

Міністерство охорони здоров'я України
Харківський національний медичний університет

БУНІН ЮРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК: 617.54-001.45-072.1-089-092.6

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

22 - Охорона здоров'я

14.01.03 – хірургія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата медичних наук

Харків – 2025

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії
ім. В.Т. Зайцева Національної академії медичних наук України»

Науковий керівник:

доктор медичних наук, професор **Замятін Петро Миколайович**,
завідувач відділом комплексного програмування й розвитку невідкладної
хірургії та захисту інтелектуальної власності,
ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії
ім. В.Т. Зайцева Національної академії медичних наук України»

Офіційні опоненти:

- доктор медичних наук, професор
Шевченко Ростислав Станіславович,
професор кафедри хірургії №4,
Харківський національний медичний університет
- доктор медичних наук, професор
Панасенко Сергій Іванович,
завідувач кафедри хірургії №3,
Полтавський державний медичний університет

Захист відбудеться «04» листопада 2025 р. о 14.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.600.01 при Харківському національному медичному університеті МОЗ України за адресою: 61022, м. Харків, просп. Науки, 4.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського національного медичного університету МОЗ України за адресою: 61022, м. Харків, просп. Науки, 4.

Автореферат розісланий «01» жовтня 2025 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат медичних наук, доцент

О. М. Тіщенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження

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

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 приблизно повноцінні данні, але сама по собі досить травматична та черезмірна 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. Незважаючи на очевидні переваги ВАТС для діагностики та лікування ВППГ, метод використовується нечасто (Lin HL. et al., 2019). Разом із відсутністю обладнання та підготовлених фахівців, можливо назвати недостатньо відпрацьовані протоколи на використання ВАТС. Для впровадження у повсякденну практику лікування та діагностики ВППГ необхідно мати клінічний досвід застосування методу, уточнення та його вдосконалення, а його використання 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 із ВППГ засновані лише на «традиційних» методах діагностики та лікування, без використання ВАТС (Хоменко ІІ, Гержик КП, 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; існуючи 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 практиці сторожкість 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 бойовій травмі 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 візуалізація сторонніх тіл легень; морфо-функціональні, ультраструктурні та імуногістохімічні зміни легеневої тканини поранених при вогнепальних проникаючих пошкодженнях грудей до- та після запропонованої хірургічної тактики.

Методи дослідження: клінічні, лабораторні, інструментальні (рентгенологічні, УЗД, СКТ, лазерні, ендовідеоторакоскопічні, включно VATS), 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 на зменшення операційної агресії, показано у значному зниженні післяопераційної летальності.

На підставі порівняльної оцінки різних методів діагностики та лікування визначено 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 герметизації 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 у 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 кровотоку, але й на гемодинаміці та трофіці усіх органів і систем на органному рівні через порушення оксигенації тканин.

На підставі даних гістологічних та імуногістохімічних досліджень уточнені ознаки вогнепальних пошкоджень тканини легень з урахуванням накопичення CD68+-макрофагів і вмісту патологічного колагену IV типу. Отримані нові дані щодо морфо-функціональних 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 сторонніх тіл (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). 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). 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). Розроблена модель відеоендоскопічної лазерної візуалізації внутрішніх органів черевної та плевральної порожнини дозволяє покращити інтраопераційну топічну 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). Удосконалення інструменту магнітного для ендоскопічної 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 порожнини (Патент України на корисну модель №135918). 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). 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). 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).

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 клініки 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% 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 у 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» (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 наукові 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 України, 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 джерел, з них 64 кирилицею та 114 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріали та методи досліджень. 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 склало 14,3% 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, що надійшли на лікування протягом грудня 2016 р. – грудня 2019 р, у яких поряд із традиційними додатково використовувались удосконалені методи діагностики, діагностичний та хірургічний інструментарій та була застосована діагностично-лікувальна тактика за розробленим алгоритмом.

II (група порівняння) – 110 (53%) поранених, що надійшли на лікування з квітня 2014 р. по грудень 2019 р., у яких були застосовані традиційні методи діагностики та лікування: клінічне обстеження, рентгенологічне, МСКТ, хірургічна обробка та видалення сторонніх тіл традиційним способом, без чітко визначених показань та протипоказань до VATC та видалення сторонніх тіл.

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

Усім пораненим, що приймали участь у дослідженні, проводилися уніфіковані, стандартизовані методики клінічних лабораторних досліджень на базі клініки лабораторної діагностики ВМКЦ ПнР, яка має валідну атестацію на проведення відповідних досліджень загальноклінічних, біохімічних, серологічних, імунологічних та бактеріологічних досліджень.

