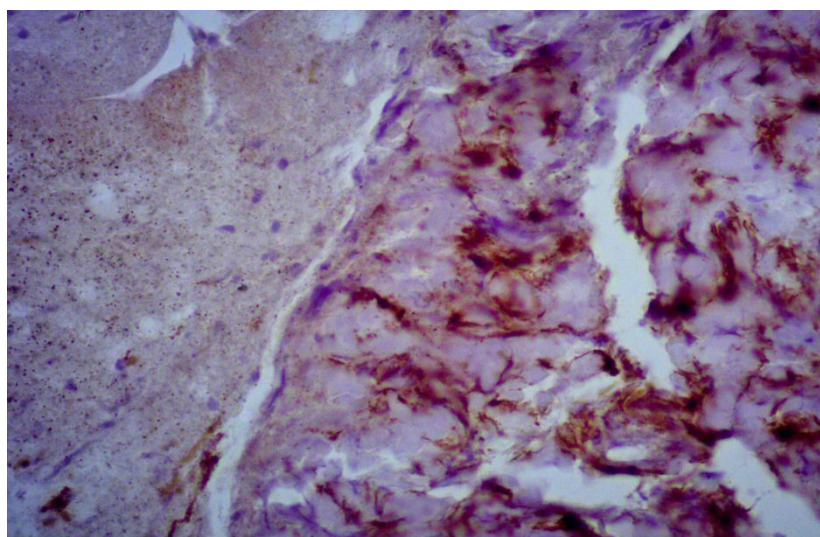


Рис. 5.20. Мікрофото: Виражена експресія TGF- $\beta 1$  у ділянці легені, прилеглий до геморагічних мас; 10 доба поранення. Реакція з ПКАТ до TGF- $\beta 1(V)$ ,  $\times 400$

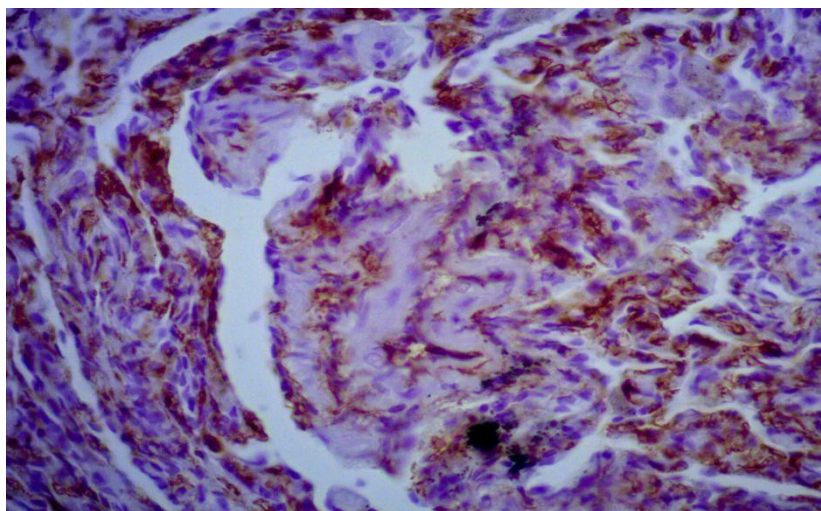


Рис. 5.21. Мікрофото: Виражена експресія колагену IV типу у ділянці легені, прилеглій до ателектазів; 10 доба поранення. Реакція з МКАТ до Collagen IV (CIV22),  $\times 400$ .

Через 10 місяців після моменту поранення та проведення оперативного втручання рановий канал уявляв собою обширну зону щільної сполучної тканини з наявністю поодиноких судин венозного типу частіше без м'язового шару. Численні макрофаги виявлялись переважно периваскулярно (рис. 5.22).

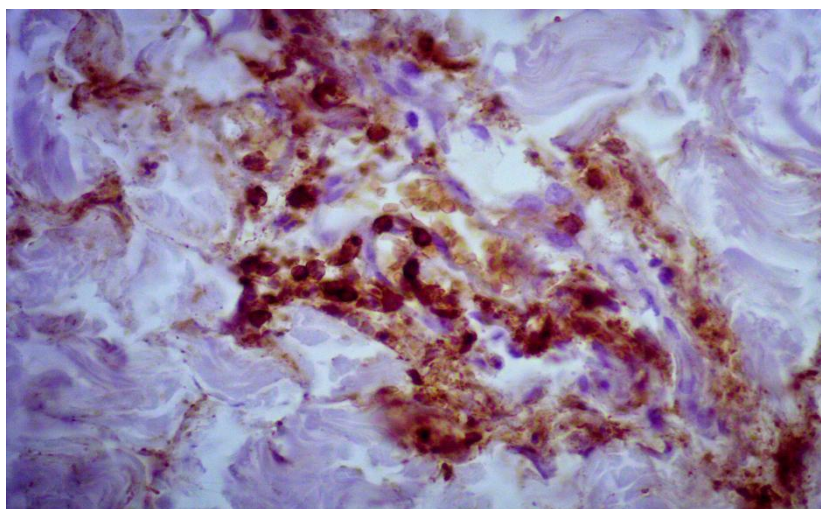


Рис. 5.22 Мікрофото: Численні макрофаги щільної рубцевої тканини через 10 місяців після поранення. Реакція з МКАТ до CD68 (KP1),  $\times 400$

Трансформуючий фактор росту демонстрував виражену експресію у макрофагах та ендотелії судин, тоді як VEGF виявлявся у вигляді слабкої позитивної реакції в ендотеліоцитах судин, та поодиноких макрофагах (рис. 5.23, 5.24).

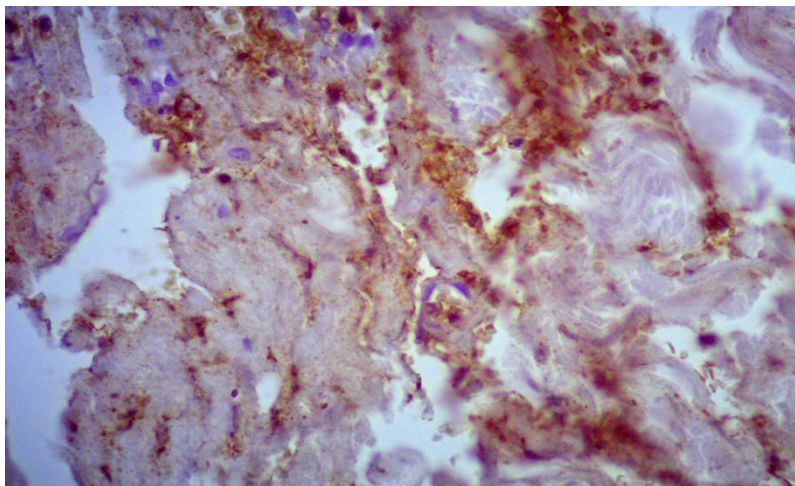


Рис. 5.23 Мікрофото: Виражена експресія трансформуючого фактору росту у ендотелії судин та макрофагах через 10 місяців після поранення. Реакція з ПКАТ до TGF- $\beta$ 1(V),  $\times$ 400

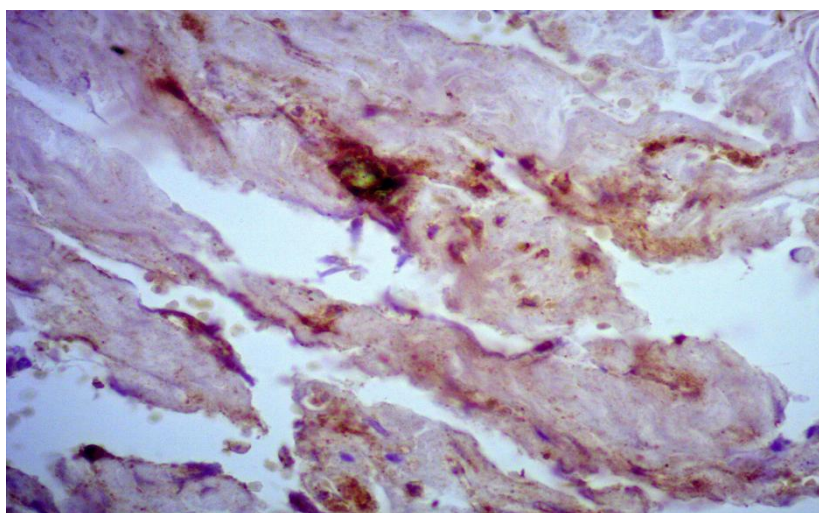


Рис. 5.24 Мікрофото: Слабка експресія судинно-ендотеліального фактору росту у ендотелії судин та макрофагах сполучної тканини навколо кіптяви через 10 місяців після поранення. Реакція з МКАТ до VEGF (VG1),  $\times$ 400

Колаген IV типу залишався між волокнами щільної фіброзної тканини, яка заміщувала рановий канал, а також виявлявся у стінках судин, міжальвеолярних перетинках, фібробластах прилеглої паренхіми легень (рис. 5.25).

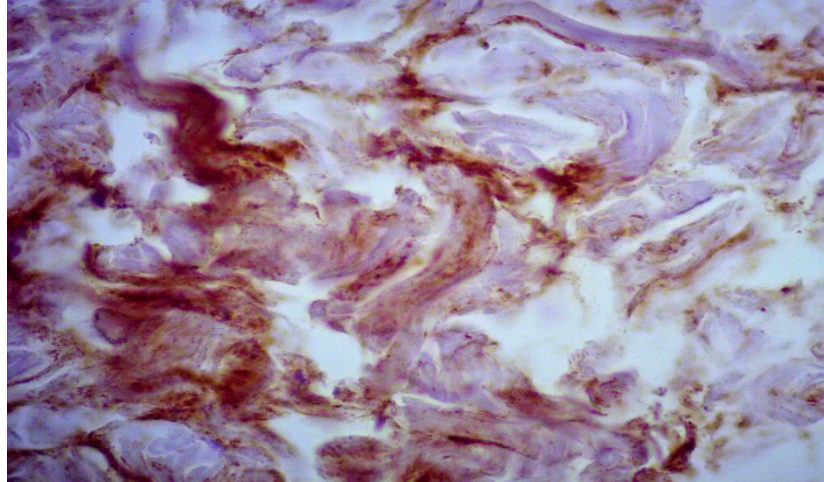


Рис. 5.25 Мікрофото: Виражена експресія колагену IV типу у сполучній тканині, сформованої навколо кіптяви, через 10 місяців після поранення. Реакція з МКАТ до Collagen IV (CIV22),  $\times 400$

**Резюме.** Узагальнюючи результати гістологічного дослідження можна стверджувати, що в перші години після вогнепального проникаючого поранення грудної клітини з ураженням легень превалюють гемодинамічні порушення, які пов'язані з великими геморагіями, імбібіцією кров'ю усіх тканин легень: плеври, судин, придатків шкіри з гіпоксією, вторинними некрозами та дистрофією м'язової, фіброзної, жирової тканини та судин з ателектазами та дистелектазами.

Виявлено, що основний вид некрозу – фібриноідний некроз зумовлений структурою судинного русла. На фоні альтерації усіх видів тканини, аж до лізису та фібриноідного некрозу в легенях дуже швидко, протягом декількох годин після поранення виникають запальні процеси з признаками хронічного запалення, що дає підставу вважати наявність у молодих солдатів хронічного бронхіту, що розвився до поранення.

Дослідження бойової кульової травми через 10 місяців після поранення виявило наявність хронічного плевриту з формуванням фіброзних спайок з потовщенням та вкороченням плеври, що свідчить про перенесену фіброзно-гнійну (крупозну) пневмонію. Вогнепальне осколкове або кульове проникаюче поранення легень пов'язано з комплексом образуючих проміжних ран, на шляху маршруту кулі, де порушується архітектоніка основних трофічних факторів – судинного, нервового та імунного.

Виявлена особливість патоморфології вогнепального поранення легеневої тканини, що обумовлена її структурою, де стінки альвеол респіраторного апарату легень представлені капілярами, з зовнішньою адвентиційною оболонкою, яка являється нормальною для сполучної рубцевої тканини, що згодом заміщує любі ушкодження і травми. Важкість ушкодження легеневої тканини зумовлена як вираженим геморагічним синдромом, так і формуванням в судинах обтуруючих, або стенозуючих тромбів, які посилюють порушення гемодинаміки та трофіки тканин будь якого генезу.

Травматичний стан пораненої легені позначається не тільки на регіонарному кровотоці, але й на гемодинаміці та трофіці усіх органів та систем у зв'язку з порушенням оксигенації тканин, особливо серця та ЦНС, які є найбільш чутливими до впливу гіпоксії. Також тривалий час персистуюча патологія судин і всіх тканин регіону сприяє прогресії склеротичних вогнищ в легенях. Оскільки хронічні процеси не виліковні, то метою лікарів є домогтися подовження термінів ремісії і скорочення кількості, загострень. Вогнепальні поранення легень - це важка патологія, що впливає на якість життя пацієнта і порушує серцево-легеневу діяльність з залученням до патологічного процесу як усіх органів, так і всього організму. Вогнепальні поранення легень з ураженням плеври призводять до порушення функції дихання і оксигенації всього організму, хронічного плевриту, хронічного бронхіту з залученням респіраторного відділу легень. Порушення гемодинаміки в зв'язку з наявністю кіптяви, порохових газів і інтоксикації в результаті некротичних змін в ареолі

ушкоджень призводить до тромбозу з обтурацією і стенозом судин, що веде за собою каскад локальних порушень структури і функцій легень і як наслідок до легенево-серцевої недостатності.

Спостереження за динамікою ранового процесу після проникаючого кульового поранення в хронологічному порядку дозволяє констатувати відсутність процесів репарації і регенерації в зв'язку з токсичним і фізичним впливом раньового вмісту: кіптяви, металу, які підтримують вторинні порушення гемодинаміки і кровопостачання, порушуючи трофіку і регенерацію тканин.

При імуногістохімічному дослідженні виявлено, що травматичні порушення у паренхимі легень при ВППГ вже у перші години від моменту поранення супроводжуються накопиченням CD68<sup>+</sup>-макрофагів. До кінця другої-третьої доби CD68<sup>+</sup>-макрофаги розташовуються компактно у демаркаційній зоні, відмежуючи вогнища геморагій та некрозів від фокусів дис- і ателектазів. CD68<sup>+</sup>-макрофаги зберігаються у розповсюджених ділянках фіброзу і через 10 місяців від моменту ВППГ та стають основними продуцентами TGF- $\beta$ 1 і VEGF. Трансформуючий фактор росту TGF- $\beta$ 1 і судинно-ендотеліальний фактор росту VEGF виявляються у великій кількості у макрофагах, лейкоцитах, лімфоцитах, фіброблестах та ендотелії судин з першої доби травматизації паренхимі легень; до 10 доби експресія TGF- $\beta$ 1 стає значною, тоді як VEGF слабо маркує ендотеліоцити капілярів, артерій, поодинокі макрофаги. Така імуногістохімічна картина пояснює довготривалий період загоєння ВППГ: в умовах хронізації запального процесу навколоранові осередки тканини легень стають неспроможними до неоангіогенезу.

Вміст патологічного колагену IV типу Collagen IV у першу добу вогнепального поранення є мінімальним, зростає до 10 доби та виявляється у полях фіброзу та дистелектазів паренхимі легень через 10 місяців. Його наявність також може обумовлювати слабкий потенціал заміщення ранового каналу сполучнотканинним рубцем. Визначення ІГХ-методом експресії CD68, TGF- $\beta$ 1, VEGF та Collagen IV в невеликих шматочках тканини легень,

вилучених під час ВАТС, у перші 10 діб від моменту ВППГ та на подальших етапах лікування поранених допоможе прогнозувати перебіг бойової травми і коригувати методи її терапії.

Таким чином, вогнепальне ураження легеневої тканини диктує необхідність індивідуалізації в оптимізації хірургічного та консервативного лікування протягом тривалого періоду у кілька місяців.

До новизни проведеного дослідження слід віднести комплексність всіх клітинних складових органів, що вивчені, та ультраструктурної організації мікроциркуляторного русла.

Другим аспектом новизни дослідження слід вважати встановлення пріоритетності порушень біоенергетичних процесів, що викликали дистрофічні зміни органел та пов'язані з включенням механізмів компенсації.

*Список праць, опублікованих за темою розділу дисертації:*

1. Яковцова П, Данилюк СВ, Замятін ПМ, Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮВ. Імуногістохімічні дослідження легень при вогнепальних проникаючих пораненнях. Харківська хірургічна школа. 2021;2:109-15. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2021.20>.
2. Бунін Ю, Михайлузов Р, Негодуйко В, Якімова Т. Особливості патоморфозу вогнепальних ран легень. Медицина сьогодні і завтра. 2021;90(1):4-12. DOI: <https://doi.org/10.35339/msz.2021.90.01.01>.

## Розділ 6

# ОСОБЛИВОСТІ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ УШКОДЖЕНЬ ГРУДЕЙ НА ІІІ РІВНІ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 6.1 Вибір хірургічної тактики у поранених із бойовою травмою грудей

Хірургічні втручання на ІІІ рівні надання ВППГ виконувались за показаннями з метою зупинки кровотечі з легень, усунення пневмотораксу і розправлення легень, а також видалення сторонніх тіл.

Основними хірургічними втручаннями на ІІІ рівні надання медичної допомоги пораненим з ВППГ були торакоскопія, торакотомія, а також так звана однопортова хірургія (uniport surgery) із застосуванням нових оригінальних інструментів.

Розробка і впровадження інструменту почалося з м'яких тканин, а також для відкритих втручань, та було завершено розробкою ендоскопічного інструменту, який можна об'єднати в набір для ендовідеоендоскопічної хірургії, а саме інструмент магнітний для ендовідеоендоскопічної діагностики та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл із черевної та плевральної порожнин (Патент України на корисну модель №156469), насадка магнітна для ендовідеоендоскопічних хірургічних втручань (Патент України на корисну модель №130147) та інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини (Патент України на корисну модель №135918).

На рис. 6.1 і 6.2 представлено інструмент магнітний багатофункціональний для діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл і набір магнітного інструментарію.

Використання магнітного інструменту має свої особливості. Так, при торакотоміях використовували інструмент магнітний багатофункціональний для діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл та пристрій гнучкий для видалення феромагнітних сторонніх тіл.



Рис. 6.1. Інструмент магнітний багатофункціональний для діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл.



Рис. 6.2. Набір магнітного інструментарію.

При ендовідеоторакоскопічних оперативних втручаннях застосовували інструмент магнітний для ендовідеоскопічної діагностики та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл з плевральної та черевної порожнин, а також насадку магнітну для ендовідеоендоскопічних хірургічних втручань та інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини.

Інструмент магнітний багатофункціональний для діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл використовувався як при торакотомічних, так й при ендовідеоторакоскопічних оперативних втручаннях шляхом введення інструменту через додатковий розтин.

На рис. 6.3 представлено інструмент магнітний багатофункціональний для діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл.

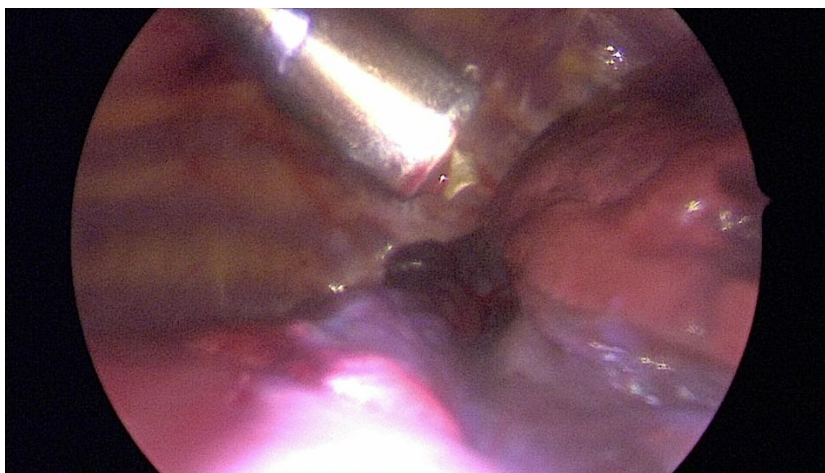


Рис. 6.3. Інструмент магнітний багатофункціональний для діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл

Далі наводимо рис. 6.4, де представлено інструмент магнітний для ендовідеоскопічної діагностики та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл із черевної та плевральної порожнин.