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.

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). За наявності ознак ВППГ, а саме випоту або повітря в плевральній порожнині, з діагностичною метою виконувалася відеоторакоскопія (ВТС) з використанням штатного ендоскопічного обладнання та набору інструментів «OLYMPUS Visera OTV-S7» і «CARL STORZ Image 1 HD».

Інструментальна лазерна візуалізація (ЛВ) ранового каналу проводилася в умовах стаціонару за допомогою апарату лазерного терапевтичного «Ліка-терапевт М» за допомогою виносної рукоятки з довжиною хвилі 660 нм («Фотоніка Плюс», м. Черкаси).

Для деталізації морфологічних змін застосовували імуногістохімічний (ІГХ) метод. Експресію трансформуючого фактора росту, як маркера хронізації запального процесу в рановому каналі, визначали з використанням первинних кролячих поліклональних антитіл (ПКАТ) до TGF- β 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) (ДАКО, Данія), титр антитіл 1:50. Тенденції та особливості ангіогенезу в тканинах вивчалася за експресією фактору росту ендотелію судин (VEGF (VG1)), титр антитіл 1:50 (МКАТ, ДАКО). Особливості імунних клітинних реакцій в зонах запального процесу із застосуванням маркера макрофагів CD68 (KP1) (МКАТ, ДАКО, Rady-to-Use).

Метою експериментальної частини було підвищення точності доопераційного визначення розмірів сторонніх тіл грудної клітини шляхом застосування алгоритмів «комп'ютерного зору» при обробці МСКТ грудної клітини.

Статистична обробка клінічної та експериментальної частин роботи проводилась за допомогою програм «SPSS for Windows Release 19,0» з урахуванням рекомендацій до медико-біологічних досліджень. Для методів перевірки статистичних гіпотез були використані тести на аналіз схожості та різниці 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 невісненого дискретного (або непереривного) закону розподілу ймовірностей при дотриманні умови його нормування (повний інтеграл для цього закону рівняється 1). Для аналізу схожості та різниці використовувався параметричний тест χ^2 на однорідність відносних частот (в %) та тест на основі критерію 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 критерію Уїлкоксона.

Результати досліджень та їх обговорення

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 $14,3 \pm 1,9\%$ поранень. Найбільш часто зустрічались поодинокі $90,8 \pm 2,0\%$, осколкові $79,7 \pm 2,8\%$ ВППГ з ураженням лівої або правої плевральної порожнини $94,76 \pm 3,5\%$. За локалізацією найчастіше та статистично однаково страждала права або ліва плевральна порожнина, дуже рідкими були поранення середостіння – у 7 ($3,4 \pm 1,2\%$) та обох плевральних порожнин – у 4 ($1,9 \pm 1,0\%$) поранених (табл.1).

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.

Розподіл поранених за локалізацією поранення грудної клітки, п (%)

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 χ^2 становить 0.328;

Критичне значення χ^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 γ_0

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 Коріюліса надає можливість об'єктивізувати показники швидкості (V) та об'єму (V) скиду повітря з плевральних порожнин та удосконалити хірургічну тактику (рис. 1).