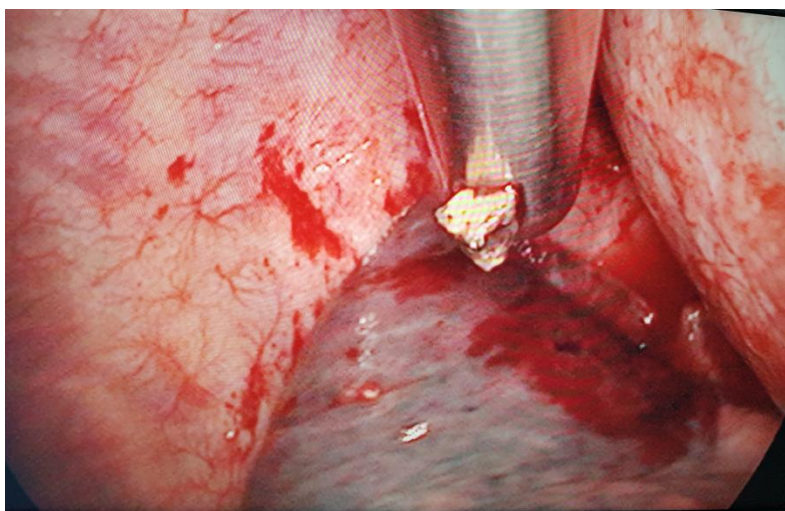


Рис. 6.4. Інструмент магнітний для ендовідеоскопічної діагностики та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл із черевної та плевральної порожнин.

На рис. 6.5 представлено інструмент магнітний для ендовідеоскопічної діагностики та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл із черевної та плевральної порожнин.



Рис. 6.5 Інструмент магнітний для ендовідеоскопічної діагностики та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл з плевральної та черевної порожнин.

На рис. 6.6 представлено інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини.

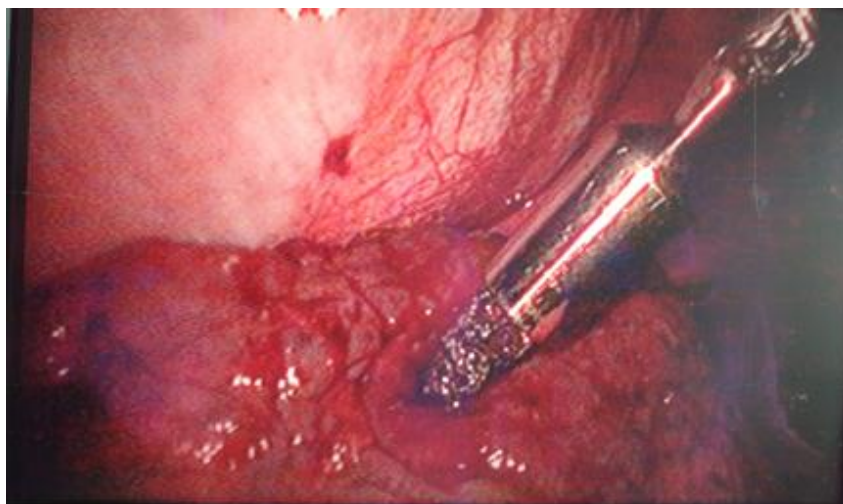


Рис. 6.6 Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини.

Було проведено аналіз застосування магнітного хірургічного інструменту при торакальних оперативних втручаннях (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Частота застосування магнітного хірургічного інструменту при  
торакальних оперативних втручаннях, n (%)**

Назва інструменту	Оперативні втручання		
	Торакоскопія	Торакотомія	Uniport surgery
Інструмент магнітний багатофункціональний для діагностики і видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл	-	8 (66,67±13,61)	3 (23,08±11,667)
Пристрій гнучкий для видалення феромагнітних сторонніх тіл	-	4 (33,33±13,61)	1 (7,7±7,39)
Інструмент магнітний для ендовідеоскопічної діагностики та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл із черевної та плевральної порожнин	45 (69,23±5,72)	-	5 (38,46±13,49)
Насадка магнітна для відеоендоскопічних хірургічних втручань	6 (9,23±3,59)	-	-
Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини	14 (21,54±5,09)	-	4 (30,77±2,77)
Разом	65 (58,5%)	12 (10,8%)	13 (11,7%)

За частотою застосування магнітного хірургічного інструменту при торакальних оперативних втручаннях переважають торакоскопічні оперативні втручання – 65 (58,5%), наступне за убубанням місце займають Uniport surgery втручання – 13 (11,7%) та останні за частотою торакотомії 12(10,8%).

За розмірами стороннього тіла грудей переважають розмірами 5,1-15 мм - 113 (70,2%), наступне за убунням місце займають розмірами – 39 (24,2%) та останні за частотою розмірами більше 15 мм - 9 (5,6%) (табл.6.2).

Таблиця 6.2

### Розподіл поранених за розмірами СТ, n (%)

Досліджувані групи	Розміри стороннього тіла в найбільшому вимірі за аналізом даних СКТ			Всього
	До 5 мм (малі)	5,1-15 мм (середні)	Більш 15 мм (великі)	
Основна група	22 (28,6±5,2)	52 (67,5±5,3)	3 (3,9±2,2)	77
Група порівняння	17 (20,3±4,4)	61(72,6±4,8)	6 (7,1±2,8)	84
Всього	39 (24,2±3,4)	113 (70,2±3,6)	9 (5,6±1,9)	161

Число ступенів свободи дорівнюється 2

Значення критерію  $\chi^2$  становить 2.057

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p<0.05$  становить 5.991

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p>0.05$

Рівень значимості  $p=0.358$

Рішення  $\gamma_0$

За ступенем гемотораксу переважають з середнім гемотораксом - 51 (76,2%), наступне за убунням місце займають з малим гемотораксом – 9 (13,4%) та останні за частотою з великим гемотораксом - 7 (10,4%) (табл.6.3).

Таблиця 6.3

### Розподіл поранених за ступенем гемотораксу, n (%)

	Малий	Середній	Великий	Всього
Основна група	4 (11,8±5,6)	27 (79,4±7,0)	3 (8,8±4,9)	34
Група порівняння	5 (15,1±6,2)	24 (72,7±7,7)	4 (12,1±5,7)	33
Всього	9 (13,4±4.1)	51 (76,2±5,2)	7 (10,4±3,7)	67

Число ступенів свободи дорівнюється 2

Значення критерію  $\chi^2$  становить 0,416

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p<0.05$  становить 5.991

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p>0.05$

Рівень значимості  $p=0.813$

Рішення  $\gamma_0$

За обсягом пневмотораксу переважають з малим пневмотораксом - 18 (75%), наступне за убунням місце займають з великим пневмотораксом – 6 (25%) (табл.6.4).

Таблиця 6.4

**Розподіл пораних за обсягом пневмотораксу, n (%)**

	Малий	Великий	Всього
Основна група	11 (73,3±11,5)	4 (26,7± 11,5)	15 (62,5% %)
Група порівняння	7 (77,8±13,8)	2 (22,2±13,8)	9 (37,5% %)
Всього	18 (75±8,8)	6 (25±8,8)	24 (100 %)

Число ступенів свободи дорівнюється 1

Значення критерію  $\chi^2$  становить 0.059

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  становить 3.841

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0.05$

Рівень значимості  $p = 0.808$

Рішення  $\gamma_0$

Таблиця 6.5

**Характер дренажних втручань на II, III етапах евакуації**

Досліджувані групи	Дренування на II етапі евакуації	Дренування на III етапі евакуації	Редренування на III етапі евакуації
Основна (n=97)	48 (49±5,1)	7 (7,0±2,6)* $\chi^2 = 42,66$	11 (11±3,2)
Порівняння (n=110)	42 (38±4,6)	1 (0,9±0,7)* ** $\chi^2 = 48,59$	18 (16±3,5)
Усього (n=207)	90 (43±3,4)	8 (4,0±1,4)* $\chi^2 = 89,89$	29 (14±2,4)

Число ступенів свободи дорівнюється 2

Значення критерію  $\chi^2$  становить 6.403

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  становить 5.991

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0.05$

Рівень значимості  $p = 0.041$ ; Рішення  $\gamma_1$ : є розбіжності.

Таблиця 6.6

## Розподіл поранених за діагностичними заходами на III рівні надання допомоги при надходженні, %

Досліджувані групи	Діагностичні заходи					
	R°-ОГК	УЗД ОГК	СКТ ОГК	Торакоцентез	Відеоторако-скопія	Бронхоскопія
Основна (n=97)	77 (79±4,1)	10 (10±3,0)	66 (68±4,7)	6 (6,0±2,4)	7 (7,0±2,6)	4 (4,0 ±2,0)
Порівняння (n=110)	90 (82±3,7)	9 (8,0±2,6)	78 (71±4,3)	3 (3,0±1,6)	0	3 (3,0±1,6)
Усього (n=207)	167 (81±2,7)	19 (9,0±2,0)	144 (70±3,2)	9 (4,3±1,4)	7 (3,4±1,2)	7 (3,4±1,2)

Число ступенів свободи дорівнюється 5

Значення критерію  $\chi^2$  становить 9.742

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  становить 11.07

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0.05$

Рішення  $\gamma_0$ .

Одним з ключевих питань, що виникає під час хірургічних обробок поранених з ВППГ, є встановлення показань до видалення СТ. В основній групі було діагностовано СТ у 77 (48,5%) пацієнтів, у групі порівняння – 84 (52,2%). Розподіл поранених за розташуванням СТ спостерігався наступним чином (табл. 6.7).

Таблиця 6.7

**Розподіл поранених досліджуваних груп за розташуванням СТ, n (%)**

Досліджувані групи	Локалізація поранення				Всього
	I зона (середостіння)	II зона (прикоренева зона)	III зона (центральна та периферійна)	IV зона (вільнолежачи та грудна стінка)	
Основна група	4 (5,2±2,5)	9 (11,7±3,7)	39 (50,7±5,7)	25 (32,4±5,3)	77 (47,8%)
Група порівняння	3 (3,5±2,1)	13 (15,5±4,0)	44 (52,4±5,5)	24 (28,6±5,0)	84 (52,2%)
Всього	7 (4,3±1,5)	22 (13,7±2,7)	83 (51,6±3,9)	49 (30,4±3,6)	161 (100%)

Число ступенів свободи дорівнюється 3; Значення критерію  $\chi^2$  становить 0.889

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  становить 7.815

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0.05$  Рівень значимості  $p = 0.829$

Рішення  $\gamma_0$ : немає відмінностей

За даними табл. 6.7 більшість СТ легень локалізувалися у центральній та периферійній зоні - 83 (51,6±3,9), потім у грудній стінці та вільно лежачих у плевральній порожнині – 49 (30,4±3,6), наступною за частотою була прикоренева зона – 22 (13,7±2,7) та найменш їх було у середостінні – 7 (4,3±1,5).

При використанні ендовідеоендоскопічних технологій та магнітного хірургічного інструменту під час оперативних втручань було видалено в основній групі 42 (54,5%), в групі порівняння – 23 (27,4%) СТ, при цьому 10 (15,4%) СТ були видалені при ускладненому перебігу післяопераційного

періоду, за рахунок наявності запального процесу поряд із бронхом, великими судинами, гнійним процесом в терміни від 1 місяця до 2 років.

За розмірами СТ було видалено всі великі сторонні тіла – 9 (13,8%), частина середніх розмірів – 35 (53,9%) та частина малих СТ – 21 (32,3%). Таким чином, всі великі СТ було видалено, більшість СТ середніх розмірів видалено та менша частина СТ малих розмірів. Всі сторонні тіла легень були металеві та мали феромагнітні властивості.

Слід підкреслити, що обсяг оперативного втручання не повинен перевищувати обсяг ушкодження, що мінімізує операційну травму.

Розподіл сторонніх тіл легень за розмірами та локалізацією має важливе значення при виборі тактики оперативного лікування. Наші погляди щодо вимог до видалення сторонніх тіл легень вогнепального походження за даними клініки в залежності від розміру СТ та його розташування у легені надані в табл. 6.8.

*Таблиця 6.8*

**Вимоги до видалення сторонніх тіл легені в залежності від локалізації його розташування і розміру**

№ п/п	Зона розташування у легені	Розмір стороннього тіла		
		Малий	Середній	Великий
1	I (периферична)	Видалення обов'язкове	Видалення обов'язкове	Видалення обов'язкове
2	II (центральна)	Видалення необов'язкове	Видалення обов'язкове	Видалення обов'язкове
3	III (прикоренева)	Видалення необов'язкове	Видалення необов'язкове	Видалення обов'язкове

Ми вважаємо, що видалення сторонніх тіл легень з використанням сучасних малоінвазивних технологій та використанням сучасного магнітного інструменту показано при: наявності СТ великих розмірів поза залежності від локалізації, наявності СТ середніх розмірів при периферійній та центральній локалізації, наявності СТ малих розмірів при периферійній локалізації в

легенях; при наявності гнійних ускладнень, джерелом яких є стороннє тіло; прилеганні до судин, бронхів, трахеї, стравоходу, перикарду, серця.

Відносними протипоказаннями при цьому є: відсутність відеоендоскопічного обладнання, а також сучасних магнітних інструментів. Протипоказано видалення СТ при наявності стороннього тіла малих розмірів в центральній та прикореневій зоні, середніх розмірів стороннього тіла при локалізації в прикореневій зоні. Таким чином, розподіл СТ за локалізацією та розмірами дозволяє чітко визначитися з тактикою хірургічного лікування та уникнути післяопераційних ускладнень.

У табл. 6.9 представлено термін знаходження дренажа у плевральній порожнині у поранених досліджуваних груп.

*Таблиця 6.9*

**Термін знаходження дренажа у плевральній порожнині у поранених досліджуваних груп**

Групи $t=0,43$ ; $t_{кр}=1,695$	Термін, доба $M \pm \delta$
Основна група (n=45)	$3,5 \pm 1,7$
Група порівняння (n=46)	$3,4 \pm 1,4$

$t > t_{кр}$ , є розбіжність  $\alpha=0,05$

Статистика Стьюдента:  $t=0,43$ ;

Критична статистика (для рівня значення  $p=0,05$ )  $t_{кр}=1,695$ ;

Прийняте рішення:  $\gamma_0$  (розбіжностей в даних для порівнюваних груп немає, оскільки  $t < t_{кр}$ )

Аналізуючи результати хірургічного лікування між пораненими основної групи та групи порівняння за терміном надходження дренажу плевральній порожнині виявлена статистично не достовірна різниця:  $3,5 \pm 1,7$  діб у основній групі та  $3,4 \pm 1,43$  діб у групі порівняння. Порівняний термін знаходження дренажу в обох досліджуваних групах поранених може свідчити про настороженість лікарів і прагненні контролювати наявність й характер змісту плевральній порожнині на протязі довгого терміну. Також це може свідчити, що плевральний дренаж ставився не тільки з лікувальною, а й з діагностичною метою.

Всі показники, що було порівняно, представлено у табл. 6.10.

Таблиця 6.10

**Середні значення показників безпосереднього періоду у поранених досліджуваних груп**

Показники безпосереднього періоду	Основна група (n=97)	Група порівняння (n=110)
	M±δ	M±δ
Повнота видалення сторонніх тіл	1,8±0,1	3,7±0,1 <sup>1</sup> t=19,0; p=0,05
Тривалість видалення стороннього тіла, хв.	7,2±1,3	22,4±1,8 <sup>1</sup> t=9,68; p=0,05
Загальна тривалість оперативного втручання, хв.	30,3±2,6	85,5±2,8 t=20,44; p=0,05
Виразність больового синдрому за ВАШ	4,2±0,4	6,3±0,2 <sup>1</sup> t=6,64; p=0,05
Загальний ліжко-день, доба	9,5±1,3	19,6±1,1 t=8,39; p=0,05

Для усіх показників виконується умова  $t > t_{кр}$  (де  $t_{кр}=1,645$  при рівні значущості  $p=0,05$ ), тобто: є розбіжності

Як свідчать дані таблиці, повнота видалення СТ склала в основній групі  $1,8 \pm 0,1$ , а у групі порівняння -  $3,7 \pm 0,1$ . Тривалість видалення СТ склала в основній групі  $7,2 \pm 1,3$ , а у групі порівняння  $22,4 \pm 1,8$  хв. Застосування розроблених технологій видалення СТ вказують на меншу виразність больового синдрому, меншу тривалість оперативного втручання та більшу повноту видалення СТ.

Таким чином, всі показники безпосереднього післяопераційного періоду, що приведені вище статистично значно відрізняються між групою порівняння та основною групою з перевагою основної групи, що свідчило про більшу ефективність надання медичної допомоги пораненим цієї досліджуваної групи.

У табл. 6.11 представлено характеристику ускладнень в найближчому післяопераційному періоді у поранених досліджуваних груп.

Таблиця 6.11

**Характеристика ускладнень в найближчому післяопераційному періоді у поранених досліджуваних груп, n (%)**

Ускладнення	Досліджувані групи		Разом (n=207)
	Основна (n=97)	Порівняння (n=110)	
Нагоєння післяопераційної рани	-	7 ( 6,4%)	7 ( 3,4%)
Емпієма плеври	-	12 (10,9%)	12 ( 5,8 %)
Неспроміжність шва легені	1 ( 1 %)	2 ( 1,8%)	3 (1,4%)
Пневмонія	2( 2,1%)	11(10 %)	13(6,3%)
Абсцес легені	-	2( 1,8 %)	2(1%)
Внутрішньоплевральна кровотеча	1(1%)	4( 3,6%)	5(2,4%)
Нориці	-	3( 2,7%)	3(1,4%)
Разом	4( 4,1 %)	41( 37,3%)	45( 21,7 %)

Число ступенів свободи рівняється 6

Значення критерію  $\chi^2$  становить 5.994

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  становить 12.592

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0.05$

Значення статистик Уїлкоксона:  $W_1=29$ ,  $W_2=76$ .

Критичне значення для тесту Уїлкоксона (для рівня значимості  $p=0.05$ )  $W_{кр1}=36$ ,  $W_{кр2}=71$ .

Приймаємо рішення:  $\gamma_1$  – різниця в середніх значеннях для порівнюваних груп статистично значуща, оскільки  $W_1 < W_{кр1}$  та  $W_2 > W_{кр2}$ .

Проведено аналіз перебігу віддаленого післяопераційного періоду у термін від 3 місяців після проведення оперативного втручання за наявністю та кількістю ускладнень у поранених основної групи та групи порівняння. Загалом ускладнення у видаленому післяопераційному періоді відмічалися у 27 (38%) поранених групи порівняння та у 5 (8,1%) поранених основної групи. Кількість ускладнень у групі порівняння була більше майже у 5 разів. Так, пневмофіброз відмічався у 4 (6,5%) поранених основної групи та у 9 (12,7%) поранених групи порівняння. Хоча в групі порівняння він відмічався у двічі більше, до відносно значна кількість пневмофіброзу 4 випадки у основної групи, що пов'язане з об'ємом ураження легеневої тканини.

Значна відмінність у наявності плевро-легеневих спайок у 1 пораненого основної групи та у 12 поранених групи порівняння найвірогідніше пов'язана з більш частим застосуванням ЕВТС, яка меншою мірою травматизує тканини, у поранених основної групи. Остаточний больовий синдром спостерігався у 3 поранених групи порівняння, що пов'язане зі злуковим процесом плевральної порожнини. Пневмоцеле відмічалось у 2 поранених групи порівняння. Дихальна недостатність відмічалась у 1 пораненого групи порівняння.

Результати віддаленого післяопераційного періоду з урахуванням ускладнень простежені у 153 пацієнтів. З іншими хворими, що були включені у дослідження не було зв'язку (табл. 6.12).

Таблиця 6.12

**Характеристика ускладнень у поранених досліджуваних груп у віддаленому післяопераційному періоді, n (%)**

Ускладнення	Досліджувані групи		Разом (n=153)
	Основна (n=62)	Порівняння (n=71)	
Пневмоцеле	-	2 (2,8%)	2 (1,3%)
Пневмофіброз	4 (6,5 %)	9 (12,7%)	13 (8,5%)
Плевролегеневі спайки	1 (1,6 %)	12 (16,9%)	13 (8,5%)
Больовий синдром	-	3 (4,2%)	3 (2%)
Дихальна недостатність	-	1 (1,4%)	1(0,7%)
Разом	5 (8,1%)	27 (38%)	32 (20,9%)

Число ступенів свободи дорівнюється 4

Значення критерію  $\chi^2$  становить 3.993

Критичне значення  $\chi^2$  при рівні значимості  $p < 0.05$  становить 9.488

Зв'язок між факторним та результативними ознаками статистично не значущий, рівень значимості  $p > 0.05$

Рівень значимості  $p = 0.407$

Значення статистик Уїлкоксона:  $W_1 = 18,5$ ;  $W_2 = 36,5$ .

Критичне значення для тесту Уїлкоксона (для рівня значимості  $p = 0,1$ )  $W_{кр1} = 19$ ,  $W_{кр2} = 36$ .

Приймаємо рішення:  $\gamma_1$  – різниця в середніх значеннях для порівнюваних груп статистично значуще, оскільки  $W_1 < W_{кр1}$  та  $W_2 > W_{кр2}$ .

Грунтуючись на результатах анкети-опитувальника для уточнення даних найближчого та віддаленого періодів після поранення, було відзначено, що після лікування добрі результати збільшилися з 44 (62%) до 57 (91,9%), задовільні зменшилися з 24 (33,8%) до 5 (8,1%), а незадовільні - з 3 (2,3%) до повної відсутності.

Таким чином, узагальнюючі дані, що наведено у даному розділі, доведено, що застосування запропонованих методів діагностики та хірургічного лікування ВППГ виявили статистично більшу ефективність та меншу травматичність у поранених основної групи відносно поранених групи порівняння, що підтверджено статистично значимими відмінностями між показниками безпосереднього та відділеного післяопераційного періоду.

## **6.2. Лазерна візуалізація сторонніх тіл легень вогнепального походження**

З метою оцінки можливостей лазерної візуалізації сторонніх тіл легень вогнепального походження були досліджені всі 207 поранених військовослужбовців чоловічої статі, середній вік склав  $27,3 \pm 2,6$  років, які були проходили стаціонарне обстеження та лікування у військово-медичному клінічному центрі Північного регіону (ВМКЦ ПнР) та розподілені на дві групи: I (основна група) – 97 (47%) поранених, які надійшли на лікування протягом грудня 2016 – грудня 2019 року, де поряд з традиційними додатково використовувались удосконалені методи діагностики, діагностичного та хірургічного інструментарію та була застосована діагностично-лікувальна тактика за розробленим алгоритмом; II (група порівняння) – 110 (53%) поранених, які надійшли на лікування до ВМКЦ ПнР з квітня 2014 до грудня 2019 рік, де були застосовані традиційні методи діагностики та лікування: клінічне обстеження, рентгенологічне, мультиспіральну комп'ютерну томографію (МСКТ), первинна хірургічна обробка ран та видалення сторонніх тіл традиційним способом, без чітко визначених показань та протипоказань до відеоасистованої торакоскопії (ВАТС) та видалення сторонніх тіл.

Критерії включення у дослідження були: наявність вогнепальних проникаючих поранень грудей; наявність гемо- або пневмотораксу; наявність сторонніх тіл грудної клітки, виявлених при рентгенографії або комп'ютерній томографії; дренування плевральної порожнини з приводу вогнепальних проникаючих поранень грудей. Не включались у дослідження: поранені з важкістю ушкоджень за шкалою AIS IV-V ступеня; поранені з поєднаними або комбінованими пораненнями; поранені з летальним випадком лікування.

Показами до виконання лазерної візуалізації сторонніх тіл легень були неефективність магнітної діагностики. Для магнітодетекції та видалення феромагнітних СТ застосовували інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнин (Патент України на корисну модель №135918).

За даними клініки методи лазерної візуалізації м'яких тканин найбільш ефективними виявилися для візуалізації СТ та гематом (Патент України на корисну модель №135916). Під час огляду здійснювали просвічування ран джерелом видимого світлового випромінювання, причому в якості джерела світла використовували низькоінтенсивне випромінювання напівпровідникового лазера з довжиною хвилі 660 нм, що дозволяло отримати найбільшу глибину проникнення. Одночасно здійснювали компресію м'яких тканин випромінюючою поверхнею джерела випромінювання або пальцями руки, при цьому використовували два ідентичних джерела лазерного випромінювання, що розташовані під кутом  $90^{\circ}$ - $120^{\circ}$ , з можливістю переміщення один відносно іншого в одній площині до накладення двох світлових плям, як в бічних променях (джерело випромінювання збоку), так і в минаючому світлі при проходженні світлового джерела за досліджуваною ділянкою.

Лазерна візуалізація сторонніх тіл легень в стаціонарних умовах проводилася за допомогою апарату лазерного терапевтичного «Ліка-терапевт М» (ПМВП «Фотоніка Плюс», Черкаси, 2014) (рис. 6.7).



Рис. 6.7 Зовнішній вигляд приєднаної ендоскопічної лазерної насадки до апарату лазерного терапевтичного «Ліка – Терапевт М»

Найбільша кількість вогнепальних проникаючих поранень грудей (ВППГ) в обох групах 165 ( $79,7 \pm 2,8$ ), були осколкові, що пов'язане з більш активним застосуванням вибухової зброї, частими позиційними обстрілами та характером бойових дій під час АТО/ООС. Серед ВППГ проникаючими були  $14,28 \pm 1,9\%$  поранень. Найчастіше зустрічались поодинокі -  $90,8 \pm 2,0\%$ , осколкові -  $79,7 \pm 2,8\%$  ВППГ з ушкодженням лівої або правої плевральної порожнини – у  $94,76 \pm 3,5\%$  випадків.

Лазерна візуалізація сторонніх тіл легень під час торакоскопичних оперативних втручань виконувалась у 10 ( $9,7 \pm 0,3\%$ ) випадках.

Дані лазерної візуалізації сторонніх тіл легень показані на рис. 6.8-6.9.

У 3 ( $3,1 \pm 0,1\%$ ) випадках сторонні тіла легені були неферомагнітні великих розмірів (більш 10 мм). У 7 ( $7,2 \pm 0,2\%$ ) випадках глибина розташування великих сторонніх тіл була від 20 до 30 мм. Сторонні тіла малих (до 5 мм) та середніх (від 5 до 10 мм) за розмірами сторонніх тіл при лазерній візуалізації легень чітко не визначались.

Стороннє тіло (металевий осколок), видалений під час торакоскопичного оперативного втручання, показаний на рис. 6.10.

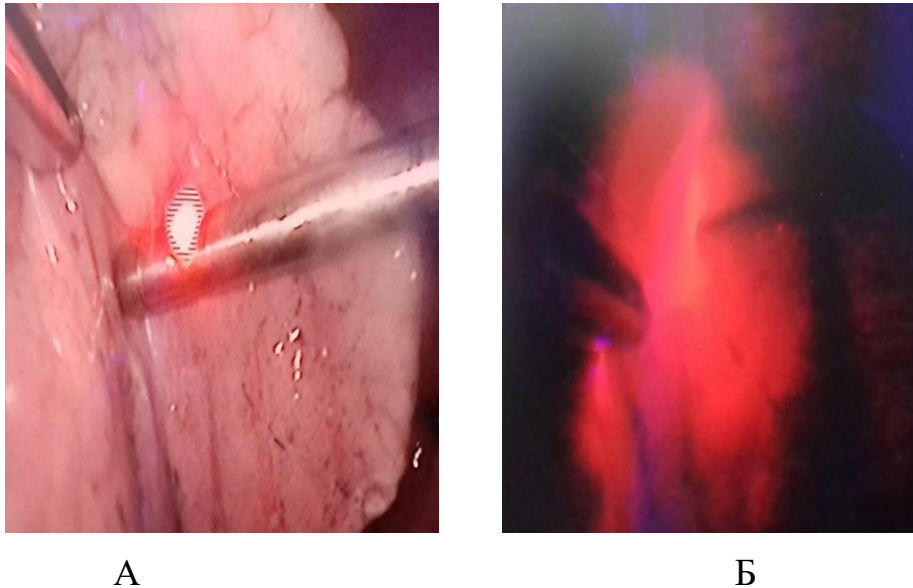


Рис. 6.8. Поранений К, 43 роки. Друга доба після поранення. Лазерна візуалізація стороннього тіла (металевого осколка) за допомогою ендоскопічної лазерної насадки в легені під час відеоторакоскопічного оперативного втручання. Визначається ознака локального темної плями в місці локалізації стороннього тіла. А – торакоскопічне освітлювання з лазерною візуалізацією; Б – лазерна візуалізація без торакоскопічного освітлювання.

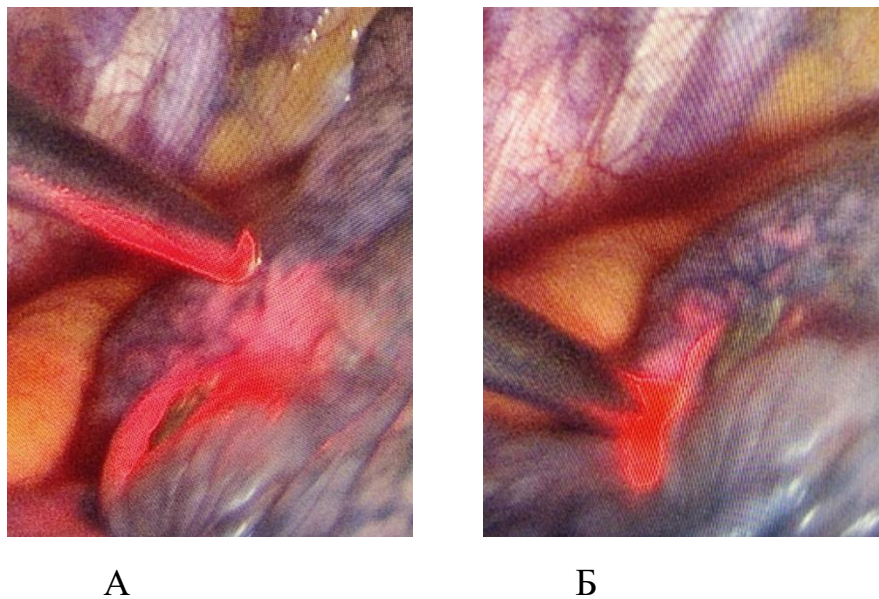


Рис. 6.9. Поранений Г, 44 роки. Друга доба після поранення. Лазерна візуалізація стороннього тіла (металевого осколка) за допомогою ендоскопічної лазерної насадки в легені під час відеоторакоскопічного оперативного втручання. Визначається ознака локального темної плями в місці локалізації стороннього тіла. А – металевий осколок в паренхімі легені при розташування джерела лазера зверху над стороннім тілом; Б – металевий осколок в паренхімі легені при розташування джерела лазера знизу під стороннім тілом

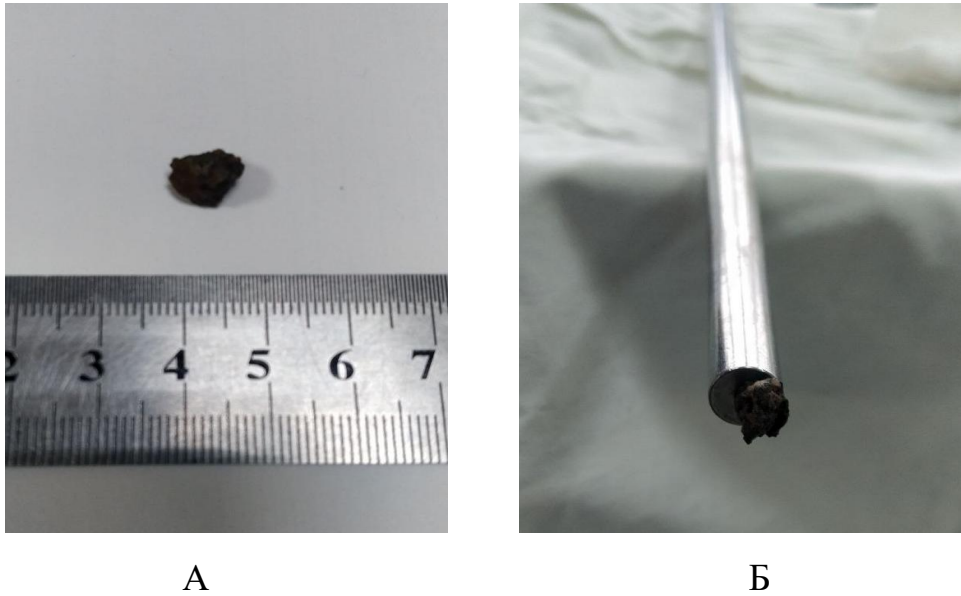


Рис. 6.10 Стороннє тіло (металевий осколок), видалене під час торакоскопичної операції: А – феромагнітний металевий осколок на інструменті ендоскопічному магнітному для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини; Б – зовнішній вигляд стороннього тіла.

На підставі проведеного дослідження слід підкреслити, що вивчення можливостей лазерної візуалізації сторонніх тіл легень є ще одним кроком до впровадження лазерних технологій в хірургії.

Таким чином, частота застосування лазерної візуалізації сторонніх тіл легень під час торакоскопичних оперативних втручань складає 9,7%.

Застосування інтраопераційної лазерної візуалізації для визначення місця розташування стороннього тіла є додатковим методом дослідження.

Лазерна візуалізація ефективна при пошуку великих за розмірами СТ, які розташовані на глибині до 30 мм, коли магнітна детекція не інформативна.

*Список праць, опублікованих за темою розділу дисертації:*

1. Бунін ЮВ, Замятін ПМ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Береснев СО, Провар ЛВ. Еволюція поглядів на розробку й впровадження сучасного хірургічного магнітного інструментарію на прикладі вогнепальних проникаючих поранень грудей. Харківська хірургічна школа. 2020;2:113-8. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2020.23>.
2. Купріячук ВВ, Бунін ЮВ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Хорошун ЕМ, Шипілов СА, Береснев СО. Показання та протипоказання до

- видалення сторонніх тіл легень вогнепального походження. Харківська хірургічна школа. 2021;3:43-7. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.3.2021.09>.
3. Nehoduiko V, Tsema Ie, Humenyuk K, Kravchenko K, Yurkiv O, Dubenko D, Khuda M, Myrhorodskiy D, Bunin Yu. Bilateral Gunshot Wounds to the Chest at Different Levels of Medical Care. *Journal of Education, Health and Sport*. 2021;11(04):92-100. DOI: <https://doi.org/10.12775/JEHS.2021.11.04.010>.
  4. Lurin IA, Khoroshun EM, Nehoduiko VV, Makarov VV, Bunin YuV, Salyutin RV, Tertyshnyi SV. Videothoracoscopic removal of a foreign body (arrow-shaped element) of gunshot origin from the vertebral body, using radiation and magnetic technologies. *Paediatric Surgery. Ukraine*. 2022;4(77):96-100. DOI: <https://doi.org/10.15574/PS.2022.77.96>.
  5. Tsumbaliuk VI, Lurin IA, Makarov VV, Nehoduiko VV, Buchnieva OV, Tertyshnyi SV, Bunin YV. A clinical case of gunshot shrapnel penetrating wound of the chest with injury to the inferior vena cava with migration of a foreign body along the blood stream. *Zaporozhye medical journal*. 2022;24(6):760-4. DOI: <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2022.6.266619>.
  6. Бойко ВВ, Мінухін ДВ., Серенко АА, Хащина ВО, Крицак ВВ, Ткаченко ВВ, Корж ПІ, Євтушенко ДО, Бунін ЮВ, Мінухін БД. Використання відеоторакоскопічних технологій в лікуванні поранених з бойовою торакальною травмою на етапі спеціалізованої хірургічної допомоги. Харківська хірургічна школа. 2024;2-3:223-9. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2-3.2024.43>.
  7. Khoroshun E, Negoduiko V, Makarov V, Bunin Yu, Smolyannik K, Dotsenko V. Випадок використання мініінвазивних технологій при вогнепальному пораненні грудей з ушкодженням середостіння. *Медицина невідкладних станів*. 2024;19(8):524–8. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.8.2023.1642>.

## АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

З початком військових операцій АТО/ООС на Сході України різко зросла кількість постраждалих з ВППГ, яка за даними вітчизняних авторів склала 8-12%, з яких 20,4% були проникаючими, ці ушкодження характеризувались високим відсотком ускладнень з 14,7 до 37 % та летальністю до 8%.

Засоби та методи лікування та діагностики ВППГ, що використовувались традиційно (скарги, анамнез, фізичний огляд, рентгенографія, лабораторні дослідження) дозволяють судити про важкість та характер ушкодження з певною часткою ймовірності. Ревізія при торакотомії дає більш повноцінні данні, але є досить травматичною та черезмірною в якості діагностичного методу.

Застосування відеоасистованої торакоскопії (ВАТС) дозволяє встановити не тільки локалізацію ушкодження, його важкість, розвиток ускладнень, а також прийняти ґрунтовне рішення про подальшу хірургічну тактику. Окрім того ВАТС поєднує в собі як діагностичні, так і лікувальні маніпуляції. Не дивлячись на очевидні переваги ВАТС для діагностики та лікування ВППГ метод використовується недостатньо. Разом з відсутністю обладнання та підготовлених фахівців, можливо назвати недостатньо відпрацьовані протоколи на використання ВАТС.

Для впровадження ВАТС у повсякденну практику лікування та діагностики ВППГ необхідно мати клінічний досвід застосування ВАТС, уточнення та вдосконалення цього методу. Використання ВАТС при ВППГ сприятиме збільшенню обсягів та якості високотехнологічних сучасних методів лікування. У більшості лікувальних закладів надання допомоги пацієнтам з ВППГ засновані лише на «традиційних» методах діагностики та лікування, без використання ВАТС; данні про використання ВАТС недостатні, або суперечливі; не існує загальноприйнятого протоколу діагностики та лікування пацієнтів з ВППГ з використанням ВАТС; невелика кількість

наукових досліджень, що освітлюють можливості ВАТС при ВППГ; існуючи напрацювання як правило не пристосовані до умов військово-мобільних госпіталів та ВМКЦ ПнР регіону, де працюють військові лікарі з пораненими з даним видом ушкоджень. Усе вищевикладене визначило актуальність та необхідність проведення даного дослідження.

Метою дослідження було покращення результатів діагностики та хірургічного лікування поранених з ВППГ шляхом використання сучасних технологій та оптимальної хірургічної тактики. В процесі дослідження потрібно було вирішити наступні завдання: проаналізувати сучасну бойову травму грудей в умовах АТО/ООС; вивчити незадовільні результати діагностики та лікування бойової травми грудей; розробити нові малоінвазивні техніки діагностики та лікування бойової травми грудей; вивчити судово-медичні, патоморфологічні та імуногістохімічні зміни при бойової травми грудей; провести порівняльний аналіз застосування розроблених та існуючих методів діагностики та лікування бойової травми грудей.

Дослідження було проведено проспективно та ретроспективно. З квітня 2014 по грудень 2019 року у відділення хірургічної клініки ВМКЦ ПнР було госпіталізовано 2161 поранений з вогнепальними ушкодженнями грудної клітки, з них з проникаючими пораненнями 308, що зіставило 14,28% від усіх поранених у грудну клітину.

Загалом у дослідженні взяли участь 207 поранених військовослужбовців, які були розподілені на дві групи:

I (основна група) – 97 (47%) поранених, які надійшли на лікування протягом грудня 2016 р. – грудня 2019 р. У поранених основної групи поряд з традиційними додатково використовувались удосконалені методи діагностики, діагностичного та хірургічного інструментарію та була застосована діагностично-лікувальна тактика за розробленим алгоритмом.

II (група порівняння) – 110 (53%) поранених, які надійшли на лікування до ВМКЦ ПнР з квітня 2014 р. до грудня 2019 р. У поранених групи порівняння були застосовані традиційні методи діагностики та лікування: клінічне

обстеження, рентгенологічне, МСКТ, ХО та видалення сторонніх тіл традиційним способом, без чітко визначених показань та протипоказань до VATC та видалення СТ.

Критерії включення у дослідження були: наявність вогнепальних проникаючих поранень грудей; наявність гемо- або пневмотораксу; наявність сторонніх тіл грудної клітки, виявлених при рентгенографії або комп'ютерній томографії; дронування плевральної порожнини з приводу вогнепальних проникаючих поранень грудей. Не включались у дослідження: поранені з важкістю ушкоджень за шкалою AIS IV-V ст.; поранені з поєднаними або комбінованими пораненнями; поранені з летальним випадком лікування.

Достовірно виявлено, що більшість хворих знаходилась у віковій групі 20-29 років. Що відповідало мобілізаційної політиці держави. Найбільша кількість ВППГ в обох групах 165 ( $79,7 \pm 2,8$ ), були осколкові, що пов'язане з більш активним застосуванням вибухової зброї, частими позиційними обстрілами та характером бойових дій під час АТО/ООС. Серед ВППГ проникаючими були  $14,28 \pm 1,9\%$  поранень. Найбільш часто зустрічались поодинокі  $90,8 \pm 2,0\%$ , осколкові  $79,7 \pm 2,8\%$  ВППГ з ураженням лівої або правої плевральної порожнини  $94,76 \pm 3,5\%$ .

При аналізі причин незадовільних результатів діагностики ВППГ виявлено, що для діагностики мало застосовувались найбільш сучасні та достовірні інструментальні методи дослідження органів грудної клітини: ультразвукове, діагностична торакоскопія, мультіспіральна комп'ютерна томографія. Найбільш доступні неінструментальні методи дослідження, такі як збір скарги, даних анамнезу, фізикальний огляд та лабораторні методи дослідження виявились при ВППГ не достатньо специфічними та мало інформативними.

Незадовільною причиною результатів лікування виявилась неоправдана вижидальна хірургічна тактика після отримання вогнепального поранення у груді. Часте застосування торакотомій, відсутність чітких розмежувальних показань до хірургічного втручання та консервативного ведення поранених

також погіршували показники результатів лікування, відсутність спеціального хірургічного інструмента для видалення СТ легень.