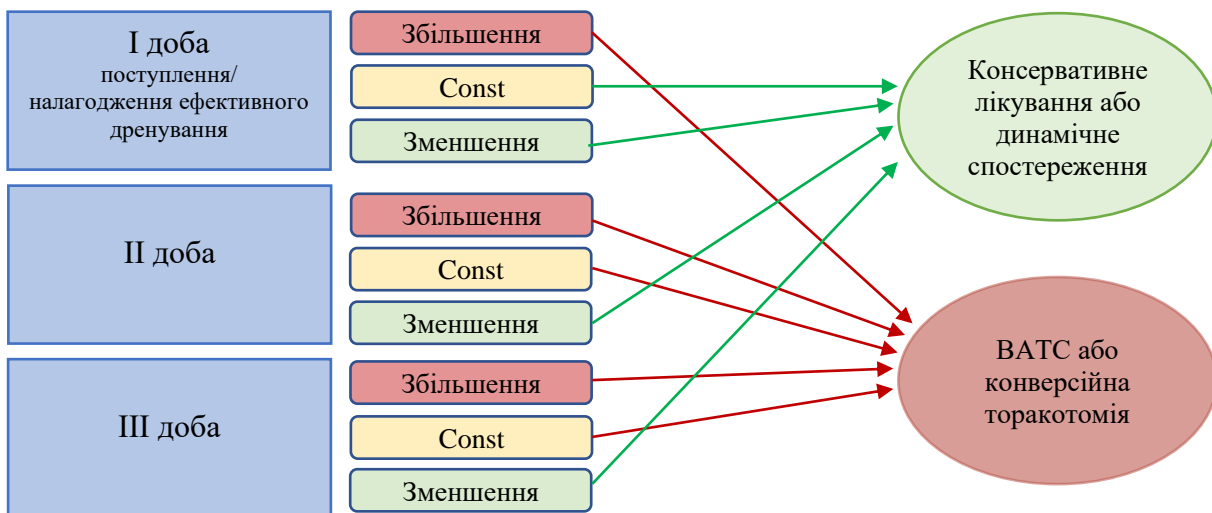


Рис.1. Алгоритм вибору тактики лікування в ВППГ залежності від об'єму (V) та швидкості (V) скиду повітря з плевральної порожнини. Const: $V = 14 \pm 1,2$ л; $V = 11,7 \pm 0,7$ л/хв.

Серед пацієнтів із 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.

Враховуючі особливості візуалізації при виконанні діагностичної

ендовідеоторакоскопії (ЕВТС), а саме: обмеженість обзору фокусом відеокамери, наявністю одного джерела освітлення зі сторони відеокамери та двомірність зображення на моніторі, для покращення візуалізації зони ушкодження при ВППГ застосовували спосіб ендовідеоскопічної лазерної візуалізації внутрішніх органів черевної та плевральної порожнини. Його здійснювали шляхом введення спеціально розробленої ендоскопічної насадки з дифузором 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.

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: локальна темна пляма при сторонньому тілі; чітка межа поглинання світла при надходженні апертури випромінювача над кордоном (краєм) стороннього тіла; подвійний контур. Це покращувало видимість ранових дефектів та дозволяло виявити додаткові ушкодження, які не були візуалізовані при звичайному освітлюванні.

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

З метою підвищення точності доопераційного визначення розмірів СТ, оцінювання їх геометричних і фотометричних характеристик, нами разом із співробітниками Харківського національного університету радіоелектроніки було застосовано технології «комп'ютерного зору» та математичне моделювання розмірів СТ в залежності від їх щільності.

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. До другої групи було віднесено дані, для яких рентгенологічна щільність СТ знаходиться в межах від 10000 Од Н до 13000 Од Н, а до третьої – вимірювання розмірів видаленого СТ та розміри СТ за даними СКТ при рентгенологічній щільності меншої за 10000 Од Н. На рис. 2 представлені залежності вимірних значень довжини видалених СТ та відповідних вимірних значень довжини СТ за даними СКТ від рентгенологічної щільності СТ.

Для більш точного прогнозування реальних розмірів СТ необхідно відповідні розміри СТ, отримані за даними СКТ. Так, при щільності вид 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 $k=0,69$.

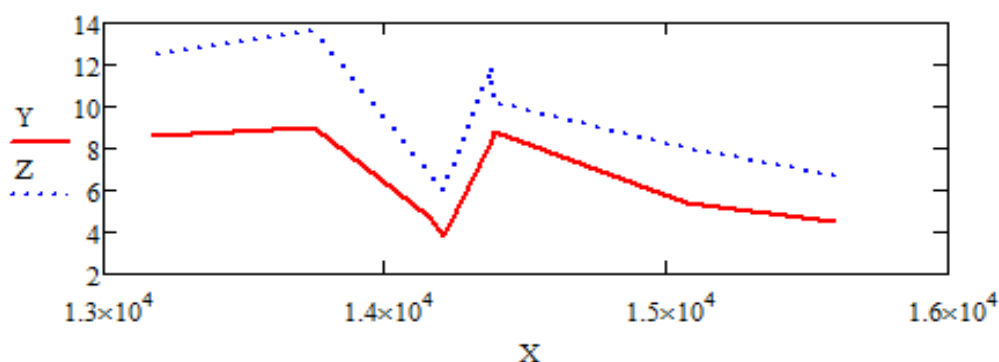


Рис. 2. Залежність вимірних значень довжини видалених СТ та відповідних значень довжини СТ за даними СКТ від рентгенологічної щільності СТ.

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%. В даний час, за рахунок розробки нової моделі ПЗ планується зменшити відносну похибку до 1%.