Виявлені причини незадовільних результатів лікування послужили підставою для більш широкого застосування сучасних інструментальних методів дослідження, а також для розробки та застосування нових малоінвазивних діагностичних методів, таких як відеоторакоскопія з застосуванням ЛВ, ФД та магнітодетекції, ультразвукове дослідження для визначення обсягу ураження легень та контролю якості лікування, об'єктивізований контроль за поступленням повітря з плевральних порожнин за допомогою витратоміра Коріоліса.

Одною з проблем, з якою ми торкнулися у ході дослідження була велика похибка при визначенні розмірів сторонніх тіл легень у ході МСКТ. В зв'язку у з чим для підвищення точності досліджень було виконане експериментальне застосування технологій математичного моделювання та комп'ютерного зору для підвищення точності діагностики сторонніх тіл легень, підвищені діагностичні можливості МСКТ ОГК.

Математичне моделювання дозволило підвищити точність діагностики розмірів СТ легень за рахунок урахування їх щільності та мінімізує помилки пов'язані з широким діапазоном щільності матеріалу сторонніх тіл (метал, скло, дерево, пластмаса).

Технологія комп'ютерного зору дозволила підвищити деталізацію СТ легень та мінімізувати помилки в діагностики розмірів СТ які виникають за рахунок значної різниці рентгенологічної щільності меж тканинами організму і металом та дозволяють усунути вплив артефакту «блиску» металу у тканинах. Підвищення точності доопераційного визначення розмірів СТ за допомогою запропонованих методик дозволило більш адекватно провести верифікацію, класифікацію СТ та визначити подальшу хірургічну тактику.

Для поглиблення фундаментальних знань, щодо та уточнення змін, які виникають при вогнепальних пораненнях, були досліджені морфологічні зміни у тканинах легень, що виникають при ВППГ. При гістологічних

дослідженнях фрагментів тканин легень та прилеглих тканин, видалених під час хірургічних втручань у 38 (18,3%) поранених, в період від 1 доби до 1,5 років після отримання вогнепального поранення виявлені різноманітні альтеративні зміни – від дистрофічних до некротичних та виразні порушення гемодинаміки. Виявлено, що в перші години після вогнепального проникаючого поранення грудної клітини з ураженням легень превалюють гемодинамічні порушення, які пов'язані з великими геморагіями, імбібіцією кров'ю усіх тканин легень: плеври, судин, придатків шкіри з гіпоксією, вторинними некрозами та дистрофією м'язової, фіброзної, жирової тканини та судин з ателектазами та дистелектазами, які порушують трофіку і регенерацію тканин легень.

Виявлено, що основний вид некрозу – фібриноідний - зумовлений структурою судинного русла. На фоні альтерації усіх видів тканини, аж до лізису та фібриноідного некрозу в легенях дуже швидко, протягом декількох годин після поранення виникають запальні процеси з признаками хронічного запалення, що дає підставу вважати наявність у молодих поарнених хронічного бронхіту, що розвився до поранення. Це могло бути пов'язано з палінням сигарет, несприятливими умовами знаходження в окопах, холодному приміщенні, тощо.

Виявлена особливість патоморфології вогнепального поранення легеневої тканини, що обумовлена її структурою, де стінки альвеол респіраторного апарату легень представлені капілярами, з зовнішньою адвентиційною оболонкою, яка являється камбіальною, для сполучної рубцевої тканини, що згодом заміщує любі ушкодження і травми. В організмі тяжкість ушкодження легеневої тканини зумовлена як вираженим геморагічним синдромом, так і формуванням в судинах обтуруючих, або стенозуючих тромбів, які посилюють порушення гемодинаміки та трофіки тканин будь якого генезу.

Травматичний стан пораненої легені позначається не тільки на регіонарному кровотоці, але й на гемодинаміці та трофіці усіх органів та систем

на рівні організму у зв'язку з порушенням оксигенації тканин, особливо серця та ЦНС, які є найбільш чутливими до впливу гіпоксії. Також тривалий час персистуюча патологія судин і всіх тканин регіону сприяє прогресії склеротичних вогнищ в легенях. Оскільки хронічні процеси не виліковні, то метою лікарів є домогтися подовження термінів ремісії і скорочення кількості, загострень. Вогнепальні поранення легень - це важка патологія, що впливає на якість життя пацієнта і порушує серцево-легеневу діяльність з залученням до патологічного процесу як усіх органів, так і всього організму. Вогнепальні поранення легень з ураженням плеври призводять до порушення функції дихання і оксигенації всього організму, хронічного плевриту, хронічного бронхіту з залученням респіраторного відділу легень. Порушення гемодинаміки в зв'язку з наявністю кіптяви, порохових газів і інтоксикації в результаті некротичних змін в ареалі ушкоджень призводить до тромбозу з обтурацією і стенозом судин, що веде за собою каскад локальних порушень структури і функцій легень і як наслідок до легенево-серцевої недостатності.

Спостереження за динамікою ранового процесу після проникаючого кульового поранення в хронологічному порядку дозволяє констатувати відсутність процесів репарації і регенерації у зв'язку з токсичним і фізичним впливом ранового вмісту: кіптяви, металу, які підтримують вторинні порушення гемодинаміки і кровопостачання, порушуючи трофіку і регенерацію тканин.

При імуногістохімічному дослідженні виявлено, що травматичні порушення у паренхимі легень при ВППГ вже у перші години від моменту поранення супроводжуються накопиченням CD68<sup>+</sup>-макрофагів. До кінця другої-третьої доби CD68<sup>+</sup>-макрофаги розташовуються компактно у демаркаційній зоні, відмежуючи вогнища геморагій та некрозів від фокусів дис- і ателектазів. CD68<sup>+</sup>-макрофаги зберігаються у розповсюджених ділянках фіброзу і через 10 місяців від моменту ВППГ та стають основними продуцентами TGF- $\beta$ 1 і VEGF. Трансформуючий фактор росту TGF- $\beta$ 1 і судинно-ендотеліальний фактор росту VEGF виявляються у великій кількості

у макрофагах, лейкоцитах, лімфоцитах, фібробластах та ендотелії судин з першої доби травматизації паренхіми легень; до 10 доби експресія TGF- $\beta$ 1 стає значною, тоді як VEGF слабо маркує ендотеліоцити капілярів, артерійол, поодинокі макрофаги. Така імуногістохімічна картина пояснює довготривалий період загоєння ВППГ: в умовах хронізації запального процесу навколоранові осередки тканини легень стають неспроможними до неоангіогенезу.

Вміст патологічного колагену IV типу (Collagen IV) у першу добу вогнепального поранення є мінімальним, зростає до 10 доби та виявляється у полях фіброзу та дистелектазів паренхіми легень через 10 місяців. Його наявність також може обумовлювати слабкий потенціал заміщення ранового каналу сполучнотканинним рубцем. Визначення ІГХ-методом експресії CD68, TGF- $\beta$ 1, VEGF та Collagen IV в невеликих шматочках тканини легень, вилучених під час ВАТС, у перші 10 діб від моменту ВППГ та на подальших етапах лікування поранених допоможе прогнозувати перебіг бойової травми і коригувати методи її терапії. Таким чином, вогнепальне ураження легеневої тканини диктує необхідність індивідуалізації в оптимізації хірургічного та консервативного лікування.

Впровадження нових технологій, розроблених з урахуванням виявлених причин незадовільних результатів лікування та отриманих морфологічних даних дозволило значно покращити результати діагностики та лікування.

Так, при використанні ендовідеоендоскопічних технологій та магнітного хірургічного інструменту під час оперативних втручань було видалено в основній групі 42 (54,5%), в групі порівняння – 23 (27,4%) сторонніх тіла, при цьому 10 (15,4%) СТ були видалені при ускладненому післяопераційному перебігу, за рахунок наявності запального процесу поряд з бронхом, великими судинами, гнійним процесом в терміни від 1 місяця до 2 років.

За розмірами сторонніх тіл було видалено всі великі сторонні тіла – 9 (13,8%), частина середніх розмірів – 35(53,9%) та частина малих СТ – 21(32,3%). Таким чином, всі великі СТ видалені, більшість СТ середніх

розмірів видалено та менша частина СТ малих розмірів. Всі сторонні тіла легень були металеві та володіли феромагнітними властивостями.

Отримані клінічні та морфологічні дані стали підставою для розробки комплексного діагностичного-лікувального алгоритму при ВППГ з диференційованим визначенням обсягу лікування залежно від обсягу ураження тканин легень, наявності, кількості, розмірів та розташування СТ та ступеня герметизації паренхіми легені.

У дисертації представлено вирішення актуального науково-практичного завдання військової хірургії - поліпшення результатів лікування військовослужбовців з ВППГ, які приймали участь в бойових діях в зоні проведення АТО/ООС на сході України, шляхом застосування удосконалених методів апаратної та інструментальної діагностики, нових хірургічних інструментів та технологій для діагностики та видалення сторонніх тіл вогнепального генезу, впровадження малоінвазивних удосконалених методик ендовідеоторакоскопії, розробці та впровадженню нових об'єктивних показань до хірургічного втручання з метою відновлення герметичності легень.

На підставі визначення особливостей патогенезу, діагностики, оцінки важкості стану, застосування сучасних технологій запропонована та впроваджена у клініку удосконалена діагностично-лікувальна тактика у поранених з ВППГ.

В віддаленому післяопераційному періоді кількість спостережень пневмофіброзу зменшилась з 9 (12,7%) до 4 (6,5%), плевро-легеневих спайок з 12 (16,9%) до 1 (1,6%), а загалом ускладнення зменшились з 27 (38%) до 5 (8,1%) випадків. Відмічалось значне покращення лікування поранених з ВППГ, при цьому: добрі результати лікування збільшились з 44 (62%) до 57 (91,9%), задовільні зменшились з 24 (33,8%) до 5 (8,1%), незадовільні зменшились з 3 (2,3%) до повної відсутності. Відмічалось зменшення загального ліжко-дня з  $19,6 \pm 1,1$  у групи порівняння до  $9,5 \pm 1,3$  у основній групі. Застосування нової діагностично-лікувальної тактики дозволило

зменшити кількості ускладнень у найближчому післяопераційному періоді з 41 (37,3%) до 4 (4,1%).

Отримані нові дані щодо морфо-функційних особливостей вогнепальних поранень легень будуть корисним підґрунтям для подальшого розвитку фундаментальної медичної науки. Впровадження результатів дисертаційного дослідження у практичну роботу хірургічних відділень ВМКЦ ПнР, ВМКЦ ПР, відділення невідкладної хірургії, травматичного шоку, військової хірургії з хірургією надзвичайних станів ДУ «ІЗНХ ім. В.Т. Зайцева НАМН України» дозволило доказово покращити результати лікування поранених з ВППГ і сприяти поліпшенню якості їхнього життя в майбутньому.

Сподіваємося, що отримані нами нові теоретичні дані та практичні результати даного дисертаційного дослідження будуть корисними для медичної науки і практичної охорони здоров'я України.

## ВИСНОВКИ

У дисертації представлено вирішення актуального науково-практичного завдання військової хірургії - поліпшення результатів лікування військовослужбовців з ВППГ, які приймали участь в бойових діях в зоні проведення АТО/ООС на сході України, шляхом застосування удосконалених методів апаратної та інструментальної діагностики, нових хірургічних інструментів та технологій для видалення сторонніх тіл вогнепального генезу, впровадження малоінвазивних удосконалених методик відеоторакоскопії, розробці та впровадженню нових об'єктивних показань до хірургічного втручання з метою відновлення герметичності легень.

1. У структурі сучасної бойової травми грудей в умовах АТО/ООС серед поранених з вогнепальними ушкодженнями грудної клітки, проникаючими є  $14,28 \pm 1,9\%$  випадків. Найбільш розповсюдженими є поодинокі  $90,8 \pm 2,0\%$ , осколкові  $79,7 \pm 2,8\%$  ВППГ з ураженням лівої або правої плевральної порожнини  $94,76 \pm 3,5\%$ .
2. Незадовільні результати діагностики ВППГ пов'язані недостатнім з застосуванням сучасних інструментальних високотехнологічних методів обстеження (УЗД, ВТС, МСКТ), а неінструментальні методи (скарги, анамнез, фізикальний огляд, лабораторні дослідження) не є специфічними та інформативними. Незадовільні результати лікування у поранених групи порівняння пов'язані з неврахуванням топографо-анатомічної ділянки поранення, вижидальною тактикою після поранення, більш частим застосуванням торакотомій, відсутністю чітких розмежувальних показань до хірургічного втручання та консервативного ведення цієї категорії поранених.
3. Розроблено та впроваджено нові малоінвазивні діагностичні методи, а саме: ендовідеоторакоскопія із застосуванням лазерної візуалізації, флуоресцентної діагностики та магнітодетекції; УЗД для визначення обсягу ураження легень та контролю якості лікування; об'єктивізований контроль за поступленням повітря з плевральних порожнин за допомогою

витратоміра Коріоліса. Розроблено та опрацьовано нові хірургічні інструменти та технології для діагностики та видалення сторонніх металевих феромагнітних тіл під час ВАТС та торакотомій; удосконалено показання та протипоказання до ВАТС у поранених з ВППГ на III рівні надання МД; запропоновано новий діагностично-лікувальний алгоритм.

4. Використання алгоритму «комп'ютерного зору» дозволяє чітко визначити розміри стороннього тіла легень з похибкою від 6,8 до 7,2%, що має значення для поглибленої діагностики та розробці подальшої хірургічної тактики. Також слід зазначити, що використання методик комп'ютерного зору збільшують деталізацію сторонніх тіл у поранених із ВППГ. Математичне моделювання дозволяє підвищити точність діагностики розмірів СТ легень за рахунок урахування їх щільності та мінімізує помилки пов'язані з широким діапазоном щільності матеріалу сторонніх тіл (метал, скло, дерево, пластмаса).
5. Патоморфологічні зміни при бойовій травми грудей переважно представлені гемодинамічними порушеннями, що пов'язані з масивними геморагіями, імбібіцією кров'ю усіх тканин легень з гіпоксією, вторинними фібриноїдними некрозами та дистрофією м'язової, фіброзної, жирової тканини та судин з ателектазами та дистелектазами, які порушують трофіку і регенерацію тканин легень. За даними ІГХ досліджень виявлено, що трансформуючий фактор росту TGF- $\beta$ 1 і судинно-ендотеліальний фактор росту VEGF виявляються у великій кількості у макрофагах, лейкоцитах, лімфоцитах, фібробластах та ендотелії судин з першої доби травматизації паренхіми легень; до 10 доби експресія TGF- $\beta$ 1 стає значною, тоді як VEGF слабо маркує ендотеліоцити капілярів, артеріол, поодинокі макрофаги. Така імуногістохімічна картина пояснює довготривалий період загоєння ВППГ: в умовах хронізації запального процесу навколоранові осередки тканини легень стають неспроможними до неоангіогенезу. Наявність патологічного колагену IV типу (Collagen IV) у полях фіброзу та дистелектазів паренхіми легень, в термін до 10 місяців

після ВППГ, обумовлює слабкий потенціал заміщення ранового каналу сполучнотканинним рубцем.

6. При порівняльному аналізі застосування розроблених та існуючих методів діагностики та лікування виявлено зменшення кількості ускладнень у найближчому післяопераційному періоді з 41 (37,3%) до 4 (4,1%). У віддаленому післяопераційному періоді кількість спостережень пневмофіброзу зменшилась з 9 (12,7%) до 4 (6,4%), плевро-легеневих спайок з 12 (17%) до 1 (1,6%), а загалом ускладнення зменшились з 27 (37,5%) до 5 (8,1%) випадків. Після лікування добрі результати збільшились з 44 (62%) до 57 (91,9%), задовільні зменшились з 24 (33,8%) до 5 (8,1%), а незадовільні - з 3 (2,3%) до повної відсутності. Загальний ліжко-день склав  $9,5 \pm 1,3$  у основний групі та  $19,6 \pm 1,1$  у групи порівняння.

### **ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

1. Малоінвазивний метод ендовідеоторакоскопії, що виконується в перші години після надходження пораненого з ВППГ в клініку, дозволяє первинно виявити бойові пошкодження, наявність точного обсягу гемотораксу і гемоперикарду та негайно прийняти обґрунтоване рішення щодо вибору подальшої хірургічної тактики.
2. Проведення ранньої ендовідеоторакоскопії дає можливість діагностувати плевральні ускладнення травми грудей, післятравматичні пошкодження внутрішньогрудних органів, зробити їх ендоскопічну корекцію, а також здійснити профілактику можливих життєво загрозливих ускладнень, що не обтяжує при цьому стан пораненого. Застосування в клініці ранніх ендовідеоторакоскопічних втручань дозволяє істотно скоротити терміни госпітального етапу лікування і досягти задовільних функціональних результатів в післяопераційному періоді.
3. Клінічне використання розробленого способу відеоендоскопічної лазерної візуалізації внутрішніх органів плевральної та черевної порожнин, а також

пристроїв для фіксації феромагнітних сторонніх тіл та ендоскопічного магнітного інструменту для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини, за допомогою яких виконують екстрені малоінвазивні малоінвазивні оперативні втручання в супроводі допоміжної ВАТС, дозволяє забезпечити підвищення ефективності та безпеки хірургічного лікування поранених із ВППГ.

4. Впровадження в клініку нових сучасних методів і технологій дозволяє поліпшити комплексну діагностику і хірургічне лікування, знизити інвалідизацію військових молодого віку, призвести до більш швидкого і повноцінного повернення їх до лав збройних сил України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас бойової хірургічної травми (досвід антитерористичної операції/операції об'єднаних сил) Під загальною редакцією ВІ. Цимбалюка. Харків: Колегіум, 2021; 385 с. ISBN 978-617-7687-16-9.
2. Бірюкова ТВ, Олар ОІ. Використання лазерного випромінювання в медицині. Український журнал медицини, біології та спорту. 2017;6(8): 171-4. DOI: <http://doi.org/10.26693/jmbs02.06.171>.
3. Бойко ВВ, Невзоров ВП, Невзорова ОФ, Замятін ПМ. Системна, ультраструктурна і хвильова морфометрія. Харків: Колегіум, 2019, 296 с. ISBN 987-617-7687-04-6.
4. Бойко ВВ, Невзоров ВП, Невзорова ОФ, Замятин ПН. Деформации внутриклеточних мембран и активность метаболизма при различной патологии. Харківська хірургічна школа. 2019;2:47-51.
5. Бойко ВВ, Прасол ВО, Роговський ВМ, Іванова ЮВ. Ушкодження магістральних судин (травми воєнного та мирного часів). Харків: Промінь, 2020; 216 с.
6. Бойко ВВ, Замятін ПМ, Береснєв СО, Замятін ДП, Бунін ЮВ, Провар ЛВ, Крицак В.В. Визначення лікувально-діагностичної тактики при проникаючих вогнепальних та колото-різаних пораненнях грудей за допомогою спіральної комп'ютерної томографії. Харківська хірургічна школа. 2020;4:47-54. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.4.2020.09>.
7. Бойко В, Замятін П, Бунін Ю, Береснєв С, Літвішко В, Замятін Д, Провар Л, Крицак В. Діагностичні можливості спіральної комп'ютерної томографії у поранених із комбінованими вогнепальними ушкодженнями грудної клітки. В: Conference Proceedings of the 3rd International Scientific Conference «Economic and Social Focused Issues of Modern World». (November 17-18, 2020). Bratislava, 2020;320-7. <http://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/27963>.

8. Бойко ВВ, Замятін ПМ, Прасол ВО, Бучнєва ОВ, Тарабан ІА, Замятін ДП. Новітні технології надання високоспеціалізованої хірургічної допомоги при вибухових пораненнях серця. Журнал НАМН України. 2023;3-4(29):140-6. DOI: <https://doi.org/10.37621/JNAMSU-2023-3-4-3>.
9. Бойко ВВ, Замятін ПМ, Крицак ВВ, Замятін ДП, Шевченко ОМ, Бунін ЮМ. Гнійний післятравматичний медіастиніт як ускладнення вогнепальних проникаючих поранень грудей. Харківська хірургічна школа. 2022;2:55-8. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2022.11>.
10. Бойко ВВ, Крицак ВВ, Замятін ПМ, Шевченко ОМ, Замятін ДП, Хорошун ЕМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮМ. Випадок успішного комбінованого хірургічного лікування пораненого із гнійним медіастинітом після пошкодження грудей і шиї вогнепального походження. Харківська хірургічна школа. 2022;3:67-9. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.3.2022.12>.
11. Бойко В.В., Бунін Ю.В., Верба А.В. [та ін.]. Лікування поранених з бойовими ушкодженнями грудей: монографія. Міністерство оборони України та ін. Тернопіль-Київ-Харків: Укрмедкнига, 2023; 236 с.
12. Бойко ВВ, Мінухін ДВ., Серенко АА, Хащина ВО, Крицак ВВ, Ткаченко ВВ, Корж ПІ, Євтушенко ДО, Бунін ЮВ, Мінухін БД. Використання відеоторакоскопічних технологій в лікуванні поранених з бойовою торакальною травмою на етапі спеціалізованої хірургічної допомоги. Харківська хірургічна школа. 2024;2-3:223-9. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2-3.2024.43>.
13. Бойко ОВ, Волкова ЮВ, Замятін ПМ, Литвишко ВО, Ткачук ОЮ, Замятін ДП. Діагностика післятравматичних порушень за даними лабораторних та інструментальних досліджень у хворих із поєднаною торакальною травмою (огляд літератури). Харківська хірургічна школа. 2020;5/6:55-60. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.5-6.2020.10>
14. Бойова травма серця, грудної аорти та магістральних судин кінцівок. Лазоришинець ВВ. та ін.; під заг. ред. акад. НАМН України, чл.-кор. НАН

України, д-ра мед. наук, проф. Цимбалюка ВІ; Нац. акад. мед. наук України, Тернопіл. нац. мед. ун-т ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України. Київ; Тернопіль: ТНМУ, 2019;427 с.

15. Бойова торакальна травма: новий клінічний протокол. Дубров СО, Лінчевський ОВ, Гаращук ОВ. та співавт. Переклад Bowen D, Antevil J, Gurney J, et al.: Joint Trauma System Clinical Practice Guideline (JTS CPG): Wartime Thoracic Injury (CPG ID:74). Київ, 2018. МОЗ України, 2024; 40 с.
16. Бунін ЮВ, Замятін ПМ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Береснєв СО, Провар ЛВ. Еволюція поглядів на розробку й впровадження сучасного хірургічного магнітного інструментарію на прикладі вогнепальних проникаючих поранень грудей. Харківська хірургічна школа. 2020;2:113-8. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2020.23>.
17. Бунін Ю, Вакулік Є, Михайлусов Р, Негодуйко В, Смеляков К, Ясинський О. Оцінка розмірів стороннього тіла легені з застосуванням алгоритмів комп'ютерного зору. Експериментальна і клінічна медицина. 2020;89(4):87-94. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2020.89.04.13>.
18. Бунін Ю, Михайлусов Р, Негодуйко В, Якімова Т. Особливості патоморфозу вогнепальних ран легень. Медицина сьогодні і завтра. 2021;90(1):4-12. DOI: <https://doi.org/10.35339/msz.2021.90.01.01>.
19. Бунін ЮВ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ., Попова ОМ, Хорошун ЕМ. Оцінка можливостей ультразвукової діагностики посттравматичного пульмоніту при вогнепальному пораненні органів грудної порожнини в динаміці. Вісник проблем біології і медицини. 2021;2(160):173-6. DOI: <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2021-2-160-173-176>.
20. Бунін Ю, Михайлусов Р, Негодуйко В, Нечуйвітер О, Першина Ю, Ясинський О. Математичне моделювання променевої діагностики сторонніх тіл легень вогнепального походження. Медицина сьогодні і завтра. 2021;90(2):30-9. DOI: <https://doi.org/10.35339/msz.2021.90.2.bmn>.

21. Бучнева ОВ, Крючков Є Д. Досвід хірургічного лікування пошкоджень серця отриманих внаслідок бойових дій. Харківська хірургічна школа. 2019;1:141-4.
22. Воєнно-польова хірургія. За ред. ЯЛ. Заруцького, ВЯ. Білого; МО України, МОЗ України. Київ: Фенікс, 2018;544 с.
23. Дикан ИМ. Лучевая диагностика торакальных огнестрельных ранений. Радиация Diagnostics, Радиация Терапия 2020;2:70–80. <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-2-6>.
24. Гержик КП. Використання мініінвазивних оперативних втручань при бойових пораненнях та травмах грудей. Одеський Медичний журнал. 2019;4/5(174/175):41–4.
25. Гержик КП, Мамай НО, Севергін ВС, Худа МЮ. Особливості знеболювання під час проведення відеоторакокопічних оперативних втручань у поранених з бойовою травмою грудної клітки. Сімейна медицина. 2020;1-2:146-9.
26. Гетьман ВГ, Сафонов ВС, Кравченко КВ, Худа МЮ, Дудла ДІ. Лікувальна тактика при ускладненнях та наслідках бойової травми грудної клітки. В: Зб. наук. робіт ХХІV з'їзд України, присвячений 100-річчю з дня народження академіка О.О.Шалімова (Київ, 26-28 вересня 2018 р.); с. 15-16.
27. Запорожан ВМ, Білий ВЯ, Денисенко ВМ, Асланян СА. Воєнно-польова хірургія; за ред. ЯЛ. Заруцького, В.М. Запорожана. Одеса, ОНМедУ, 2016; 389с.
28. Заруцький ЯЛ, Асланян СА, Борзих ОВ. та співавт. Хірургічне лікування поранених з ускладненими торакальними ушкодженнями. Клінічна хірургія. 2020;87(11/12):3-9.
29. Карамішев ДВ, Гордієнко Л. Тактична медицина та безпека в умовах бойових дій. Львів: Магнолія, 2023;318 с.
30. Кравчук В, Саган В. Застосування протоколу Tactical Combat Casualty Care та алгоритму MARCH у системі підготовки військовослужбовців

при наданні домедичної допомоги в умовах ведення бойових дій. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. 2023;3:146-67.

31. Кукуруз ЯС, Новіков ФМ. Система медичного забезпечення в умовах локальних війн та збройних конфліктів сьогодення. В: Зб. наук. праць УВМА «Проблеми військової охорони здоров'я». Київ, 2013. Вип. 38, Т. 2. – С. 17-18.
32. .Купріячук ВВ, Бунін ЮВ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Хорошун ЕМ та співавт. Показання та протипоказання до видалення сторонніх тіл легень вогнепального походження. Харківська хірургічна школа 2021. (3), 43-47. <https://doi.org/10.37699/2308-7005.3.2021.09>.
33. Лікування поранених з бойовими ушкодженнями живота (за досвідом АТО/ООС): монографія. За заг. ред. ВІ. Цимбалюка. Херсон: Олді+, 2022, 194 с. ISBN 978-966-289-621-3.
34. Мельниченко ОО. Особливості хірургічного лікування нестабільності грудинно-реберного каркасу при бойовій хірургічній травмі. Український журнал військової медицини. 2023;4(3):192-7.
35. Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Бунін ЮВ., Гриневич ВМ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Інструмент магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з кісток та суглобів. Патент України на корисну модель №130146. 2018 Лист 26.
36. Михайлусов Р.М, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Бунін ЮВ, Гриневич ВМ, Тітов ОП. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Насадка магнітна для відеоендоскопічних хірургічних втручань. Патент України на корисну модель №130147. 2018 Лист 26.
37. Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Шипілов СА, Холін ВВ, Худа МЮ, Бунін ЮВ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Спосіб відеоендоскопічної лазерної візуалізації

- внутрішніх органів черевної та плевральної порожнин. Патент України на корисну модель №135916. 2019 Лип 25.
38. Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Разбаков АМ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Худа МЮ. Пристрій для фіксації феромагнітних сторонніх тіл. Патент України на корисну модель №135917. 2019 Лип 25.
39. Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Худа МЮ, Шипілов СА, Бунін ЮВ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини. Патент України на корисну модель №135918. 2019 Лип 25.
40. Михайлузов РМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮВ, Кравченко КВ, Худа МЮ. Особливості білатеральних вогнепальних поранень грудей. Сучасні аспекти військової хірургії. В: Зб. наук. праць Національного Військово-медичного клінічного центру «ГВКГ», Української військово-медичної академії. Мат. XIV конференції–вебінару хірургів і анестезіологів Збройних сил України: «Організація хірургічної допомоги та анестезіологічного забезпечення при вогнепальних пораненнях та бойових травмах в умовах гібридної війни» (01-02 жовтня 2020 р.) С. 34-6.
41. Моделювання вогнепальних поранень. Під загальною редакцією Цимбалюка ВІ. Харків: Колегіум, 2022; 322 с. ISBN 978-617-0000-00-0.
42. Негодуйко ВВ, Михайлузов РМ, Разбаков АМ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Гриневич ВМ, Бунін ЮВ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Пристрій для фіксації феромагнітних сторонніх тіл м'яких тканин. Патент України на корисну модель №132261. 2019 Трав 25.
43. Обрані лекції з військово-польової хірургії. Редактори Бойко ВВ, Лісовий ВМ, Макаров ВВ; Міністерство охорони здоров'я України, Харківський національний медичний університет. Харків: НТМТ, 2018. 211 с.

44. Остафійчук ДІ, Горкуненко АВ, Плаксівая ТО, Волощук ГВ. Лазерне випромінювання. Основні напрямки використання в біології і медицині. Перспективи розвитку. Буковинський медичний вісник. 2018;2(86):144-8. DOI:<https://doi.org/10.24061/2413-0737.XXII.2.86.2018>.
45. Патоморфоз вогнепальних ран м'яких тканин. Редактори Цимбалюк ВІ, Хоменко ІІ, Лурін ІА, Усенко ОЮ, Бойко ВВ. Харків: Колегіум, 2018; 176 с.
46. Радченко ОМ, Стаднік СМ, Бек НС, Комариця ОЙ. Особливості ураження серця під час та після бойової травми. Український журнал військової медицини. 2023;4(3):185-91.
47. Радченко ОМ. Ураження серця, асоційовані з бойовою травмою: історичний аспект. Практикуючий лікар. 2022;11(2/3):78-81.
48. Роговський ВМ. Клінічний досвід ведення пацієнтів з вогнепальними ранами у сучасних бойових умовах. Інформація для спеціалістів охорони здоров'я. Здоров'я України, 17.06.2023. URL: <https://health-ua.com/article/71180-kljnchnij-dosvd-vedennya-patcntv-z-vognepalnimir-panami-u-suchasnih-bojovih-u>.
49. Сіромаха СО, Данченко ПА. Принципи надання медичної допомоги при бойовій травмі серця в малюнках та алгоритмах. Український журнал серцево-судинної хірургії. 2022;30(1):99-107.
50. Скоропліт СМ, Михневич КГ, Замятін ПМ, Хорошун ЕМ, Бородай ВО, Тертишний СВ, Замятін ДП, Чеверда ВМ. Особливості сучасної бойової травми та організації медичної допомоги. Харківська хірургічна школа. 2022;6(117):51–63. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.6.2022.10>
51. Смеляков КС. Модели и методы сегментации изображений объектов нерегулярного вида для автономных систем технического зрения: дис. ... докт. техн. наук: 01.05.02. Харків, 2012. 306 с.
52. Чернявський ЄО, Бунін ЮВ, Негодуйко ВВ, Михайлусов РМ, Хорошун ЕМ, Шипілов СА, Замятін ПМ. Оцінка можливості застосування витратоміра Коріоліса в діагностиці ушкодження легень у поранених із

- вогнепальними проникаючими пораненнями грудної клітки. Харківська хірургічна школа. 2021;4:52-5. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.4.2021.10>.
53. Усенко ОЮ, Сидюк АВ, Клімас АС, Сидюк ОЄ, Савенко ГЮ, Тесля ОТ. Мініінвазивне хірургічне лікування бойової травми грудної порожнини. Журнал національної академії медичних наук. 2023;3-4(29):132-9. DOI: 10.37621/JNAMSU-2023-3-4-2.
54. Хвисяк ОМ, Марченко ВГ, Михайлов БВ. Медична допомога учасникам бойових дій 2-е вид., перероб. и доп. Харків: ДІСА Плюс, 2019; 576 с.
55. Хірургічна тактика при пораненнях серця та судин грудної порожнини: за ред. Гуменюка КВ; Командування мед. сил ЗСУ, УВМА. Військ.-мед. клін. центр Захід. регіону. Київ: Вид-во Людмила, 2023; 31 с.
56. Хоменко ІП. Етапність надання хірургічної допомоги при поєднаному торакоабдомінальному мінно-вибуховому пораненні з використанням тактики damage-контролю (клінічне спостереження). Одеський медичний журнал. 2017;3:5-11.
57. Хоменко ІП, Гержик КП. Застосування ендовідеохірургічних технологій у лікуванні бойових поранень та травм органів грудної клітки. Проблеми військової охорони здоров'я. 2019;51:233–40.
58. Хоменко ІП, Цема ЕВ, Коваль БМ. Сочетанное осколочное ранение нижней полой вены, вызвавшее пулевую эмболию легочной артерии (клиническое наблюдение и обзор литературы). Хірургія України. 2019;2:69-80. <http://doi.org/10.30978/SU2019-2-69>.
59. Хоменко ІП. Клінічно-епідеміологічний аналіз структури бойової хірургічної травми при проведенні антитерористичної операції / операції Об'єднаних сил на сході України. Український журнал військової медицини. 2021;2(2):5-13.
60. Хоменко ІП, Гетьман ВГ, Гуменюк КВ, Шаповал ВЮ, Гержик КП, Сафонов ВЄ та співавт. Відеоторакоскопічні технології при бойових пораненнях та травмах грудної клітки. Київ, Людмила, 2021; 63 с.

ISBN978-617-7974-45-0.

61. Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Негодуйко ВВ, Замятін ПМ, Тертишний СВ, Верьовкін ІВ. Концепція моніторингу міграції сторонніх тіл вогнепального походження. Харківська хірургічна школа. 2024;2-3:125-6  
DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2-3.2024.50>.
62. Шевченко ОС, Макаров ВВ, Шевченко РС, Тодоренко ЛД, Смоляник КМ, Погорєлова ОО. Непроникні торакальні травми, пов'язані з бойовими діями (Огляд літератури). Туберкульоз, легеневі хвороби, ВІЛ-інфекція. 2023;1:73-80. DOI: <https://doi.org/10.30978/ТВ-2023-1-73>
63. Шевченко ОС, Макаров ВВ, Шевченко РС, Тодоріко Л, Петренко ВІ, Смоляник КМ, Погорєлова ОО. Проникні торакальні травми, пов'язані з бойовими діями (огляд літератури). Туберкульоз, легеневі хвороби, ВІЛ-інфекція. 2023;2:68-78.
64. Яковцова ІІ, Данилюк СВ, Замятін ПМ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮВ. Імуногістохімічні дослідження легень при вогнепальних проникаючих пораненнях. Харківська хірургічна школа. 2021;2:109-15.  
DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2021.20>.
65. Amin R, Leonard K, Garcia N, Anciano C. A Novel Endoscopic Approach in the Management of a Penetrating Esophageal Gunshot Wound. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;31(3):622-4. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2019.04.010>.
66. Andreas Setiawan, Chia-Yi Huang, Mitrayana Mitrayana. Development of non-contact foreign body imaging base on photoacoustic signal intensity measurement. *J Appl Clin Med Phys.* 2023;e14230. DOI: <https://doi.org/10.1002/acm2.14230>.
67. Anthony D. *Statistics for Health? Life and Social Sciences.* Ventus Publishing Aps, United Kingdom. University of Essex, 2011. 292 p.
68. Aymonnier K, Amsler J, Lamprecht P, Salama A, Witko-Sarsat V. The neutrophil: A key resourceful agent in immune-mediated vasculitis. *Immunol Rev.* 2023;314(1):326-356. DOI: <https://doi.org/10.1111/imr.13170>.

69. Bae CM, Son SA, Lee YJ, Lee SC. Clinical Outcomes of Minimally Invasive Surgical Stabilization of Rib Fractures Using Video-Assisted Thoracoscopic Surgery. *J Chest Surg.* 2023;56(2):120-5. doi: DOI: <https://doi.org/10.5090/jcs.22.119>.
70. Barak OF, Janjic N, Drvis I, Mijacika T, Mudnic I, Coombs GB, et al. Vascular dysfunction following breath-hold diving. *Can J Physiol Pharmacol.* 2020;98(2):124-30. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjpp-2019-0341>.
71. Bastidas-Goyes A, Hincapié-Díaz GA, Díaz-Quijano DM, Tuta-Quintero EA, Rodríguez-Rojas SL. Quality of life at 3 and 6 months in military personnel with a history of thoracic trauma suffered in combat. *Cir Cir.* 2022;90(3):372-8. DOI: <https://doi.org/10.24875/CIRU.21000135>.
72. Ben-Avi R, Sorkin A, Nadler R, Tsur AM, Gelikas S, Chen J, et al. Emergent exploratory thoracotomy with military casualties: contemporary prehospital management and outcome (see editorial page 619). *Isr Med Assoc J.* 2022;24(9):570-3. PMID: 36168169.
73. Bezrodnyi B, Dykuha S, Kolosovich I. Diagnosis and treatment of combat injuries of the heart and great vessels. Review. *Medical Science of Ukraine (MSU).* 2020;16(2):69-74. DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.2.2020.12>
74. Biecek P. Analiza danych z programem R. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa, 2012. 320 s.
75. Boddaert G. Surgical management of penetrating thoracic injuries during the Paris attacks on 13 November 2015. *Eur J Card Thor Surg.* 2017; 51(6):1195-202.
76. Boyko V, Kritsak V, Zamiatin P, Zamiatin D, Bunin Yu. Characteristics of the Course of Purulous posttraumatic mediastinitis on the background of fire penetrating Wounds of the Chest. In *Monograf: Modern Scientific Strategies of Development*. Publisher «GS Publishing Services» 15137 Magnolia Blvd, # D, Sherman Oaks, CA 91403, USA. P. 169-172. DOI: <https://doi.org/10.51587/9781-7364-13395-2022-008>.

77. Broderick JC, Mancha F, Long BJ, Maddry JK, Chung KK, Schauer SG. Combat Trauma-Related Acute Respiratory Distress Syndrome: A Scoping Review. *Crit Care Explor.* 2022;4(9):e0759. DOI: <https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000000759>.
78. Brozzi NA, Cifuentes RO, Saba IC, Lineen EB, Loebe M, Ghodsizad A, et al. Heparineless off-pump coronary artery bypass in a patient with gunshot wound to chest and heart. *J Card Surg.* 2019;34(7):632-4. DOI: <https://doi.org/10.1111/jocs.14090>.
79. Byrd CT, Williams KM, Backhus LM. A brief overview of thoracic surgery in the United States. *J Thorac Dis.* 2022;14(1):218-26. DOI: <https://doi.org/10.21037/jtd-21-1504>.
80. Castater C, Hazen B, Davis C, Hoppe S, Butler C, Grant A, et al. Video-Assisted Thoracoscopic Internal Rib Fixation. *Am Surg.* 2022;88(5):994-6. DOI: <https://doi.org/10.1177/00031348211060450>.
81. Caushi F, Skenduli I, Mezini A, Rulli F. Extraction of a bullet floating in the pulmonary artery after a gunshot wound. *J Int Med Res.* 2021;49(1):300060520985661. DOI: <https://doi.org/10.1177/0300060520985661>.
82. Chan JWY, Yu PSY, Yang JH, Yuan EQ, Jia H, Peng J, Lau RWH, Ng CSH. Surgical access trauma following minimally invasive thoracic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2020;58(Suppl\_1):i6-i13. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa025>.
83. Chaudhary A, Acharya S, Pradhan SK, Gurung K, Karmacharya RM, Vaidya S, et al. Accidental gunshot injury with left-sided lung injury and D11 burst fracture: a case report. *Ann Med Surg (Lond).* 2023;85(5):1897-1901. DOI: <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000000343>.
84. Chen J, Tsur AM, Nadler R, Beit Ner E, Sorkin A, Radomislensky I, et al. Ten-year reduction in thoracic injury-related mortality among Israel Defense Forces soldiers. *BMJ Mil Health.* 2023;169(6):510-16. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjmilitary-2021-001986>.