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 у 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 легені: 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 - фібриноїдний, зумовлений структурою судинного русла. На фоні альтерації усіх видів тканини, аж до лізису та фібриноїдного некрозу в легенях дуже швидко, протягом декількох годин після поранення виникають запальні процеси з признаками хронічного запалення, що дає підставу вважати наявність у молодих поранених хронічного бронхіту, що розвився до поранення. Це могло бути пов'язано з палінням, 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 у судинах обтуруючих, або стенозуючих тромбів, які посилюють порушення гемодинаміки та трофіки тканин будь якого генезу.

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 (рис.3).

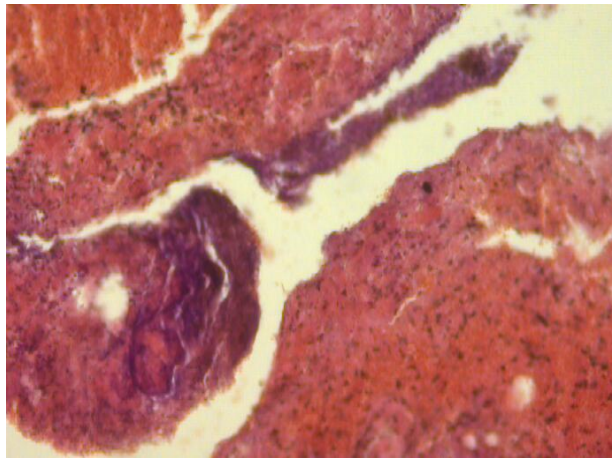


Рис 3. Мікрофото. Вогнепальне осколкове проникаюче поранення грудей через 2 доби після поранення. Різке кровонаповнення легень, тотальний ателектаз порушення структури та функції. Плевра частково потовщена в стані фібриноїдного некрозу. В центрі стороннього тіла чорного зернистого матеріалу кіптяви, порохових газів та пилу. Забарвлення гематоксилін-еозин ($\times 280$).

При імуногістохімічному дослідженні виявлено, що травматичні порушення у паренхімі легень при ВППГ вже у перші години від моменту поранення супроводжуються накопиченням CD68⁺-макрофагів. До кінця другої-третьої доби CD68⁺-макрофаги розташовуються компактно у демаркаційній зоні, відмежуючи вогнища геморагій та некрозів від фокусів дис-і ателектазів. CD68⁺-макрофаги зберігаються у розповсюджених ділянках

фіброзу і через 10 місяців від моменту ВППГ та стають основними продуцентами трансформуючого фактору росту (TGF- β 1) і судинно-ендотеліального фактору росту (VEGF), які виявляються у великій кількості у макрофагах, лейкоцитах, лімфоцитах, фібробластах та ендотелії судин з першої доби травматизації паренхіми легень; до 10 доби експресія TGF- β 1 стає значною, тоді як VEGF слабо маркує ендотелію капілярів, аттеріол, поодинокі макрофаги (рис. 4).

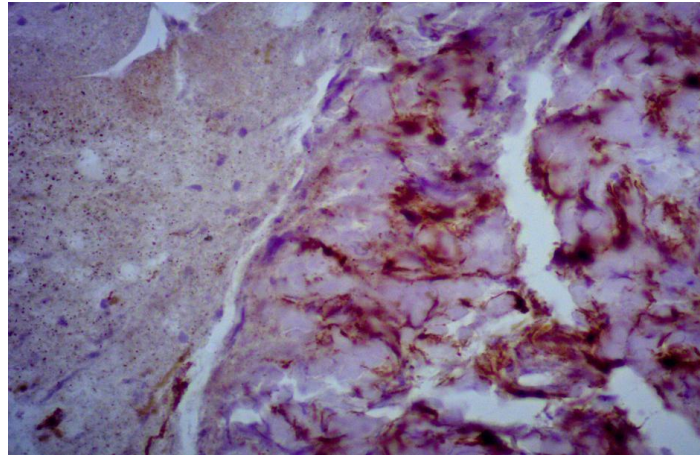


Рис. 4. Мікрофото: Виражена експресія TGF- β 1 у ділянці легені, прилеглий до геморагічних мас; 10 доба поранення. Реакція з ПКАТ до TGF- β 1(V), \times 400.

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- β 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 та 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%) - 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 – 21(32,3%). Таким чином, видалені всі великі СТ, більшість СТ середніх розмірів та менша частина СТ малих розмірів. Всі сторонні тіла легень були металеві та володіли феромагнітними властивостями.