85. Chiniard T, Boutonnet M, Duron S, Bertho K, Travers S, Pasquier P. Profile of injuries in recent warfare. *J Trauma Acute Care Surg.* 2023;95(2S Suppl 1):S79-87. DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000004034>.
86. Cottrell-Cumber S, Cockrell H, Enos J, Kutcher M, Kogon B. Removal of a Retained Bullet in the Heart After Gunshot Injury. *Am Surg.* 2023;89(11):4899-901. DOI: <https://doi.org/10.1177/00031348211041306>.
87. Dogné S, Flamion B. Endothelial Glycocalyx Impairment in Disease: Focus on Hyaluronan Shedding. *Am J Pathol.* 2020;190(4):768-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2019.11.016>. 54.
88. Elkhayat H, Elsayed HH, Adel W. et al. Thoracic surgery in Egypt. *J Thorac Dis.* 2022;14(4):1282-95. DOI: <https://doi.org/10.21037/jtd-21-723>.
89. Fisher AD, April MD, Naylor JF, Kotwal RS, Schauer SG. The Battalion Aid Station-The Forgotten Frontier of the Army Health System During the Global War on Terrorism. *Military Medicine.* 2023;188(5-6):E1240-5. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usab401>.
90. Gutierrez A, Franklin B, Matsushima K. Acute pericarditis following gunshot wound to the chest. *Trauma Surg Acute Care Open.* 2022;7(1):e000967. DOI: <https://doi.org/10.1136/tsaco-2022-000967>.
91. Hakki L, Smith A, Babin J, Hunt J, Duchesne J, Greiffenstein P. Effects of a fragmenting handgun bullet: Considerations for trauma care providers. *Injury.* 2019;50(5):1143-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.01.033>.
92. Hall MA, Speegle D, Glaser CJ. Civilian-Military Trauma Partnerships and the Visiting Surgeon Model for Maintaining Medical Readiness. *J Surg Educ.* 2019;76(3):738-44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2018.10.008>.
93. Heo S, Kim JH, Jung Y, Lee K, Lee S, Yi E. Clinical Experience of Surgical Treatment for Penetrating Pulmonary Gunshot Wound of a Civilian in Korea: A Case Report. *J Chest Surg.* 2024;57(1):87-91. DOI: <https://doi.org/10.5090/jcs.23.061>.
94. Heus C, Mellema JJ, Giannakopoulos GF, Zuidema WP. Outcome of penetrating chest injuries in an urban level I trauma center in the Netherlands.

- Eur J Trauma Emerg Surg. 2019;45(3):461-5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-015-0533-9>.
95. Hoggarth A, Grist M, Board B, Murch T. Development of a New Vented Chest Seal Dressing for Treatment of Open Pneumothorax. *J Spec Oper Med.* 2020;20(3):159-65. DOI: <https://doi.org/10.55460/28BO-67AK>.
96. Hromalik LR Jr, Wall MJ Jr, Mattox KL, Tsai PI. Penetrating cardiac injury: a narrative review. *Mediastinum.* 2023;7:15. DOI: <https://doi.org/10.21037/med-22-18>.
97. Hu M, Sun M, Bao C, Luo J, Zhuo L, Guo M. 3D-printed external fixation guide combined with video-assisted thoracoscopic surgery for the treatment of flail chest: a technical report and case series. *Front Surg.* 2023;10:1272628. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2023.1272628>.
98. Hughes SM, Borders CW, Aden JK, Sjulín TJ, Morris MJ. Long-Term Outcomes of Thoracic Trauma in U.S. Service Members Involved in Combat Operations. *Mil Med.* 2020;185(11-12):e2131-6. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa165>.
99. Hussain N, Okeke IBJ, Oyebanji AE, Akunne JI, Omoruyi OJ. Combat injuries sustained by troops on counter terrorism and counter-insurgency operations in North east Nigeria: Implications for intervention. *Afr J Emerg Med.* 2021;11(1):196-201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afjem.2020.10.002>.
100. Janak JC, Mazuchowski EL, Kotwal RS, Stockinger ZT, Howard JT, Butler FK, et al. Patterns of Anatomic Injury in Critically Injured Combat Casualties: A Network Analysis. *Sci Rep.* 2019;9(1):13767. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50272-3>.
101. Jastaniah A, Grushka J. The Role of Minimally Invasive Surgeries in Trauma. *Surg Clin North Am.* 2024;104(2):437-49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.suc.2023.10.003>.
102. Johnston AM, Alderman JE. Thoracic Injury in Patients Injured by Explosions on the Battlefield and in Terrorist Incidents. *Chest.* 2020;157(4):888-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.09.020>.

103. Junaid A, Schoeman J, Yang W, Stam W, Mashaghi A, van Zonneveld AJ, Hankemeier T. Metabolic response of blood vessels to TNF $\alpha$ . *Elife*. 2020;9:e54754. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.54754>.
104. Informatyka medyczna/pod red. R. Rudowskiego. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa, 2012. 250 s.
105. Kabi S, Sahu A, Mohapatra B, Nayak K. Anesthetic management of thoracic trauma by an arrow. *Journal of Emergencies Trauma and Shock*. 2021;14(3):184-6. DOI: [https://doi.org/10.4103/jets.jets\\_144\\_20](https://doi.org/10.4103/jets.jets_144_20).
106. Khan NU, Ahmed Z, Malik F, Ahmed J, Saeed S, Baig IU. Emergency chest wall reconstruction in open pneumo-thorax from gunshot chest: A case report. *J Pak Med Assoc*. 2020;70(Suppl 1)(2):S118-21. PMID: 31981350.
107. Khoroshun E, Negoduiko V, Makarov V, Bunin Yu, Smolyannik K, Dotsenko V. Випадок використання мініінвазивних технологій при вогнепальному пораненні грудей з ушкодженням середостіння. *Медицина невідкладних станів*. 2024;19(8):524–8. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.8.2023.1642>.
108. Kithinji SM, Lule H, Acan M, Kyomukama L, Muhumuza J, Kyamanywa P. Efficacy of extended focused assessment with sonography for trauma using a portable handheld device for detecting hemothorax in a low resource setting; a multicenter longitudinal study. *BMC Med Imaging*. 2022;22(1):211. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12880-022-00942-y>.
109. Kim, H., Park C.-Y., Cho H.-M. [et al.]. Development of Korean Teaching Model for Surgical Procedures in Trauma - Essential Surgical Procedures in Trauma Course. *J. Trauma and Injury*. 2019;32(1):8-16.
110. Kim DS, Vaquer S, Mazzolai L, Roberts LN, Pavela J, Watanabe M, et al. The effect of microgravity on the human venous system and blood coagulation: a systematic review. *Exp Physiol*. 2021;106(5):1149-1158. DOI: <https://doi.org/10.1113/EP089409>.

111. Kostick N, Gray S, Huynh D. Resuscitative Thoracotomy for Multiple Gunshot Wounds With Cardiac Tamponade Despite Pericardial Window. *Cureus*. 2020;12(12):e11907. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.11907>.
112. Kozak K. *Large Scale Data Handling in Biology*. Ventus Publishing Aps, United Kingdom. University of Essex, 2010. 53 p.
113. Lee CM, Jeon CH, Lee R. Traumatic Hemothorax Caused by Thoracic Wall and Intrathoracic Injuries: Clinical Outcomes of Transcatheter Systemic Artery Embolization. *Taehan Yongsang Uihakhoe Chi*. 2021;82(4):923-35. DOI: <https://doi.org/10.3348/jksr.2020.0116>.
114. Lee H, Kwon H, Kim CW, Hwangbo L. [Intervention for Chest Trauma and Large Vessel Injury]. *J Korean Soc Radiol*. 2023;84(4):809-23. DOI: <https://doi.org/10.3348/jksr.2023.0035>.
115. Li N, Geng C, Hou S, Fan H, Gong Y. Damage-Associated Molecular Patterns and Their Signaling Pathways in Primary Blast Lung Injury: New Research Progress and Future Directions. *Int J Mol Sci*. 2020;21(17):6303. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21176303>.
116. Lichtenberger JP, Kim AM, Fisher D, Tatum PS, Neubauer B, Peterson PG, et al. Imaging of Combat-Related Thoracic Trauma - Review of Penetrating Trauma. *Mil Med*. 2018 Mar 1;183(3-4):e81-e88. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usx034>.
117. Lin HL, Tarng YW, Wu TH, Huang FD, Huang WY, Chou YP. The advantages of adding rib fixations during VATS for retained hemothorax in serious blunt chest trauma - A prospective cohort study. *Int J Surg*. 2019;65:13-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2019.02.022>.
118. Lurin IA, Makarov VV, Nehoduiko VV, Smolianykh KM, Chobey SM, Ott OY. Gunshot shrapnel wound of the thigh with damage to the superficial femoral artery (features of clinical manifestations, development of complications with late medical care and preservation of the limb). *Wiad Lek*. 2023;76(5 pt 2):1199-204. DOI: <https://doi.org/10.36740/WLek202305210>.

119. Lurin I, Khoroshun E, Negoduiko V, Makarov V, Shypilov S, Boroday V, et al. Retrieval of ferromagnetic fragments from the lung using video-assisted thoracoscopic surgery and magnetic tool: a case report of combat patient injured in the war in Ukraine. *International Journal of Emergency Medicine*. 2023;16(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12245-023-00527-8>.
120. Mansky R, Scher C. Thoracic trauma in military settings: a review of current practices and recommendations. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2019;32(2):227-33. DOI: <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000694>.
121. Martin C, Spies V. Schusswaffenverletzungen und penetrierende Traumata [Gunshot Wounds and Penetrating Injuries]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2023;58(4):253-63. DOI: <https://doi.org/10.1055/a-1734-7221>.
122. Martin MJ, Eastridge B, Tadlock MD. Torso trauma on the modern battlefield. In: *Current Therapy of Trauma and Surgical Critical Care*. 2023. p. 512-24.e1.
123. McDonald Johnston A, Alderman JE. Thoracic Injury in Patients Injured by Explosions on the Battlefield and in Terrorist Incidents. *Chest*. 2020;157(4):888-897. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.09.020>.
124. McMonagle MP, Sarani B, Jenoff J, Schwab CW. Vascular damage control at the thoracic outlet. *Ann R Coll Surg Engl*. 2021;103(8):e244-e248. DOI: <https://doi.org/10.1308/rcsann.2020.7100>.
125. McNicoll CF, McNickle AG, Vanderet D. Shot through the heart: A 17-year analysis of pre-hospital and hospital deaths from penetrating cardiac injuries. *Injury*. 2023;54(5):1349-55. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.01.046>.
126. Meadows RM, Monti JD, Umar MA, Van Arnhem KA, Chin EJ, Mitchell CA, et al. US Army Combat Medic Performance With Portable Ultrasound to Detect Sonographic Findings of Pneumothorax in a Cadaveric Model. *J Spec Oper Med*. 2020;20(3):71-5. DOI: <https://doi.org/10.55460/SOPZ-STAP>.
127. Melo ASA, Moreira LBM, Pessoa FMC, et al. Tomographic aspects of penetrating thoracic trauma: injuries from rearms and other weapons. *Radiol*.

Bras. 2017; 50(6):372-77. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2016.0167>.

128. Menegozzo CAM, Damous SHB, Alves PHF, et al. "Pop in a scope": attempt to decrease the rate of unnecessary nontherapeutic laparotomies in hemodynamically stable patients with thoraco-abdominal penetrating injuries. *Surg Endosc.* 2020;34(1):261-7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00464-019-06761-7>.
129. Miller KR, Bennis MV, Bozeman MC, Franklin GA, Harbrecht BG, Nash NA, et al. Operative Management of Thoracic Gunshot Wounds: More Aggressive Treatment Has Been Required over Time. *Am Surg.* 2019;85(11):1205-8.
130. Molnar TF. Thoracic damage control surgery. *J Thorac Dis.* 2019;11(Suppl 2):S158-66. DOI: <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.11.32>.
131. Moorthy A, Eochagain AN, Dempsey E, Buggy D. Ultrasound-guided erector spinae plane catheter versus video-assisted paravertebral catheter placement in minimally invasive thoracic surgery: comparing continuous infusion analgesic techniques on early quality of recovery, respiratory function and chronic persistent surgical pain: study protocol for a double-blinded randomised controlled trial. *Trials.* 2021;22(1):965. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05863-9>.
132. Mouawad NJ, Paulisin J, Hofmeister S, Thomas MB. Blunt thoracic aortic injury - concepts and management. *J Cardiothorac Surg.* 2020;15(1):62. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13019-020-01101-6>.
133. Nakagawa T, Masuda R, Yamada S, Iwazaki M. Minimally invasive surgery for anterior flail chest injury in the acute phase: series of 10 cases. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2023;71(7):403-8. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11748-023-01908-9>.
134. Nehoduiko V, Tsema Ie, Humenyuk K, Kravchenko K, Yurkiv O, Dubenko D, et al. Bilateral Gunshot Wounds to the Chest at Different Levels of Medical Care. *Journal of Education, Health and Sport.* 2021;11(04):92-100. DOI: <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2021.11.04.010>.

135. Novelli PM, Chan EG, Frazier AA, Villa Sanchez M. Interventional Therapies for Thoracic Duct Injury and Intractable Chylothorax. *J Thorac Imaging*. 2019;34(4):258-65. DOI: <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000422>.
136. Pieracci FM. Completely thoracoscopic surgical stabilization of rib fractures: can it be done and is it worth it? *J Thorac Dis*. 2019;11(Suppl 8):S1061-9. DOI: <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.01.70>.
137. Piper LC, Nam JJ, Kuckelman JP, Sams VG, DellaVolpe JD, Biscotti M, et al. A Case Report of Combat Blast Injury Requiring Combat Casualty Care, Far-Forward ECMO, Air Transport, and All Levels of Military Critical Care. *Mil Med*. 2023;188(5-6):e1344-9. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usab354>.
138. Reindl S, Jawny P, Girdauskas E, Raab S. Is it Necessary to Stabilize Every Fracture in Patients with Serial Rib Fractures in Blunt Force Trauma? *Front Surg*. 2022;9:845494. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.845494>.
139. Rizzo AN, Epstein DA, Salamon T, Beery PR 2nd. Gunshot Wound to the Right Superior Pulmonary Vein With Bullet Embolization to the Aortic Bifurcation: Emergent Surgical Repair. *Vasc Endovascular Surg*. 2023;57(1):75-8. DOI: <https://doi.org/10.1177/15385744221124295>.
140. Rodriguez RC, Sandoval C, Perdue M, Monti J, Walker J. Accuracy of Needle Thoracostomy Site Selection among US Army Medics. *Med J (Ft Sam Houst Tex)*. 2023;(Per 23-4/5/6):60-4.
141. Rogovskyi VM, Gybalo RV, Lurin IA, Sivash YY, Oklei DV, Taraban IA. A Case of Surgical Treatment of a Gunshot Wound to the Left Scapular Region With Damage to the Distal Axillary and Proximal Brachial Arteries. *World J Surg*. 2022;46(7):1625-8. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00268-022-06577-y>.
142. Rojnoveanu G, Gurghis R, Gagauz I, Malcova T. Thoracic Penetrating Wounds with Cardiac Injury: A Single-Center Experience. *Chirurgia (Bucur)*. 2022;117(6):660-70. DOI: <https://doi.org/10.21614/chirurgia.2725>.
143. Rösch RM. From diagnosis to therapy: the acute traumatic hemothorax - an orientation for young surgeons. *Innov Surg Sci*. 2024;8(4):221-6. DOI: <https://doi.org/10.1515/iss-2023-0062>.

144. Roterman-Konieczna I. Statystyka na recepte. Wprowadzenie do statystyki medycznej. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellonskiego. Krakow. 2010. 262s.
145. Sandhu A, Claireaux HA, Downes G, Grundy N, Naumann DN. Emergency first responder management of combat injuries to the torso in the military, remote and austere settings. *BMJ Mil Health*. 2022;168(6):478-82. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjmilitary-2020-001460>.
146. Sastre I, España M, Ceballos RJ, Bustos MEF. VATS tracheal resection and reconstruction. *Multimed Man Cardiothorac Surg*. 2020;2020. DOI: <https://doi.org/10.1510/mmcts.2020.069>.
147. Savell SC, Blessing A, Shults NM, Mora AG, Medellin KL, Muir MT, et al. Level 1 Trauma Centers and OEF/OIF Emergency Departments: Comparison of Trauma Patient Populations. *Military Medicine*. 2020;185(9-10):E1569-75. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa133>.
148. Schauer SG, Naylor JF, Bellamy MA, Maddry JK, April MD. A Descriptive Analysis of Casualties Undergoing CASEVAC from the Point-of-Injury in the Department of Defense Trauma Registry. *Military Medicine*. 2019;184(7-8):E225-9. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usz015>.
149. Schauer SG, Naylor JF, Maddry JK, Kobylarz FC, April MD. Outcomes of Casualties Without Airway Trauma Undergoing Prehospital Airway Interventions: A Department of Defense Trauma Registry Study. *Military Medicine*. 2020;185(3-4):E352-7. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usz349>
150. Schellenberg M, Inaba K, Bardes JM. et al. The combined utility of extended focused assessment with sonography for trauma and chest x-ray in blunt thoracic trauma. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2018;85(1):113-17. DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001868>.
151. Schmelzer K, Ziegenhain F, Canal C, Pape HC, Neuhaus V. Beidseitiges Thoraxtrauma – „double the trouble“? [Bilateral thoracic trauma-"double the trouble"?]. *Chirurgie (Heidelb)*. 2023;94(9):789-95. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00104-023-01891-0>.

152. Schmitt J, Boutonnet M, Goutorbe P, Raynaud L, Carfantan C, Luft A, et al. Acute respiratory distress syndrome in the forward environment. Retrospective analysis of acute respiratory distress syndrome cases among French Army war casualties. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;89(2S):S207-12. DOI: <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000002633>.
153. Schmitt J, Bordes J, Lacroix G, Avaro JP, Meaudre E. Damage control management of a major chest trauma by intracorporeal quick clot combat gauze application. *Respir Med Res.* 2021;79:100817. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resmer.2021.100817>.
154. Schreyer C, Schwab R. Management beim Thoraxtrauma und bei intrathorakalen Verletzungen [Management of thoracic trauma and intrathoracic injuries]. *Chirurg.* 2020;91(6):517-30. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00104-020-01176-w>.
155. Scott TE, Johnston AM, Keene DD, Rana M, Mahoney PF. Primary Blast Lung Injury: The UK Military Experience. *Military Medicine.* 2020;185(5-6):E568-72. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usz453>.
156. Sermonesi G, Tian BWCA, Vallicelli C. et al. Cesena guidelines: WSES consensus statement on laparoscopic-first approach to general surgery emergencies and abdominal trauma. *World J Emerg Surg.* 2023;18(1):57. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13017-023-00520-9>.
157. Shahidi M. Thrombosis and von Willebrand Factor. *Adv Exp Med Biol.* 2017;906:285-306. DOI: [https://doi.org/10.1007/5584\\_2016\\_122](https://doi.org/10.1007/5584_2016_122).
158. Shakargy JD, Gendler S, Talmy T, Shushan G, Radomislensky I, Tsur AM, et al. Blast Injury Patterns Among Israel Defense Forces Fatalities. *Military Medicine.* 2023;188(7-8):E1788-94. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usac280>.
159. Shemmeri E, Wee JO. Robotics and minimally invasive esophageal surgery. *Ann Transl Med.* 2021;9(10):898. DOI: <https://doi.org/10.21037/atm-20-4138>.
160. Sozzi M, Wu Y, Matsushima K, Schellenberg M, Inaba K, Martin M. Impact of Postoperative Imaging Following Emergency Surgery for Penetrating

- Ballistic Thoracic Trauma. *Am Surg.* 2023;89(10):4018-24. DOI: <https://doi.org/10.1177/00031348231175451>.
161. Sozzi M, Inaba K, Schellenberg MA, Matsushima K, Martin MJ. Dangerous passage: the utility and accuracy of modern chest computed tomography in penetrating thoracic injuries with potential transmediastinal trajectory. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2023;49(6):2439-45. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-023-02315-8>.
162. Stern CA, Stockinger ZT, Gurney JM. Combat thoracic surgery in Iraq and Afghanistan: 2002-2016. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;89(3):551-7. DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002800>.
163. Swiech A, Boddaert G, Daban JL, Falzone E, Ausset S, Boutonnet M. Penetrating thoracic injuries: a retrospective analysis from a French military trauma centre. *BMJ Mil Health.* 2021;167(1):33-9. DOI: <https://doi.org/10.1136/jramc-2019-001159>.
164. Taheri B. Wartime Endovascular Therapy: A Historical View. *Mil Med.* 2024;189(1-2):5-7. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usad293>.
165. Tamburini N, Carriel N, Cavallesco G. et al. Technical results, clinical efficacy and predictors of outcome of intercostal arteries embolization for hemothorax: a two-institutions' experience. *J Thorac Dis.* 2019;11(11):4693-9. DOI: <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.10.27>.
166. Trevis J, Chilvers N, Freystaetter K, Dunning J. Surgeon-Powered Robotics in Thoracic Surgery; An Era of Surgical Innovation and Its Benefits for the Patient and Beyond. *Front Surg.* 2020;7:589565. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2020.589565>.
167. Truesdell W, Gore A, Primakov D. et al. Ballistic and Penetrating Injuries of the Chest. *J Thorac Imaging.* 2020;35(2):W51-9. DOI: <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000449>.
168. Vinck EE, Ángel EP, Barrios RV. et al. Video-Assisted Thoracoscopy For Penetrating Cardiac Box Injury in Stable Patients. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2021;36(4):550-6. DOI: <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2020-0361>.

169. Wang J, Van Kranendonk KR, El-Bouri WK, Majoie CBLM, Payne S. Mathematical modelling of haemorrhagic transformation within a multiscale microvasculature network. *J.Physiol Meas.* 2022;43(5). DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ac6cc5.60>.
170. Wang D, Liu H, Fan Y. Silk fibroin for vascular regeneration. *Microsc Res Tech.* 2017;80(3):280-90. DOI: <https://doi.org/10.1002/jemt.22532>.
171. Wang D, Wang X, Wang Q, Xu Y, Xu Y. Comparative study of wound outcomes and surgical strategies: Internal fixation versus external stabilization in rib fracture patients with traumatic chest wounds. *Int Wound J.* 2024;21(4):e14548. DOI: <https://doi.org/10.1111/iwj.14548>.
172. Wang L, Ge L, Song S, Ren Y. Clinical applications of minimally invasive uniportal video-assisted thoracic surgery. *J Cancer Res Clin Oncol.* 2023;149(12):10235-9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00432-023-04920-x>.
173. Wiesel O, Refaely Y, Fink D. Thoracic surgery in Israel. *J Thorac Dis.* 2022;14(10):4187-93. DOI: <https://doi.org/10.21037/jtd-22-668>.
174. Wild H, Stewart BT, LeBoa C, Stave CD, Wren SM. Epidemiology of Injuries Sustained by Civilians and Local Combatants in Contemporary Exp Ther Med. 2020;19(1):421-7. DOI: <https://doi.org/10.3892/etm.2019.8264>.
175. Xia H, Zhu D, Li J, Sun Z, Deng L, Zhu P, et al. Current status and research progress of minimally invasive surgery for flail chest. *Exp Ther Med.* 2020;19(1):421-7. DOI: <https://doi.org/10.3892/etm.2019.8264>.
176. Yang Z, Wen M, Kong W, Li X, Liu Z, Liu X. Complete uni-port video-assisted thoracoscopic surgery for surgical stabilization of rib fractures: a case report. *J Cardiothorac Surg.* 2023;18(1):61. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13019-023-02167-8>.
177. Zeynalova A, Sanli DET, Agar EH, Yildirim D, Tuzuner F. CT Findings of the Massive Air Embolism in a Case with Thoracic Gunshot Wound: A Special Case Report as if a Whole Body Pneumo- Angiography was Performed. *Curr Med Imaging.* 2022;18(11):1253-6. DOI: <https://doi.org/10.2174/0929866529666220426121222>.

178. Zhang J, Hong Q, Mo X, Ma C. Complete Video-assisted Thoracoscopic Surgery for Rib Fractures: Series of 35 Cases. *Ann Thorac Surg.* 2022;113(2):452-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2021.01.065>.

**СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ*****Видання, у яких опубліковані основні наукові результати дисертації***

1. Бунін ЮВ, Замятін ПМ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Береснєв СО, Провар ЛВ. Еволюція поглядів на розробку й впровадження сучасного хірургічного магнітного інструментарію на прикладі вогнепальних проникаючих поранень грудей. Харківська хірургічна школа. 2020;2:113-8. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2020.23>. *(Здобувачем проаналізовано ефективність застосованого інструментарію, систематизовано отримані результати, написані основні розділи статті).*
2. Бунін Ю, Вакулік Є, Михайлусов Р, Негодуйко В, Смеляков К, Ясинський О. Оцінка розмірів стороннього тіла легені з застосуванням алгоритмів комп'ютерного зору. Експериментальна і клінічна медицина. 2020;89(4):87-94. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2020.89.04.13>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, проаналізовані отримані результати, оформлено статтю до друку)*
3. Бойко ВВ, Замятін ПМ, Береснєв СО, Замятін ДП, Бунін ЮВ, Провар ЛВ, Крицак В.В. Визначення лікувально-діагностичної тактики при проникаючих вогнепальних та колото-різаних пораненнях грудей за допомогою спіральної комп'ютерної томографії. Харківська хірургічна школа. 2020;4:47-54. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.4.2020.09>. *(Здобувачем проаналізовано ефективність застосованої лікувально-діагностичної тактики, систематизовано отримані результати, написані основні розділи статті).*
4. Бунін Ю, Михайлусов Р, Негодуйко В, Якимова Т. Особливості патоморфозу вогнепальних ран легень. Медицина сьогодні і завтра. 2021;90(1):4-12. DOI: <https://doi.org/10.35339/msz.2021.90.01.01>. *(Здобувачем здійснено аналіз літератури, збір матеріалу, узагальнення результатів, підготовка до друку)*
5. Бунін Ю, Михайлусов Р, Негодуйко В, Нечуйвітер О, Першина Ю, Ясинський О. Математичне моделювання променевої діагностики сторонніх тіл легень вогнепального походження. Медицина сьогодні і завтра. 2021;90(2):30-9. DOI: <https://doi.org/10.35339/msz.2021.90.2.bmn>. *(Здобувачем здійснено аналіз літератури, збір матеріалу, аналіз та узагальнення результатів)*
6. Яковцова ІІ, Данилюк СВ, Замятін ПМ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮВ. Імуногістохімічні дослідження легень при вогнепальних проникаючих пораненнях. Харківська хірургічна школа. 2021;2:109-15. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2021.20>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, проаналізовані отримані результати, оформлено статтю до друку)*

7. Бунін ЮВ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ., Попова ОМ, Хорошун ЕМ. Оцінка можливостей ультразвукової діагностики посттравматичного пульмониту при вогнепальному пораненні органів грудної порожнини в динаміці. Вісник проблем біології і медицини. 2021;2(160):173-6. DOI: <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2021-2-160-173-176>. *(Здобувачем проаналізовано ефективність застосованої діагностичної методики, систематизовано отримані результати, написані основні розділи статті).*
8. Купріянчук ВВ, Бунін ЮВ, Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Хорошун ЕМ, Шипілов СА, Береснев СО. Показання та протипоказання до видалення сторонніх тіл легень вогнепального походження. Харківська хірургічна школа. 2021;3:43-7. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.3.2021.09>. *(Здобувачем проаналізовано літературні джерела, виконано клінічне дослідження та підготовлено текст статті).*
9. Tsema Ie, Humenyuk K, Kravchenko K, Yurkiv O, Dubenko D, Khuda M, Myrhorodskiy D, Bunin Yu. Bilateral Gunshot Wounds to the Chest at Different Levels of Medical Care. Journal of Education, Health and Sport. 2021;11(04):92-100. DOI: <https://doi.org/10.12775/JEHS.2021.11.04.010>. *(Здобувачем систематизовано отримані результати, написані основні розділи статті).*
10. Чернявський ЄО, Бунін ЮВ, Негодуйко ВВ, Михайлусов РМ, Хорошун ЕМ, Шипілов СА, Замятін ПМ. Оцінка можливості застосування витратоміра Коріоліса в діагностиці ушкодження легень у поранених із вогнепальними проникаючими пораненнями грудної клітки. Харківська хірургічна школа. 2021;4:52-5. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.4.2021.10>. *(Здобувачем проаналізована ефективність застосованої діагностичної методики, систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*
11. Бойко ВВ, Замятін ПМ, Крицак ВВ, Замятін ДП, Шевченко ОМ, Бунін ЮМ. Гнійний післятравматичний медіастиніт як ускладнення вогнепальних проникаючих поранень грудей. Харківська хірургічна школа. 2022;2:55-8. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2.2022.11>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, проаналізовані отримані результати, оформлено статтю до друку)*
12. Бойко ВВ, Крицак ВВ, Замятін ПМ, Шевченко ОМ, Замятін ДП, Хорошун ЕМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮМ. Випадок успішного комбінованого хірургічного лікування пораненого із гнійним медіастинітом після пошкодження грудей і шиї вогнепального походження. Харківська хірургічна школа. 2022;3:67-9. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.3.2022.12>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, аналіз та узагальнення результатів, підготовка до друку)*
13. Lurin IA, Khoroshun EM, Nehoduiko VV, Makarov VV, Bunin YuV, Salyutin RV, Tertyshnyi SV. Videothoracoscopic removal of a foreign body (arrow-shaped element) of gunshot origin from the vertebral body, using

- radiation and magnetic technologies. Paediatric Surgery. Ukraine. 2022;4(77):96-100. DOI: <https://doi.org/10.15574/PS.2022.77.96>. *(Здобувачем особисто проаналізовано ефективність застосованої лікувальної методики, систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*
14. Tsumbaliuk VI, Lurin IA, Makarov VV, Nehoduiko VV, Buchnieva OV, Tertyshnyi SV, Bunin YV. A clinical case of gunshot shrapnel penetrating wound of the chest with injury to the inferior vena cava with migration of a foreign body along the blood stream. Zaporozhye medical journal. 2022;24(6):760-4. DOI: <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2022.6.266619>. *(Здобувачем здійснено набір клінічного матеріалу, проаналізовані отримані результати, оформлено статтю до друку)*
15. Лурін ІА, Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Негодуйко ВВ, Шипілов СА, Бунін ЮВ, Салютін РВ. Органозберігальні операції при вогнепальних торакоабдомінальних та абдомінальних пораненнях з ушкодженням селезінки. Клінічна хірургія. 2022;11-12 (89):5-9. DOI: <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2022.11-12.05>. *(Здобувачем проаналізована ефективність застосованої лікувальної методики, систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*
16. Бойко ВВ, Мінухін ДВ., Серенко АА, Хащина ВО, Кріцак ВВ, Ткаченко ВВ, Корж ПІ, Євтушенко ДО, Бунін ЮВ, Мінухін БД. Використання відеоторакоскопічних технологій в лікуванні поранених з бойовою торакальною травмою на етапі спеціалізованої хірургічної допомоги. Харківська хірургічна школа. 2024;2-3:223-9. DOI: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.2-3.2024.43>. *(Здобувачем проаналізована ефективність застосованої лікувальної методики, систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*
17. Khoroshun E, Negoduiko V, Makarov V, Bunin Yu, Smolyannik K, Dotsenko V. Випадок використання мініінвазивних технологій при вогнепальному пораненні грудей з ушкодженням середостіння. Медицина невідкладних станів. 2024;19(8):524–8. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.8.2023.1642>. *(Здобувачем проаналізувано ефективність застосованої лікувальної методики, систематизовані отримані результати, написані основні розділи статті).*

#### ***Видання, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації***

18. Бойко В, Замятін П, Бунін Ю, Береснєв С, Літвішко В, Замятін Д, Провар Л, Кріцак В. Діагностичні можливості спіральної комп'ютерної томографії у поранених із комбінованими вогнепальними ушкодженнями грудної клітки. В: Conference Proceedings of the 3rd International Scientific Conference «Economic and Social Focused Issues of Modern World». (November 17-18, 2020). Bratislava, 2020;320-7. <http://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/27963>.

19. Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Бунін ЮВ, Кравченко КВ, Худа МЮ. Особливості білатеральних вогнепальних поранень грудей. Сучасні аспекти військової хірургії. В: Зб. наук. праць Національного Військово-медичного клінічного центру «ГВКГ», Української військово-медичної академії. Мат. XIV конференції–вебінару хірургів і анестезіологів Збройних сил України: «Організація хірургічної допомоги та анестезіологічного забезпечення при вогнепальних пораненнях та бойових травмах в умовах гібридної війни» (01-02 жовтня 2020 р.) С. 34-6.

***Видання, які додатково відображують наукові результати дисертації***

20. Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Бунін ЮВ., Гриневич ВМ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Інструмент магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з кісток та суглобів. Патент України на корисну модель №130146. 2018 Лист 26.
21. Михайлусов Р.М, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Бунін ЮВ, Гриневич ВМ, Тітов ОП. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Насадка магнітна для відеоендоскопічних хірургічних втручань. Патент України на корисну модель №130147. 2018 Лист 26.
22. Негодуйко ВВ, Михайлусов РМ, Разбаков АМ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Гриневич ВМ, Бунін ЮВ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Пристрій для фіксації феромагнітних сторонніх тіл м'яких тканин. Патент України на корисну модель №132261. 2019 Трав 25.
23. Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Шипілов СА, Холін ВВ, Худа МЮ, Бунін ЮВ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Спосіб відеоендоскопічної лазерної візуалізації внутрішніх органів черевної та плевральної порожнин. Патент України на корисну модель №135916. 2019 Лип 25.
24. Михайлусов РМ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Худа МЮ, Шипілов СА, Бунін ЮВ. винахідники; Харківська медична академія післядипломної освіти, патентовласник. Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини. Патент України на корисну модель №135918. 2019 Лип 25.
25. Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Шипілов СА, Бунін ЮВ. винахідники; Харківський національний медичний університет, патентовласник. Інструмент хірургічний магнітний для торако- та лапароскопічних оперативних втручань зі змінною конфігурацією провідника для видалення феромагнітних сторонніх тіл. Патент України на корисну модель №155035. 2024 Січ 10
26. Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Шипілов СА, Бунін ЮВ. винахідники; Харківський національний

- медичний університет, патентовласник. Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини зі зміною кута нахилу робочої частини. Патент України на корисну модель №156469. 2024 Черв 26.
27. Хорошун ЕМ, Макаров ВВ, Михайлуков РМ Негодуйко ВВ, Великодний ОМ, Ковтун КВ, Шипілов СА, Бунін ЮВ. винахідники; Харківський національний медичний університет, патентовласник. Насадка лазерна ендоскопічна. Патент України на корисну модель №156932. 2024 Серп 21.
  28. Boyko V, Kritsak V, Zamiatin P, Zamiatin D, Bunin Yu. Characteristics of the Course of Purulous posttraumatic mediastinitis on the background of fire penetrating Wounds of the Chest. In Monograf: Modern Scientific Strategies of Development. Publisher «GS Publishing Services» Sherman Oaks, USA; 169-72. DOI: <https://doi.org/10.51587/9781-7364-13395-2022-008-169-172>.
  29. Бунін ЮВ. та співавтори. Атлас бойової хірургічної травми (досвід антитерористичної операції/операції об'єднаних сил) Під загальною редакцією В.І. Цимбалюка. Харків: Колегіум, 2021; 385 с. ISBN 978-617-7687-16-9.
  30. Бунін ЮВ. та співавтори. Моделювання вогнепальних поранень. Монографія. Під загальною редакцією академіка НАН та НАМН України, Цимбалюка ВІ. Харків: Вид-во, 2022; 322 с. ISBN 978-617-0000-00-0. УДК 001.891.57:616-001.45
  31. Бунін ЮВ. та співавтори. Рідинна реанімація при невідкладних станах, які виникають під час бойових пошкоджень. Методичні рекомендації. За редакцією Хорошуна ЕМ. Харків: Колегіум 2022; 29 с.
  32. Бунін ЮВ. та співавтори. Основні поняття та сучасна класифікація бойової хірургічної травми. Методичні рекомендації. Клінічна хірургія. 2022;7-8 (89):73-87. DOI: <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2022.7-8.73>.

### **Анкета-опитувальник для уточнення даних найближчого та віддаленого періодів після поранення**

Для покращення надання кваліфікованої та спеціалізованої хірургічної допомоги пораненим, що отримали вогнепальні сліпі поранення м'яких тканин під час АТО/ООС, потрібна наступна інформація:

1. Прізвище, ім'я та по-батькові пораненого.
2. Військове звання.
3. Продовжуєте Ви чи ні служити або працювати? Служу/працюю.
4. В якому лікувальному закладі Ви продовжили лікування після переводу або виписки з ВМКЦ ПнР? Військовий госпіталь/цивільний лікувальний заклад/не лікувався.
5. Яку кількість днів Ви знаходилися на стаціонарному лікуванні?
6. Видаляли Вам чи ні сторонні тіла грудей після лікування у ВМКЦ ПнР? Так/ні.
7. Скільки сторонніх тіл видалено?
8. Скільки разів були виконані спроби видалити сторонні тіла?
9. Всі сторонні тіла видалені? Так/ні.
10. Яких розмірів було стороннє тіло/сторонні тіла?
11. Скільки часу хірург потратив під час операції на видалення стороннього тіла?
12. У випадку видалення стороннього тіла, яким інструментом це проводилося?

Магнітним/загальнохірургічним.

13. Чи відмічали Ви ускладнення після поранення у вигляді: пневмоцеле, пневмофіброз, плевролегеневі спайки, больовий синдром, дихальна недостатність? Так/ні. Коли так, то яке ускладнення мало місце: пневмоцеле, пневмофіброз, плевролегеневі спайки, больовий синдром, дихальна недостатність?

14. На яку добу після поранення виникло ускладнення?

15. У випадку наявності ускладнення, яким чином проходило подальше лікування?  
Оперативно/консервативно.

16. Видалено чи ні стороннє тіло/тіла, які визвали ускладнення? Так/ні.

17. Яка кількість сторонніх тіл видалена?

18. Що за сторонні тіла були?

19. Чи відмічали Ви больовий синдром в ділянці розташування сторонніх тіл? Так/ні.

20. Охарактеризуйте вираженість больового синдрому за 10 бальною системою: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10.

21. З чим пов'язано посилення больового синдрому: з фізичним навантаженням/місцевою травматизацією/зміною погоди/з загостренням хронічного захворювання/наявністю гострого захворювання/без видимої причини?

22. Чи відмічали Ви сезонність посилення больового синдрому? Так/ні. Коли так, то коли: зима/весна/літо/осінь?

23. Як Ви оцінюєте своє самопочуття після оперативного або консервативного лікування: добре/задовільне/незадовільне?

Ми дякуємо Вам за співпрацю. Дані, отримані від Вас, будуть ураховані для покращення надання кваліфікованої та спеціалізованої хірургічної допомоги пораненим з наявністю сторонніх тіл м'яких тканин.

## Патенти



УКРАЇНА

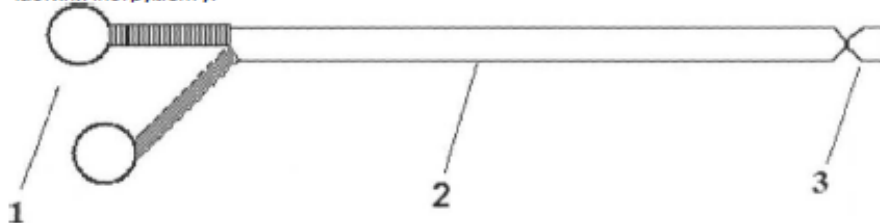
(19) **UA** (11) **135918** (13) **U**  
 (51) МПК  
**A61B 17/94** (2006.01)

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2019 01418</b>          (22) Дата подання заявки: <b>12.02.2019</b>          (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.07.2019</b>          (46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.07.2019, Бюл.№ 14</b></p>	<p>(72) Винахідник(и):  <b>Михайлусов Ростислав Миколайович (UA),</b>  <b>Негодуйко Володимир Володимирович (UA),</b>  <b>Великодний Олексій Миколайович (UA),</b>  <b>Ковтун Костянтин Васильович (UA),</b>  <b>Худа Марта Юрїївна (UA),</b>  <b>Шипілов Сергій Анатолійович (UA),</b>  <b>Бунін Юрїй Володимирович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и):  <b>ХАРКІВСЬКА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ,</b>  <b>вул. Амосова, 58, м. Харків, 61176 (UA)</b></p>
--	--

**(54) ІНСТРУМЕНТ ЕНДОСКОПІЧНИЙ МАГНІТНИЙ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ СТОРОННІХ ТІЛ З ПЛЕВРАЛЬНОЇ АБО ЧЕРЕВНОЇ ПОРОЖНИНИ****(57) Реферат:**

Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини містить ручку, робочу і магнітну частину. Магнітна частина виконана з можливості зміни кута нахилу інструменту до 60° за рахунок розкриття ручок інструменту, що приводить в дію систему тяг, розташованих в середині інструменту та змінює кут нахилу дистальної магнітної частини інструменту.



UA 135918 U



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **135916** (13) **U**  
 (51) МПК (2019.01)  
**A61B 1/00**  
**A61N 5/00**

МІНІСТЕРСТВО  
 ЕКОНОМІЧНОГО  
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
 УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2019 01411</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>12.02.2019</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.07.2019</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.07.2019, Бюл.№ 14</b></p>	<p>(72) Винахідник(и):  <b>Михайлусов Ростислав Миколайович (UA),</b>  <b>Негодуйко Володимир Володимирович (UA),</b>  <b>Шипілов Сергій Анатолійович (UA),</b>  <b>Холін Володимир Вікторович (UA),</b>  <b>Худа Марта Юріївна (UA),</b>  <b>Бунін Юрій Володимирович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и):  <b>ХАРКІВСЬКА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ</b>  <b>ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ,</b>  <b>вул. Амосова, 58, м. Харків, 61176 (UA)</b></p>
--	--

## (54) СПОСІБ ВІДЕОЕНДОСКОПІЧНОЇ ЛАЗЕРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ВНУТРІШНІХ ОРГАНІВ ЧЕРЕВНОЇ ТА ПЛЕВРАЛЬНОЇ ПОРОЖНИНИ

### (57) Реферат:

Спосіб відеоендоскопічної лазерної візуалізації внутрішніх органів черевної та плевральної порожнини здійснюють шляхом введення насадки в один з ендоскопічних портів та послідовного огляду черевної та плевральної порожнини та органів з опромінюванням з довжиною хвилі, яка відповідає червоному (660 нм) спектрам. Додатково здійснюють опромінюванням з довжиною хвилі, яка відповідає зеленому (525 нм) та синьому (405 нм) спектрам лазерного опромінювання, проводять візуальне обстеження порожнин, та за необхідністю лікувальні маніпуляції.