Повнота видалення СТ склала в основній групі $1,8 \pm 0,1$, а у групі порівняння - $3,7 \pm 0,1$. Тривалість видалення СТ складала 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.

Загалом ускладнення у видаленому післяопераційному період 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.

ВИСНОВКИ

У дисертації представлено вирішення актуального наукового-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 ЛВ, ФД 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 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).
5. Патоморфологічні зміни при бойовій травми грудей переважно представлені гемодинамічними порушеннями, 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 ІГХ досліджень виявлено, що трансформуючий фактор росту TGF- β 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- β 1 стає значною, тоді як VEGF слабо маркує ендотелію 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 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, 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 І, 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. 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>. *(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 відеоторакокопічних 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, Береснев 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, 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, Михайлусов 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>.

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 висвітлює нові підходи в рішенні наукової проблеми бойової вогнепальної травми, що передбачають зниження кількості ускладнень шляхом покращання результатів хірургічного лікування поранених із вогнепальними проникаючими пораненнями грудей (ВППГ) на підставі розробленого комплексу діагностичних, лікувальних і профілактичних заходів.

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, при цьому відзначено, що основні ушкодження при бойовій вогнепальній травмі були отримані за рахунок осколкових поранень - у 165 (79,7±2,8), сліпі – у 161 (77,8±2,9), наскрізні поранення – у 46 (22,2±2,9) військовослужбовців.

У роботі виконано 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 антитерористичної операції/операції об'єднаних сил є важкими відповідно до шкал об'єктивної оцінки тяжкості травм, у більшості випадків поєднуються з пошкодженням інших анатомо-функціональних ділянок та супроводжуються гострою масивною крововтратою та шоком.

Встановлено необхідність застосування тактики «Damage control surgery» при поєднаних пошкодженнях інших анатомо-функціональних ділянок 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 герметизації 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 відеоасистованої торакоскопії 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 організменому рівні через порушення оксигенації тканин.

На підставі даних гістологічних та імуногістохімічних досліджень уточнені ознаки вогнепальних пошкоджень тканини легень з урахуванням накопичення CD68+-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 сторонніх тіл 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.

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

ABSTRACT

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

Thesis for the degree of Candidate of Medical Sciences in the field of knowledge 22 "Health Care", speciality 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 of the Ministry of Health of Ukraine, 2025.

The dissertation highlights new approaches to solving the scientific problem of combat gunshot injuries, which involve reducing the number of complications by improving the results of surgical treatment of wounded patients with gunshot penetrating wounds of the chest (GPWC) on the basis of a developed complex of diagnostic, therapeutic and preventive measures.

The author conducted a comprehensive analysis of 2161 wounded servicemen from the GPWC, 308 of them with penetrating wounds, which accounted for 14.28% of all wounded in the chest. 207 wounded were included in the study, while it was noted that the main injuries in combat gunshot injuries were caused by shrapnel wounds - in 165 (79.7 ± 2.8), blind - in 161 (77.8 ± 2.9), penetrating wounds – in 46 (22.2 ± 2.9) servicemen.

The study conducted a clinical and epidemiological analysis of GPWC and the structure of combat losses in the context 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 ATO/OOS operations are severe according to the objective injury severity assessment scales, in most cases combined with damage to other anatomical and functional areas 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 for penetrating gunshot wounds to 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 sealing of the lung parenchyma and control 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 to be made regarding the choice of further surgical tactics, the

prevention of possible complications, without aggravating the patient's condition, significantly reducing the duration of hospital treatment and achieving satisfactory functional results in the postoperative period. Based on a systematic assessment of the criteria for the use of video-assisted thoracoscopy, 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 ischaemia development not only in regional blood flow, but also in the haemodynamics 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 modelling of computer vision has been developed for the first time, which allows for increased detail in CT scans of the lungs and minimises errors in diagnosing their size, which arise due to the significant difference in X-ray density between body tissues and metal, and also eliminates the influence of the "glare" artefact 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.

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

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АФД	– анатомо-функціональні ділянки
ВАТС	– відеоасистована торакоскопія
ВМКЦ ПнР	– Військово-медичний клінічний Центр Північного регіону
ВППГ	– вогнепальні проникаючі поранення грудей
МСКТ	– мультиспіральна комп'ютерна томографія
СКТ	– спіральна комп'ютерна томографія
СТ	– сторонні тіла
УЗД	– ультразвукове дослідження