UA 135916 U



УКРАЇНА

(19) UA (11) 155035 (13) U  
 (51) МПК  
 A61B 17/50 (2006.01)  
 A61B 17/3205 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
 ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
 "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
 ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
 ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: u 2023 03514  
 (22) Дата подання заявки: 19.07.2023  
 (24) Дата, з якої є чинними  
 права інтелектуальної  
 власності: 11.01.2024  
 (46) Публікація відомостей  
 про державну  
 реєстрацію: 10.01.2024, Бюл.№ 2

(72) Винахідник(и):  
 Хорошун Едуард Миколайович (UA),  
 Макаров Віталій Володимирович (UA),  
 Негодуйко Володимир Володимирович  
 (UA),  
 Великодний Олексій Миколайович (UA),  
 Ковтун Костянтин Васильович (UA),  
 Шипілов Сергій Анатолійович (UA),  
 Бунін Юрій Володимирович (UA),  
 Риженко Андрій Петрович (UA)  
 (73) Володілець (володільці):  
 ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
 МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,  
 пр. Науки, 4, м. Харків, 61022 (UA)  
 (74) Представник:  
 Голданська Анна Вадимівна

(54) ІНСТРУМЕНТ ХІРУРГІЧНИЙ МАГНІТНИЙ ДЛЯ ТОРАКО- ТА ЛАПАРОСКОПІЧНИХ ОПЕРАТИВНИХ  
 ВТРУЧАНЬ ЗІ ЗМІННОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ ПРОВІДНИКА ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ФЕРОМАГНІТНИХ  
 СТОРОННІХ ТІЛ

(57) Реферат:

Інструмент хірургічний магнітний для торако- та лапароскопічних оперативних втручань зі змінною конфігурацією провідника для видалення феромагнітних сторонніх тіл містить ручку і робочу частину з магнітом. Інструмент являє собою робочу частину з магнітом, довжиною 20 мм, діаметром 10 мм, яка зафіксована з рукою інструмента, довжиною 280 мм, діаметром 10 мм. Робоча частина з магнітом з'єднана з рукою інструмента провідником, довжиною 10 мм, діаметром 3,3 мм. Провідник має властивості пам'яті форми. Інструмент виконаний з медичної нержавіючої сталі AISI304.



UA 155035 U



УКРАЇНА

(19) UA (11) 156932 (13) U  
 (51) МПК (2024.01)  
 A61B 1/00  
 A61N 5/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
 ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
 "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
 ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
 ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

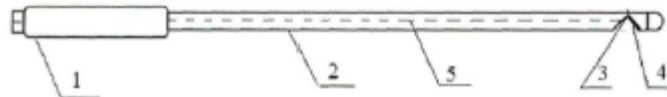
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2024 00822          (22) Дата подання заявки: 19.02.2024          (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 22.08.2024          (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 21.08.2024, Бюл.№ 34</p>	<p>(72) Винахідник(и):          Хорошун Едуард Миколайович (UA),          Макаров Віталій Володимирович (UA),          Михайлусов Ростислав Миколайович (UA),          Негодуйко Володимир Володимирович (UA),          Великодний Олександр Миколайович (UA),          Ковтун Костянтин Васильович (UA),          Шипілов Сергій Анатолійович (UA),          Верьовкін Іван Володимирович (UA),          Смоляник Костянтин Миколайович (UA),          Бунін Юрій Володимирович (UA),          Риженко Андрій Петрович (UA)</p> <p>(73) Володілець (всподільці):          ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ          МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,          пр. Науки, 4, м. Харків, 61022 (UA)</p> <p>(74) Представник:          Голданська Анна Вадимівна</p>
---	---

## (54) НАСАДКА ЛАЗЕРНА ЕНДОСКОПІЧНА

## (57) Реферат:

Насадка лазерна ендоскопічна містить ручку, трубчатий провідник та внутрішній канал. При цьому вона виконана з медичної нержавіючої сталі, має загальний вигляд циліндра довжиною 410 мм. Містить ручку, яка являє собою металевий циліндр, довжиною 110 мм та діаметром 8 мм; трубчатий провідник довжиною 300 мм та діаметром 5 мм, V-подібне поглиблення довжиною 8 мм та глибиною 3 мм, дзеркальну поверхню 5x5 мм, розташовану під кутом 45° на відстані 10 мм від кінця трубчатого провідника. Насадка лазерна ендоскопічна містить внутрішній канал 3 мм, який проходить від ручки через трубчатий провідник до дзеркальної поверхні, кінець трубчатого провідника закруглений.



Фіг. 1

UA 156932 U



УКРАЇНА

(19) UA (11) 156469 (13) U  
 (51) МПК  
 A61B 17/94 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
 ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
 "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
 ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
 ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

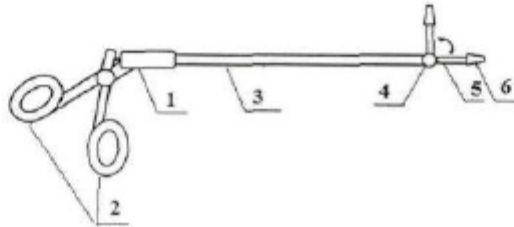
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2024 00464	(72) Винахідник(и): Хорошун Едуард Миколайович (UA), Макаров Віталій Володимирович (UA), Негодуйко Володимир Володимирович (UA), Великодний Олексій Миколайович (UA), Ковтун Костянтин Васильович (UA), Шипілов Сергій Анатолійович (UA), Бунін Юрій Володимирович (UA), Рижанко Андрій Петрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 29.01.2024	(73) Володільць (володільці): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Науки, 4, м. Харків, 61022 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 27.06.2024	(74) Представник: Голданська Анна Вадимівна
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 26.06.2024, Бюл. № 26	

(54) ІНСТРУМЕНТ ЕНДОСКОПІЧНИЙ МАГНІТНИЙ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ФЕРОМАГНІТНИХ СТОРОННІХ ТІЛ З ПЛЕВРАЛЬНОЇ АБО ЧЕРЕВНОЇ ПОРОЖНИНИ ЗІ ЗМІНОЮ КУТА НАХИЛУ РОБОЧОЇ ЧАСТИНИ

(57) Реферат:

Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини містить ручку, робочу та магнітну частини. Робоча частина виконана довжиною 50 мм з магнітом довжиною 20 мм, діаметром 10 мм, та фіксується до ручки інструмента з двома кільцями для пальців за допомогою провідника довжиною 350 мм, діаметром 10 мм. Робоча частина складається з шийки довжиною 30 мм, діаметром 5 мм та магнітної частини, яка на протяжності 10 мм конусоподібно звужується до діаметра 6 мм. Магнітна частина виконана з можливістю зміни кута нахилу робочої частини інструмента до 100° за рахунок розкриття ручок інструмента. Загальна довжина інструмента - 480 мм, діаметр - 10 мм.



UA 156469 U



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130146** (13) **U**  
(51) МПК  
**A61B 17/3205** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

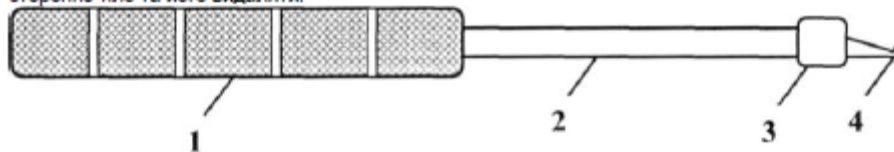
(21) Номер заявки: **u 2018 05868**  
(22) Дата подання заявки: **25.05.2018**  
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **26.11.2018**  
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **26.11.2018, Бюл.№ 22**

(72) Винахідник(и):  
**Михайлусов Ростислав Миколайович (UA),**  
**Негодуйко Володимир Володимирович (UA),**  
**Великодний Олексій Миколайович (UA),**  
**Ковтун Костянтин Васильович (UA),**  
**Бунін Юрій Володимирович (UA),**  
**Гриневич Віктор Миколайович (UA)**  
(73) Власник(и):  
**ХАРКІВСЬКА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ**  
**ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ,**  
вул. Амосова, 58, м. Харків, 61176 (UA)

(54) ІНСТРУМЕНТ МАГНІТНИЙ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ФЕРОМАГНІТНИХ СТОРОННІХ ТІЛ З КІСТОК ТА СУГЛОБІВ

(57) Реферат:

Інструмент магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з кісток та суглобів, який виконаний у вигляді циліндра, має ручку, шийку, на робочому кінці циліндра установлений магніт, пристрій додатково містить робочий кінець дзьобоподібної форми. Робочий кінець дзьобоподібної форми з одного боку гостро заточений, а з іншого тупий. При цьому робоча частина з магнітом знаходиться під кутом  $90^\circ$  до інструменту, з можливістю надійно фіксувати стороннє тіло та його видаляти.



UA 130146 U



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

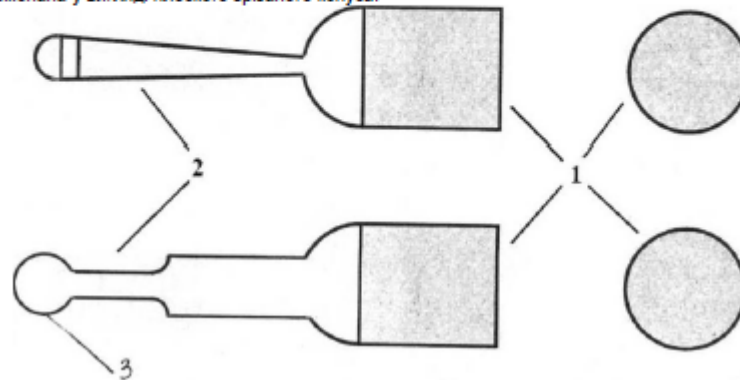
(19) UA (11) 130147 (13) U  
(51) МПК  
A61B 17/3205 (2006.01)

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: <b>u 2018 05873</b>	(72) Винахідник(и): Негодуйко Володимир Володимирович (UA), Михайлусов Ростислав Миколайович (UA), Бунін Юрій Володимирович (UA), Великодний Олексій Миколайович (UA), Ковтун Костянтин Васильович (UA), Гриневич Віктор Миколайович (UA), Тітов Олексій Петрович (UA)
(22) Дата подання заявки: <b>25.05.2018</b>	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ, вул. Амосова, 58, м. Харків, 61176 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>26.11.2018</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>26.11.2018, Бюл.№ 22</b>	

**(54) НАСАДКА МАГНІТНА ДЛЯ ВІДЕОЕНДОСКОПІЧНИХ ХІРУРГІЧНИХ ВТРУЧАНЬ****(57) Реферат:**

Насадка магнітна для відеоендоскопічних хірургічних втручань виконана у вигляді магніту, який розміщений на ручці-тримачі з можливістю змінювати своє положення за рахунок затискного лапароскопічного інструмента. При цьому ручка-тримач має на своєму кінці шар-обмежувач або виконана у вигляді плоского зрізаного конуса.



UA 130147 U



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA (11) 132261 (13) U  
(51) МПК  
A61B 17/50 (2006.01)

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

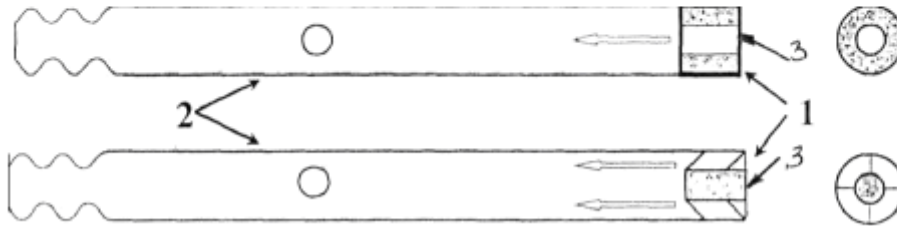
(21) Номер заявки: u 2018 05863  
(22) Дата подання заявки: 25.05.2018  
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.02.2019  
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2019, Бюл.№ 4

(72) Винахідник(и):  
Негодуйко Володимир Володимирович (UA),  
Михайлусов Ростислав Миколайович (UA),  
Разбаков Анатолій Михайлович (UA),  
Великодний Олексій Миколайович (UA),  
Ковтун Костянтин Васильович (UA),  
Гриневич Віктор Миколайович (UA),  
Бунін Юрій Володимирович (UA)  
(73) Власник(и):  
ХАРКІВСЬКА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ  
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ,  
вул. Амосова, 58, м. Харків, 61176 (UA)

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ФІКСАЦІЇ ФЕРОМАГНІТНИХ СТОРОННІХ ТІЛ М'ЯКИХ ТКАНИН**

(57) Реферат:

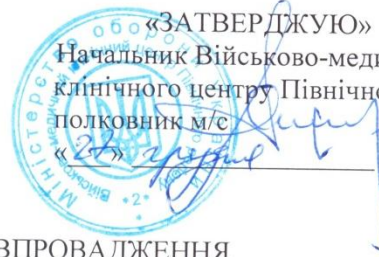
Пристрій для фіксації феромагнітних сторонніх тіл м'яких тканин містить трубку відсмоктувача. На дистальній частині трубки відсмоктувача розташована магнітна частина, виконана як циліндр з отвором всередині з можливістю фіксації феромагнітних сторонніх тіл.



UA 132261 U

## Акти впровадження

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
 Начальник Військово-медичного  
 клінічного центру Північного регіону  
 полковник м/с Е. Хорошун  
 2024 р.



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Найменування пропозиції (метод профілактики, діагностики, лікування, пристрій, форма організаційної роботи та ін.):  
Насадка лазерна ендоскопічна.
2. Ким і коли запропонований: Хорошун Е.М., Макаров В.В., Михайлусов Р.М., Негодуйко В.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Верьовкін І.В., Смоляник К.М., Бунін Ю.В., Риженко А.П.
3. Джерело інформації (методичні рекомендації, інформаційний лист, звіт про НДР, дисертація, монографія, з'їзди, конференції, семінари та ін.)  
Патент на корисну модель № 156932 (UA). Заявлено 19.02.2024; Опубл. 21.08.2024// Бюл.№34.
4. Де і коли впроваджено в ВМКЦ Північного регіону серпень - грудень 2024 рік.
5. Результати застосування методу за період з серпень по грудень 2024 рр.
6. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3) Ефект лазерної візуалізації вирішується за рахунок відображення лазерного променя від дзеркальної поверхні при проходженні лазерного променя через внутрішні органи з наявним стороннім тілом в ньому під час мініінвазивних оперативних втручань у вигляді ознаки темної плями. Розроблена насадка призначена для лазерної візуалізації великих сторонніх тіл внутрішніх органів при мініінвазивних оперативних втручаннях з приводу вогнепальних поранень. Покращується візуалізація сторонніх тіл, що сприяє скороченню часу оперативного втручання та мінімізації травми.
7. Зауваження немає, пропозиції впровадження в практичну роботу ВМКЦ.

Відповідальний(і) за впровадження  
 Начальник клініки невідкладної медичної  
 допомоги (та прийому і евакуації)  
 ВМКЦ ПнР, д.мед.н., полковник м/с



В.В. Негодуйко



**УКРАЇНА**  
**КОМУНАЛЬНЕ НЕКОМЕРЦІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО**  
**«ЧУГУЇВСЬКА ЦЕНТРАЛЬНА**  
**ЛІКАРНЯ ІМ. М.І. КОНОНЕНКА»**  
**ЧУГУЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**  
**КНП «ЧУГУЇВСЬКА ЦІЛ ІМ. М.І. КОНОНЕНКА»**  
 вул. Гвардійська, 52, м. Чугуїв, Харківська обл., 63503, тел. (05746) 40-800  
 E-mail: chuguev\_crb@ukr.net Код ЄДРПОУ 02002380

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

1. Найменування пропозиції (метод профілактики, діагностики, лікування, пристрій, форма організаційної роботи та ін.):  
Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини зі зміною кута нахилу робочої частини.
2. Ким і коли запропонований: Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Бунін Ю.В., Риженко А.П..
3. Джерело інформації (методичні рекомендації, інформаційний лист, звіт про НДР, дисертація, монографія, з'їзди, конференції, семінари та ін.)  
Патент на корисну модель № 156469 (UA). Заявлено 29.01.2023; Опубл. 26.06.2024// Бюл.№26.
4. Де і коли введено в ВМКЦ Північного регіону липень - грудень 2024 рік.
5. Результати застосування методу за період з липень по грудень 2024 рр.
6. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3). Технічний результат, який досягається корисною моделлю, а саме розробка інструмента ендоскопічного магнітного для видалення феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини зі зміною кута нахилу робочої частини на 100 °, обумовлений синергізмом конструктивних особливостей елементів пристрою та подовженої шийки та зміни кута нахилу робочої магнітної частини на 100 °, яка має форму зрізаного конуса. Інструмент призначений для пошуку, фіксації, утримання та видалення малих і середніх за розміром феромагнітних сторонніх тіл, які глибоко розташовані у паренхіматозних органах в важкодоступних місцях, під час торако- або лапароскопічних оперативних втручань. Покращується візуалізація сторонніх тіл, що сприяє скороченню часу оперативного втручання та мінімізації травми.
7. Зауваження немає, пропозиції впровадження в практичну роботу ВМКЦ.

Директор



В'ячеслав ГРУШКА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заст. директора ДУ «ІЗНХ ім. В.Т. Зайцева НАМНУ»



проф. Сергій СУШКОВ

2025 р.

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Найменування пропозиції (метод профілактики, діагностики, лікування, пристрій, форма організаційної роботи та ін.):  
Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини.
2. Ким і коли запропонований: Михайлусов Р.М., Негодуйко В.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Худа М.Ю., Шипілов С.А., Бунін Ю.В.
3. Джерело інформації (методичні рекомендації, інформаційний лист, звіт про НДР, дисертація, монографія, з'їзди, конференції, семінари та ін.)  
Патент на корисну модель № 135918 (UA) є Заявлено 12.02.2019; Опубл. 25.07.2019// Бюл.№14.
4. Де і коли введено в ВМКЦ Північного регіону січень - грудень 2024 рік.
5. Результати застосування методу за період з січень по грудень 2024 рр.
6. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3). Ефект досягається за рахунок рухомої магнітної частини інструмента (кут рухів 60° та сила зчеплення магніту зі стороннім тілом складає 5 кг, сила магнітного полю магніту 5 Тл). Розроблений інструмент призначений для торако- або лапароскопічної діагностики та видалення феромагнітних металевих сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини. Покращується візуалізація сторонніх тіл, що сприяє скороченню часу оперативного втручання та мінімізації травми.
7. Зауваження немає, пропозиції впровадження в практичну роботу ВМКЦ.

Відповідальний за впровадження

Завідувач відділення невідкладної хірургії,  
травматичного шоку, військової травми,  
і травми надзвичайних ситуацій

проф.

Ігор КРИВОРОТЬКО

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи  
Харківського національного  
медичного університетупроф. Оксана НАКОНЕЧНА  
2025 р.

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Найменування пропозиції (метод профілактики, діагностики, лікування, пристрій, форма організаційної роботи та ін.):  
Інструмент хірургічний магнітний для торако- та лапароскопічних оперативних втручань зі змінною конфігурацією провідника для видалення феромагнітних сторонніх тіл.
2. Ким і коли запропонований: Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Бунін Ю.В.
3. Джерело інформації (методичні рекомендації, інформаційний лист, звіт про НДР, дисертація, монографія, з'їзди, конференції, семінари та ін.)  
Патент на корисну модель № 155035 (UA). Заявлено 19.07.2023; Опубл. 10.01.2024// Бюл.№2.
4. Де і коли впроваджено в ВМКЦ Північного регіону січень - грудень 2024 рік.
5. Результати застосування методу за період з січень по грудень 2024 рр.
6. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3) Технічний ефект корисної моделі, а саме розробки інструмента хірургічного магнітного для торако- та лапароскопічних оперативних втручань зі змінною конфігурацією для видалення феромагнітних сторонніх тіл, обумовлений синергізмом конструктивних елементів пристрою та конструктивною особливістю провідника, який має властивості пам'яті форми. Інструмент призначений для пошуку, фіксації, утримання та видалення малих і середніх за розміром феромагнітних сторонніх тіл під час торако- або лапароскопічних оперативних втручань. Покращується візуалізація сторонніх тіл, що сприяє скороченню часу оперативного втручання та мінімізації травми.
7. Зауваження немає, пропозиції впровадження в практичну роботу ВМКЦ.

Відповідальний(і) за впровадження  
Завідувач кафедри хірургії №4 ХНМУ  
проф.

Віталій МАКАРОВ